10º CONGRESSO

LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

PLURIS'24

cidades e territórios em transição

16, 17 e 18 de outubro de 2024
Universidade do Minho
Guimarães

Livro de Atas

Book of Proceedings

COMISSÃO PERMANENTE

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Universidade de São Paulo

unesp

APOIOS

Fundação Mestre Casais

Universidade do Minho

fct
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

PLURIS'24

cidades e territórios em transição

Ficha técnica

Título: Livro de Atas do 10º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Pluris 2024

Editores: José F. Gomes Mendes, Rui A. R. Ramos, Daniel S. Rodrigues, Antônio N. Rodrigues da Silva, Renata C. Magagnin, Gustavo G. Manzato

DOI: 10.21814/pluris24

COMISSÃO PERMANENTE

APOIOS

APRESENTAÇÃO

O **PLURIS** é uma série bienal de Congressos para o Planeamento Urbano, Regional, integrado e Sustentável, iniciada em 2005 e resultante da parceria de Investigadores portugueses e brasileiros, que tem lugar alternadamente no Brasil e em Portugal.

Desde a sua primeira edição, o **PLURIS** tem preservado uma grande multidisciplinaridade, integrando comunicações dos grandes temas que estruturam os sistemas regionais e urbanos, incluindo todos os seus subsistemas como o planeamento, a gestão, o ambiente natural e construído, a mobilidade e a energia.

Neste regresso a Portugal, a cidade de Guimarães receberá, nos dias **16 a 18 de outubro de 2024**, a 10ª edição do **PLURIS**, cuja temática central são as **"Cidades e Territórios em Transição"**. Os espaços urbanos são um palco natural para as chamadas transições gémeas: digital e climática. Essa metamorfose não deve, todavia, colocar em causa a missão das cidades, enquanto espaço de concentração de capital humano, social, intelectual, natural e democrático. Espera-se, assim, que os participantes partilhem o seu conhecimento, experiência e casos concretos relativamente aos conceitos, às alavancas e ao ritmo da transição.

A cidade de Guimarães é, ela própria, um caso notável de reinvenção. Tendo sido o berço de Portugal, há cerca de 900 anos, é hoje um ícone europeu da preservação urbana, com o seu centro histórico classificado como Património Mundial da Humanidade pela UNESCO. Em 2012 foi Capital Europeia da Cultura e é atualmente uma das 100 cidades selecionadas pela Comissão Europeia para a "Missão Cidades", que deverão atingir a neutralidade climática já em 2030.

Nesta 10ª edição, associa-se ao **PLURIS** a Fundação Mestre Casais, que para além de parceiro estratégico, irá organizar a Conferência Plenária de Abertura do Congresso.

A Comissão Organizadora vem assim convidar todos os investigadores, docentes, estudantes e profissionais a juntarem-se a nós em Guimarães, nos dias **16 a 18 de outubro de 2024**, para participar no **PLURIS'2024**, agradecendo que divulguem este convite.

ORGANIZAÇÃO

COMISSÃO ORGANIZADORA LOCAL (Universidade do Minho)

José F. Gomes Mendes – Presidente

Daniel S. Rodrigues

Fernando P. Fonseca

Lígia M.M.O.T. Silva

Paulo J. G. Ribeiro

Rui A. R. Ramos

COMISSÃO CIENTÍFICA PERMANENTE DO PLURIS

José F. Gomes Mendes, Universidade do Minho, Escola de Engenharia

Antônio Nélson R. da Silva, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos

Renata C. Magagnin, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design

Rui A. R. Ramos, Universidade do Minho, Escola de Engenharia

Gustavo G. Manzato, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia

COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO, GRÁFICA E INFORMÁTICA

Daniel S. Rodrigues, Coordenador

Carla F. M. Oliveira

Pedro A. S. Freitas

Vítor M. M. Costa

COORDENAÇÃO EXECUTIVA E EQUIPA ORGANIZADORA LOCAL

Rui A. R. Ramos – Coordenador executivo

Daniel S. Rodrigues – Coordenador

Carla Oliveira – Supervisão

Carina Freitas – Supervisão

Ana Claudia Andriolli

Beatriz Rodrigues

David Rodrigues

Francisco Machado

Gabriel Dias

Inácio Ribeiro

Júlio dos Santos

Maria Morgado

Mariana Barroso

Marta Oliveira

Pedro Silva

Ricardo Mota

Apoios



Fundação
Mestre
Casais



Universidade do Minho

fct

Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

COMISSÃO CIENTÍFICA

Alan Ricardo da Silva

Alexandre Marques

Ana Elisabete de Almeida Medeiros

Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro

Anabela Salgueiro Narciso Ribeiro

André Soares Lopes

Andrea Ribeiro

Anna Silvia Palcheco Peixoto

António Armando Lima Sampaio Duarte

António Manuel de Sousa Baltazar Mortal

Antônio Nélson Rodrigues da Silva

Arminda Maria Marques Almeida

Ary Ferreira da Silva

Barbara Stolte Bezerra

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Bianca Carla Dantas de Araújo

Bruno Bertoncini

Caio Frederico e Silva

Camila Mayumi Nakata-Osaki

Carmen Velásquez Marea

Cintia Isabel de Campos Roque Guerrero

Cira Souza Pitombo

Cláudia Mariz de Lyra Barroso Krause

Daniel Souto Rodrigues

Denise Balestrero Menezes

Diógenes Cortijo Costa

Douglas Barreto

Érico Masiero

Erika Cristine Kneib

Fernando Pereira Fonseca

Flávia Araújo

Francisco Manuel Camarinhas Serdoura

Fred Rodrigues

Gianna Melo Barbirato

Gustavo Garcia Manzato

Irineu da Silva

Jefferson Oliveira Goulart

João Carlos Barbirato

Jorge Ubirajara Pedreira Junior

José Alberto Tostes

José Aparecido Sorratini

José da Costa Marques Neto

José Leomar Fernandes Júnior

Josiane Palma Lima

Karin Regina de Castro Marins

Léa Cristina Lucas de Souza

Leandro Cardoso

Lenise Grando Goldner

Leonardo Herszon Meira

Leonardo Marques Monteiro

Licinio da Silva Portugal

Lígia Maria Marques de Oliveira Torres Silva

Lindon Fonseca Matias

Luzenira Alves Brasileiro

Maisa Tobias

Manuela Fernanda Gomes Moreira da Silva

Marcos Thadeu Queiroz Magalhães

Maria Manuela Rosa

Maria Manuela Santos Natário

Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

Mario Angelo Nunes de Azevedo Filho

Mateus Araujo e Silva

Nair Cristina Margarido Brondino

Nívea Adriana Dias Pons

Norma Regina Truppel Constantino

Orlando Strambi

Pablo Brilhante de Sousa

Paula Remoaldo

Paula Sardeiro Vanderlei

Paulo César Lima Segantine

Paulo Jorge Gomes Ribeiro

Paulo Roberto Masseran

Peolla Paula Stein

Renata Cardoso Magagnin

Renato da Silva Lima

Ricardo Trevisan

Rodrigo Nóbrega

Rômulo José da Costa Ribeiro

Rui António Rodrigues Ramos

Samir Hernandes Tenório Gomes

Samuel de França Marques

Sérgio Luiz Garavelli

Sidnei Pereira da Silva

Simone Becker Lopes

Teresa Cristina de Almeida Faria

Thiago Guimarães Rodrigues

Vivian Fernandes

Waldemir Rodrigues Costa Júnior

Temas e Tópicos

TEMAS

I. AMBIENTE E ENERGIA
II. CIDADES INOVADORAS E INTELIGENTES
III. MOBILIDADE E TRANSPORTE
IV. PLANEAMENTO REGIONAL E URBANO

TÓPICOS RELACIONADOS COM OS TEMAS

1 – Acessibilidade e mobilidade urbanas

2 – Ambiente do espaço construído

3 – Análise espacial

4 – Aspetos ambientais do transporte

5 – Cidades climaticamente neutras e inteligentes

6 – Cidades e regiões digitais

7 – Clima, planeamento, reabilitação ambiental e ecologia urbana

8 – Conforto ambiental em espaços urbanos

9 – Educação e transferência de tecnologia

10 – Equidade e inclusão no planeamento

11 – Efeitos urbanos e regionais e políticas públicas decorrentes da COVID-19

12 – Ergodesign e usabilidade nos espaços urbanos

13 – Espaços urbanos como espaços turísticos

14 – Espaços verdes no planeamento urbano sustentável e resiliente

15 – Estatística espacial

16 – Geomática aplicada à gestão do território

17 – Gestão ambiental

18 – Gestão de infraestruturas

19 – Habitação e reabilitação no espaço construído

20 – Integração entre uso do solo e transportes

21 – Inteligência artificial no planeamento, conceção e gestão de cidades e territórios

22 – Planeamento e gestão do uso do solo

23 – Planeamento sustentável

24 – Planeamento, organização e sustentabilidade em eventos

25 – Qualidade de vida urbana

26 – Questões socioambientais

27 – Questões socioeconómicas

28 – Simulações ambientais

29 – Sistemas de apoio à decisão

30 – Sistemas de apoio ao planeamento

31 – Sistemas de emergência e segurança em meio urbano

32 – Sistemas de informação e sistemas de informação geográfica

33 – Sistemas urbanos resilientes

34 – Sustentabilidade e eficiência na logística

35 – Sustentabilidade em transportes

36 – Transição energética sustentável e descarbonização

SUMÁRIO

I. AMBIENTE E ENERGIA

2 – Ambiente do espaço construído

ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE LUCAS DO RIO VERDE-MT 37

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS DE APARTAMENTOS: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO PILOTO DO ARTEFATO "MEU APÊ" EM UBERLÂNDIA (BRASIL) 49

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - O CASO DO CENTRO ESPECIALIZADO EM REABILITAÇÃO (CER) 61

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM ESPAÇOS URBANOS NUM CONTEXTO DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. UMA ANÁLISE DE PROJETOS EUROPEUS ENTRE 2014 E 2023 73

7 – Clima, planeamento, reabilitação ambiental e ecologia urbana

A VAZANTE DE 2023 NA BACIA DO AMAZONAS COMO EVENTO EXTREMO E SEUS IMPACTOS NAS CIDADES 84

8 – Conforto ambiental em espaços urbanos

INTERFACES ENTRE O PLANEJAMENTO URBANO E O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO MUNICIPAL: UMA ANÁLISE PARA A CIDADE DE BELO HORIZONTE, MG, BRASIL 94

A INFLUÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS URBANAS E EDÍLICAS NA TEMPERATURA DO AR DO AMBIENTE INTERNO: UM ESTUDO NO CLIMA TROPICAL BRASILEIRO 106

14 – Espaços verdes no planeamento urbano sustentável e resiliente

À SOMBRA DA SAÚDE: O PAPEL DA OBSTRUÇÃO URBANA NA ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA 118

17 – Gestão ambiental

PRODUÇÃO DE TIJOLOS PRENSADOS COM RESÍDUOS DA MINERAÇÃO DA PEDRA CARIRI, CEARÁ, BRASIL 129

19 – Habitação e reabilitação no espaço construído

PROJETO FOTOVOLTAICO PARA ALÍVIO DA POBREZA MULTIDIMENSIONAL: ESTUDO DE CASO PARA A OCUPAÇÃO CARLOS MARIGHELLA EM FORTALEZA, CEARÁ, NO BRASIL 138

26 – Questões socioambientais

INICIATIVAS PARA AUMENTO DE COLETA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UMA PESQUISA APLICADA À CADEIA REVERSA BRASILEIRA 150

II. CIDADES INOVADORAS E INTELIGENTES

1 – Acessibilidade e mobilidade urbanas

ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO: UMA ANÁLISE SOBRE A RELAÇÃO DOS ODS COM A MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE MACEIÓ, ALAGOAS 162

2 – Ambiente do espaço construído

PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO PAÇO DO LUMIAR EM LISBOA 174

5 – Cidades climaticamente neutras e inteligentes

COMO AS CIDADES INTELIGENTES CONTRIBUEM PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E LOCAL? O CASO DA CIDADE DE SÃO PAULO 186

ECONOMIA CIRCULAR: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE CIDADES CIRCULARES NO BRASIL 198

6 – Cidades e regiões digitais

COMPLEXOS DE INOVAÇÃO E PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO A PARTIR DE DOIS ESTUDOS DE CASO: DA RETÓRICA DA INOVAÇÃO A REPRODUÇÃO DE ESPAÇOS DA NOVA ECONOMIA 210

WEB ACCESSIBILITY OF TRAVEL AGENCIES AND MUSEUMS FOR ACCESSIBLE TOURISM IN THE ALGARVE 222

7 – Clima, planeamento, reabilitação ambiental e ecologia urbana

CIDADE E NATUREZA: SP SOLARPUNK, LIMIARES ENTRE DISTOPIA, UTOPIA E ONDE ESTAMOS 234

10 – Equidade e inclusão no planeamento

URBANISMO SOCIAL E INCLUSÃO URBANA: A EXPERIÊNCIA DAS USINAS DA PAZ EM BELÉM-PARÁ-BRASIL 246

CONSTRUINDO ESPAÇOS INCLUSIVOS: INTEGRANDO EQUIDADE E DIVERSIDADE NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA 256

14 – Espaços verdes no planeamento urbano sustentável e resiliente

SINERGIA VERDE-TECNOLÓGICA: UNINDO NATUREZA, TECNOLOGIA E DESIGN BIOFÍLICO NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES RESILIENTES 268

17 – Gestão ambiental

O PAPEL DAS ÁRVORES NAS CIDADES - SEQUESTRO DE CARBONO E OUTROS SERVIÇOS ECOSSISTÉMICOS 280

19 – Habitação e reabilitação no espaço construído

DO ENVELHECIMENTO À INOVAÇÃO URBANA: ESTRATÉGIA PARA PROMOVER A SATISFAÇÃO HABITACIONAL DA PESSOA IDOSA 292

21 – Inteligência artificial no planeamento, conceção e gestão de cidades e territórios

VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA ELÉTRICOS E AUTÔNOMOS: IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE OPERAÇÃO EM COMBOIO À LUZ DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 303

29 – Sistemas de apoio à decisão

SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CENTRADO NO HUMANO APLICADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E TOMADAS DE DECISÃO 315

32 – Sistemas de informação e sistemas de informação geográfica

GEOGOVERNANÇA EM CIDADES INTELIGENTES: INOVAÇÕES DISRUPTIVAS E A CIÊNCIA CIDADÃ APLICADAS À CONSTRUÇÃO DA INTELIGÊNCIA TERRITORIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 327

ANÁLISE E METODOLOGIA DO MAPEAMENTO COLABORATIVO DO CONJUNTO ARQUITETÔNICO E URBANÍSTICO DE SÃO JOÃO DEL-REI: UMA ABORDAGEM INTERINSTITUCIONAL 339

33 – Sistemas urbanos resilientes

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA A AUXILIAR NA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM ÁREAS JÁ URBANIZADAS 351

III. MOBILIDADE E TRANSPORTE

1 – Acessibilidade e mobilidade urbanas

PROCEDIMENTOS DE APROPRIAÇÃO DE CUSTOS E CÁLCULO TARIFÁRIO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS – UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS ABORDAGENS BRASILEIRA E INTERNACIONAL 362

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS: UMA INVESTIGAÇÃO DAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS E DE PADRÕES REGIONAIS INTERNACIONAIS 374

VELOCIDADES INSEGURAS NO ENTORNO DE UNIDADES DE SAÚDE E ESCOLAS 386

MOBILIDADE URBANA NO FOCO DA SAÚDE: UM ESTUDO SOBRE A ACESSIBILIDADE DE PACIENTES COM TUBERCULOSE PULMONAR EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM/MINAS GERAIS, BRASIL 398

CÁLCULO DOS INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CIDADE DE JATAÍ-GO 410

DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE MICROACESSIBILIDADE EM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS: UM ESTUDO PARA O HIPERCENTRO DE BELO HORIZONTE 421

A DINÂMICA DO TRANSPORTE PÚBLICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO: UMA PERSPECTIVA DE DEMANDA DE 2017 A 2023 433

A POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA DAS CIDADES DE MÉDIO PORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO: OPORTUNIDADES, DESAFIOS E CONTRADIÇÕES DOS PLANOS DIRETORES DE MOBILIDADE URBANA 445

O PLANO DE MOBILIDADE URBANA DO MUNICÍPIO DE FRANCA/SP: ASPECTOS DISSONANTES DO CONTEÚDO DA LEI PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA POLÍTICA PÚBLICA MUNICIPAL VOLTADA AOS MODOS DE TRANSPORTE MAIS SUSTENTÁVEIS 457

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CAMINHABILIDADE EM CAMPUS UNIVERSITÁRIOS: O CAMPUS DA UNESP DE BAURU 469

VELOCIDADES INSEGURAS E NÍVEL DE RENDA EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE CURITIBA 481

ANÁLISE DE DEMANDA POTENCIAL DE USUÁRIOS DO APLICATIVO INDRIVE PARA VIAGENS URBANAS 493

A BICICLETA FEMININA: FATORES DETERMINANTES PARA A PRÁTICA DO CICLISMO NA PERCEPÇÃO DE MULHERES DE MONTREAL E BELO HORIZONTE 505

DETALHANDO O IMPACTO DA TOPOGRAFIA NAS CONDIÇÕES DE CAMINHABILIDADE EM ÁREAS DE ADENSAMENTO URBANO 517

EXPLORANDO O USO DO TRANSPORTE PÚBLICO PARA SERVIÇOS DE CROWDSHIPPING 529

EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE ALTA E BAIXA RENDA E ACESSIBILIDADE A EMPREGOS FORMAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA APLICADA À REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA, BRASIL 541

UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO DE TRÁFEGO CICLOVIÁRIO EM CIDADES DE PORTE MÉDIO 553

ACESSO AOS PONTOS DE EMBARQUE DO SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS EM BELO HORIZONTE/MG/BRASIL: INDICADORES DE MICROACESSIBILIDADE 565

ACESSIBILIDADE AOS EQUIPAMENTOS DE SAUDE DA POPULAÇÃO IDOSA DE BELO HORIZONTE/MG: EVIDÊNCIAS E DESAFIOS 577

ANÁLISE DAS VELOCIDADES DE TRAVESSIA SEGUINDO AS ESPECIFICIDADES DAS PESSOAS IDOSAS: UM ESTUDO DE CASO PARA BELO HORIZONTE (MINAS GERAIS/BRASIL) 589

MEASURING SPATIAL ACCESSIBILITY TO HEALTHCARE SERVICES FOR OLDER ADULTS: A CASE STUDY FOR LISBON 601

INVESTIGAÇÃO DA ESCOLHA MODAL EM VIAGENS PARA DIFERENTES CAMPI DE UMA UNIVERSIDADE 613

PESSOAS IDOSAS E A CAMINHABILIDADE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA 625

UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA A DETERMINAÇÃO DA CICLABILIDADE DA CIDADE DA PÓVOA DE VARZIM 636

ESPAÇO URBANO E O PEDESTRE: UM ESTUDO DE CASO PARA AVALIAR A ATRATIVIDADE DOS EQUIPAMENTOS URBANOS NOS NÚCLEOS DE ATIVIDADES ECONÔMICAS (NAES) 648

CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTE E DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE VIAGEM NOS CAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM) 660

TRANSPORTE PÚBLICO E MERCADO IMOBILIÁRIO: UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ACESSIBILIDADE E PREÇO DOS IMÓVEIS 672

FATORES SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS À CAMINHABILIDADE DA PESSOA IDOSA: UMA REVISÃO DA LITERATURA 684

PADRÕES DE UTILIZAÇÃO DE TROTINETES PARTILHADAS NO PERÍODO PRÉ E PÓS PANDÉMICO DA COVID-19. O CASO DA CIDADE DE BRAGA, PORTUGAL 696

CALÇADAS, FAIXAS DE TRAVESSIA PARA PEDESTRES E SINALIZAÇÃO EM ROTAS ACESSÍVEIS LOCALIZADAS EM SÍTIOS HISTÓRICOS: UM ESTUDO SOBRE ACESSIBILIDADE NO CENTRO HISTÓRICO DE SALVADOR – BAHIA 707

A CAMPANHA EDUCATIVA DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO MAIO AMARELO NO CAMPUS DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA DF, BRASIL: UMA ANÁLISE COMPORTAMENTAL 719

A CIDADE DE 15 MINUTOS E AS REDES DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS 731

MELHORAR A EXPERIÊNCIA DO PEDESTRE: UMA INTERVENÇÃO DE URBANISMO TÁTICO APLICADA EM GOIÂNIA, NO BRASIL 743

TORNANDO A MOBILIDADE ELÉTRICA INCLUSIVA: ESTRATÉGIAS DE SEGURANÇA PARA PEÕES CEGOS EM AMBIENTES URBANOS 755

ANÁLISE DA GEOMETRIA VIÁRIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA SEGURANÇA DO TRÁFEGO DE VEÍCULOS PESADOS DE CARGA EM CORREDORES URBANOS DE MANAUS (AM) 767

DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL (DOTS): TRAÇANDO UM COMPARATIVO ENTRE DOIS SETORES CENSITÁRIOS DISTINTOS DA CIDADE DE SÃO CARLOS-SP 779

A UTILIZAÇÃO DO MODO PEDONAL NA CIDADE DO PORTO E AS PERCEÇÕES DOS RESIDENTES SOBRE ESTE MODO DE DESLOCAÇÃO 791

2 – Ambiente do espaço construído

AS PREFERÊNCIAS VISUAIS DO AMBIENTE URBANO COMO ESTÍMULO A CAMINHABILIDADE 803

3 – Análise espacial

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ACESSO AO SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS EM BELO HORIZONTE: UMA ANÁLISE COM BASE NAS ESTIMATIVAS DE EMBARQUE 812

A PROPRIEDADE DE MOTOCICLETAS NO BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO COM BASE NOS DADOS DO SENATRAN 824

MAPEAMENTO DE VIELAS EM FAVELAS BASEADO EM DADOS DE SISTEMA DE VARREDURA À LASER AEROTRANSPORTADO 836

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E GOOGLE EARTH NA ANÁLISE ESPACIAL DOS ESTACIONAMENTOS PARA AUTOMÓVEL NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL 847

11 – Efeitos urbanos e regionais e políticas públicas decorrentes da COVID-19

RESILIÊNCIA DE ATIVIDADES E USO DE TECNOLOGIAS COMO FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE 859

17 – Gestão ambiental

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PORTUÁRIO DO PORTO DE SANTANA NO CONTEXTO DO PROJETO ARCO NORTE ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO – AHP 871

18 – Gestão de infraestruturas

AREIA DE MINÉRIO DE FERRO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ESTRADAS DE TERRA RURAIS 883

INCORPORANDO A CICLICIDADE DO PIB NA PROJEÇÃO DE TRÁFEGO: UMA ABORDAGEM INOVADORA PARA CONCESSÕES RODOVIÁRIAS 895

MAPEAMENTO DA LITERATURA SOBRE TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS 906

ANÁLISE PONDERADA E PARTICIPATIVA DA CAMINHABILIDADE SOB A ÓTICA INFANTO-JUVENIL 918

ANÁLISE DE SINISTROS DE TRÂNSITO E AS CONTRAMEDIDAS DA METODOLOGIA IRAP: ESTUDO DE CASO PARA UMA PROJETO DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA NO ESTADO DO PARANÁ 930

20 – Integração entre uso do solo e transportes

ESTUDO DE ÁREA DE INFLUÊNCIA E IMPACTO DE TRÁFEGO EM ACESSO AMBULATORIAL DE UMA INDÚSTRIA 942

21 – Inteligência artificial no planeamento, conceção e gestão de cidades e territórios

MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE USO A PARTIR DO BIG DATA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FORTALEZA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM APRENDIZADO DE MÁQUINA 954

22 – Planeamento e gestão do uso do solo

POLOS GERADORES DE VIAGENS: ANÁLISE DO IMPACTO CAUSADO PELOS EMPREENDIMENTOS ALTEZZA E NEW LIFE NO MUNICÍPIO DE JATAÍ-GO 966

PLANEJAMENTO TERRITORIAL E O DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS METROFERROVIÁRIOS: HÁ EVIDÊNCIAS DE IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO URBANO? O CASO DO VLT DE FORTALEZA 978

23 – Planeamento sustentável

ESTUDO DE ASPECTOS PARA ESCOLHA DE TRANSPORTE PÚBLICO ANTES E APÓS A PANDEMIA: ANÁLISE EM UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA 990

25 – Qualidade de vida urbana

RELAÇÕES ENTRE TRANSPORTE, SAÚDE E ENGAJAMENTO NO AMBIENTE DE TRABALHO 1002

ANÁLISE ESPACIAL DA (IN)SEGURANÇA PARA MOBILIDADE DE CICLISTAS EM GOIÂNIA: UMA PROPOSTA BASEADA EM UM MAPA DE VULNERABILIDADE VALIDADO PELO MÉTODO IRAP 1014

SOLUÇÕES PARA A MOBILIDADE ATIVA NO CONTEXTO DE UMA BRASÍLIA INTELIGENTE, HUMANA E SUSTENTÁVEL A PARTIR DOS MODELOS DE VIENA E COPENHAGUE 1026

27 – Questões socioeconómicas

AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA PARA ESTUDANTE NO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF 1038

CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE USUÁRIO DO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF ATRAVÉS DE DADOS DO SISTEMA DE BILHETAGEM 1047

29 – Sistemas de apoio à decisão

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF ATRAVÉS DO DEA 1056

DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO EM ALTERYX DESIGNER COM BASE EM DADOS DE MODELO DE MACROSIMULAÇÃO EMME PARA ANÁLISE DE ALTERNATIVAS EM VIAS AUSTRALIANAS 1068

30 – Sistemas de apoio ao planeamento

ESTUDO DOS PADRÕES DE DESLOCAMENTO DOS USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE PEQUENO PORTE 1080

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA A LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE PARADA E DESCANSO EM RODOVIAS 1092

POLÍTICAS DE INCENTIVO AOS MODOS ATIVOS EM PLANOS DE MOBILIDADE NO BRASIL E EM PORTUGAL 1104

32 – Sistemas de informação e sistemas de informação geográfica

ANALYSIS OF GEOPROCESSING TOOLS IN THE VACCINE DISTRIBUTION NETWORK: A CASE STUDY IN THE SOUTHERN REGION OF SANTA CATARINA 1116

33 – Sistemas urbanos resilientes

RESILIENCE OF URBAN MOBILITY IN THE FACE OF THREATS RELATED TO FOSSIL FUELS USING QUALITATIVE SYSTEM DYNAMIC MODELS 1128

ANÁLISE DA RESILIÊNCIA DE UM SISTEMA METROVIÁRIO FRENTE A EVENTOS DE INTERFERÊNCIAS DE TERCEIROS 1140

34 – Sustentabilidade e eficiência na logística

TÉCNICAS E PRÁTICAS APLICADAS NA LOGÍSTICA EM FAVELAS 1152

PROJETO MAPAS: METODOLOGIA INOVADORA PARA PLANEJAMENTO URBANO EM ÁREAS DE RISCO FERROVIÁRIO EM BELO HORIZONTE E CONTAGEM 1164

EQUIDADE NO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NO NORTE E SUL GLOBAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA 1176

35 – Sustentabilidade em transportes

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE INTEGRADA DE MOBILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS PARA UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO 1188

TRANSFORMANDO O TRANSPORTE COM MOBILITY AS A SERVICE: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 E OS OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE DA ONU 1200

PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NA PERSPECTIVA DO CONFORTO 1212

POTENTIAL IMPACTS OF AUTOMATED VEHICLES ON SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: A SYSTEM DYNAMICS APPROACH 1224

A PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL DOS TRABALHADORES DAS INDÚSTRIAS NUMA REVISÃO DA LITERATURA 1236

IV. PLANEAMENTO REGIONAL E URBANO

1 – Acessibilidade e mobilidade urbanas

DESENHO DE RUAS PARA PEDESTRES: UM OLHAR SEGUNDO O MANUAL DE DESENHO DE RUAS DO RECIFE, BRASIL 1247

2 – Ambiente do espaço construído

CIDADE DE MADEIRA ENTRE PATRIMÔNIO E LEGISLAÇÃO URBANA 1259

PLANEJAR A NATUREZA NA CIDADE EXISTENTE 1271

REQUALIFICAÇÃO DA PAISAGEM URBANA NA ÁREA DA FERROVIA DE JUNDIAÍ – SP 1281

AGING IN PLACE E CASA INTELIGENTE, CONCEITOS ASSOCIADOS NO CAMPO DA ARQUITETURA E DO URBANO PARA O ENVELHECER COM SAÚDE 1293

PATRIMÔNIO CULTURAL ARQUITETÔNICO NA DIMENSÃO URBANA 1305

A QUALIDADE ESPACIAL E PERCEPTIVA DE UM ESPAÇO URBANO DE LAZER: O PARQUE VITÓRIA RÉGIA DE BAURU (SP - BRASIL) 1317

MANUAL DE DESENHO DE RUAS: FERRAMENTA PARA TRANSFORMAÇÃO URBANA NA CIDADE DO RECIFE, BRASIL 1329

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO POR ÔNIBUS: O CASO DO MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO – GO (BRASIL) 1341

O RECONHECIMENTO DA IDENTIDADE DO PONTAL DA BARRA COMO INSTRUMENTO DE SALVAGUARDA DOS SABERES E FAZERES 1353

A CIDADE NÃO É UMA ILHA: A PANDEMIA NOS BAIRROS DE PAQUETÁ E URCA, NO RIO DE JANEIRO, RJ 1365

3 – Análise espacial

REGIÕES URBANAS FUNCIONAIS VERSUS REGIÕES METROPOLITANAS OFICIAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO: UM ESTUDO LONGITUDINAL COMPARATIVO 1377

O EFEITO DA MOBILIDADE NA CONFIGURAÇÃO DA CENTRALIDADE NA ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA, PORTUGAL 1389

VAZIOS DE INFORMAÇÃO & INFORMALIDADE: WEB-SCRAPING PARA IDENTIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS 1401

ANÁLISE INTEGRADA DA DENSIDADE URBANA E DA OFERTA DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS DE EDUCAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO 1408

ANÁLISE DO DEFICIT HABITACIONAL INTRAMUNICIPAL: JACAREÍ-SP COMO ESTUDO DE CASO 1420

A TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO INTRAURBANO DOS SETORES COMERCIAIS DE BRASÍLIA- DF 1432

DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS E DILEMAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS HABITACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO NA CAPITAL POTIGUAR, BRASIL 1444

DIVERSAS FACES DO DEFICIT INTRAURBANO EM SÃO PAULO: OS MUNICÍPIOS PAULISTAS SEGUNDO ÁREAS DE PONDERAÇÃO 1456

OS SIGNOS DO URBANO: EMPATIA ESPACIAL NUM BAIRRO HISTÓRICO DE SÃO PAULO/SP, BRASIL 1468

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN 1479

ANÁLISE DE AVANÇO TEMPORAL DA MALHA URBANA SOBRE AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO/BA 1491

ESGOTO A CÉU ABERTO: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS, ESTUDO DE CASO NO CONJUNTO HABITACIONAL FELIPE CAMARÃO NA CIDADE DE NATAL/RN 1500

PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA E DISPARIDADES SOCIAIS EM CIDADES LITORÂNEAS: UM ESTUDO DE CASO EM TIBAU, RN, BRASIL 1511

UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO E SUPERFÍCIE (MDT E MDS) NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENXURRADAS E ENCHENTES NO BAIRRO PINHALZINHO EM HOLAMBRA/SP (BRAZIL) 1520

ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ZONA URBANA DA CIDADE DA GUARDA, PORTUGAL 1532

7 – Clima, planeamento, reabilitação ambiental e ecologia urbana

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA GESTÃO DAS ÁGUAS: OFICINAS DE CO-DESENHO COM A COMUNIDADE NA CIDADE DO PARANOÁ-DF 1544

ANÁLISE DO POTENCIAL PRODUTIVO DE HORTALIÇAS EM CULTIVO CONVENCIONAL NO BAIRRO PRAIA DAS PALMEIRAS, CARAGUATATUBA-SP 1556

PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL NA VILA DA CAPILHA: ANÁLISE ESPACIAL COM TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO 1568

CIDADE! SENTE O CLIMA. MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO COMO ELEMENTOS ESSENCIAIS NA REGULAÇÃO JURÍDICA DO SOLO URBANO 1578

TRAJETÓRIAS DE ADAPTAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS JAPONESAS E BRASILEIRAS 1590

MICROCLIMAS EM CENTRO COMERCIAL DE MACEIÓ - AL: INVESTIGAÇÃO EM DIFERENTES MORFOLOGIAS URBANAS DE CIDADE TROPICAL COSTEIRA 1602

DINÂMICAS URBANAS E ÁREAS INUNDÁVEIS: UM ESTUDO DE MODELAGEM URBANA COM AS CIDADES DE CERRITO E PEDRO OSÓRIO, NO SUL DO BRASIL 1614

FORMAÇÃO POPULAR PARA ELABORAÇÃO DO PLANO COMUNITÁRIO DE GESTÃO DE RISCOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NO SOL NASCENTE – DF 1626

VULNERABILIDADE URBANA DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR SOBRE A O COMPLEXO DE FAVELAS DE PARAISÓPOLIS EM SÃO PAULO, BRASIL 1638

CONFORTO TÉRMICO URBANO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANEJAMENTO URBANO DAS CIDADES DA AMAZÔNIA BRASILEIRA 1650

8 – Conforto ambiental em espaços urbanos

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAVIMENTO DE CONCRETO POROSO COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DOS EFEITOS DAS ILHAS DE CALOR URBANAS 1662

ANÁLISE DA MUDANÇA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ-MG 1673

10 – Equidade e inclusão no planeamento

POR UM DESENVOLVIMENTO URBANO PARTICIPADO: ENGAJAMENTO CIVIL E INOVAÇÃO SOCIAL NO QUARTIERE DI VIA ARQUATA, EM TURIM (ITALIA) 1685

MAPAS E MAPEAMENTO EM DESIGN SOCIAL: UMA ANÁLISE DA COMUNIDADE ARTESÃ DE MOITA REDONDA 1697

PLANEJAMENTO INCLUSIVO: UMA ANÁLISE DOS ODS E DA INSEGURANÇA FEMININA EM PRESIDENTE PRUDENTE 1709

APREENSÃO DAS ESPECIFICIDADES LOCAIS COMO CAMINHO PARA CIDADES INCLUSIVAS: ESTUDO A PARTIR DO BAIRRO VILA NEUMA NO PLANO DIRETOR DE IGUATU/CE, BRASIL 1721

IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS PRIORITÁRIAS PARA INVESTIMENTO EM SAÚDE A PARTIR DE ATRIBUTOS DE ACESSIBILIDADE SOCIOESPACIAL 1733

PLANEJAMENTO URBANO PARTICIPATIVO: POTENCIALIDADES E DESAFIOS NO USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS EM REDE 1745

12 – Ergodesign e usabilidade nos espaços urbanos

IPLAZA: UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PRAÇAS URBANAS BRASILEIRAS 1757

13 – Espaços urbanos como espaços turísticos

SÃO LUÍS: ENTRE O RESGATE CULTURAL E A POLÍTICA TURÍSTICA - DESAFIOS E PERSPECTIVAS 1769

OS MODOS DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL DOS VALORES DO TURISMO HISTÓRICO E CULTURAL: UM ESTUDO DA ESTRUTURA DE GESTÃO DA SALVAGUARDA EM MOSSORÓ, RN, BRASIL 1781

REFERÊNCIAS CULTURAIS ENQUANTO PROCESSOS DE OCUPAÇÃO TURÍSTICA NO LITORAL NORTE DE MACEIÓ-ALAGOAS-BRASIL 1793

POTENCIAL TURÍSTICO DOS ESPAÇOS CEMITERIAIS NO CONTEXTO DA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL 1805

14 – Espaços verdes no planeamento urbano sustentável e resiliente

OS ESPAÇOS DA PRAÇA COMO EFEITO DE RECONEXÃO AO MEIO AMBIENTE E A SOCIALIZAÇÃO URBANA 1817

PROJETO REDE DE PARQUES DA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA, BRASIL 1828

O LUGAR DAS VÁRZEAS NA PRODUÇÃO DAS CIDADES: PAISAGENS DE RESILIÊNCIA E DIVERSIDADE NAS IMEDIAÇÕES DO RIO BAURU 1840

CONEXÕES REGIONAIS DA INFRAESTRUTURA VERDE COMO FATOR DE RESILIÊNCIA URBANA ECOLÓGICA: O CASO DA CUESTA BASÁLTICA DE BOTUCATU-SP, BRASIL 1852

JARDINS DE CHUVA: ESTUDO EXPERIMENTAL COM ESPÉCIES NATIVAS DO BRASIL 1864

AS ÁREAS NATURAIS NO CONTEXTO URBANO E RURAL DE MACATUBA-SP 1876

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE UM PARQUE URBANO NO ENTORNO CONSTRUÍDO POR MEIO DE SIMULAÇÃO MICROCLIMÁTICA EM CIDADE TROPICAL 1887

15 – Estatística espacial

MÉTODO DE ESTIMATIVA DO DÉFICIT HABITACIONAL POR APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO: RIBEIRÃO PRETO-SP, BRASIL 1899

16 – Geomática aplicada à gestão do território

(IN)SEGURANÇA HÍDRICA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA ABORDAGEM INTEGRADORA E PARTICIPATIVA DAS RELAÇÕES ÁGUA, CLIMA E TERRITÓRIO 1911

18 – Gestão de infraestruturas

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE REVESTIMENTO E DA IDADE DO PAVIMENTO NA MACROTEXTURA E NA MICROTEXTURA EM RODOVIAS NO DISTRITO FEDERAL 1923

ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE VIAS URBANAS NO BRASIL 1935

19 – Habitação e reabilitação no espaço construído

O PROCESSO DE FINANCEIRIZAÇÃO DA MORADIA NA PERIFERIA DO CAPITALISMO: O CASO DO BRASIL E DO PROGRAMA “MINHA CASA MINHA VIDA” EM 2023 COMO RECEITUÁRIO PARA RETOMADA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO 1947

O DIREITO À MORADIA COMO PRECURSOR DO DIREITO À CIDADE: REFLEXÕES SOBRE O MODELO MORADIA PRIMEIRO E O COLETIVO ALUGUEL SOLIDÁRIO 1959

MORADIA DIGNA NA VELHICE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO NO PALACETE DOS ARTISTAS NA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL 1971

DIMENSÕES DE ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PROGRAMAS HABITACIONAIS: O SOFTWARE PLANHIS 1983

INTERVENÇÕES URBANAS E HABITAÇÃO NO CENTRO HISTÓRICO DE BELÉM: NEM JUNTAS, NEM SEPARADAS 1995

VACÂNCIA HABITACIONAL: UMA SOLUÇÃO PARA O DÉFICIT HABITACIONAL? 2007

PLANEJAMENTO CONTRA-HEGEMÔNICO E TECNOLOGIAS SOCIAIS: DIÁLOGOS POSSÍVEIS A PARTIR DA OCUPAÇÃO TIRADENTES II – CURITIBA 2019

20 – Integração entre uso do solo e transportes

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS ÀS OCUPAÇÕES NO ENTORNO DAS FERROVIAS NO BRASIL 2031

21 – Inteligência artificial no planeamento, conceção e gestão de cidades e territórios

CONSTRUÇÃO DE RESILIÊNCIA URBANA CONTRA DESASTRES CLIMÁTICOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS APOIADA POR FERRAMENTAS DO GOOGLE EARTH ENGINE 2043

APLICAÇÃO DE MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL EM ESTRADAS VICINAIS E PAVIMENTADAS A PARTIR DE VÍDEOS 2053

MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL INTEGRADO AO AMBIENTE INFRAWORKS 2065

22 – Planeamento e gestão do uso do solo

DESENVOLVIMENTO DE UM PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE IMPACTOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO POR MEIO DE CENÁRIOS COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO 2077

PRIORIDADES E COMPLEXIDADES: IDENTIFICANDO DESAFIOS URBANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE PIRACICABA 2089

O INTERESSE PÚBLICO NO PLANEJAMENTO URBANO: AMEAÇAS PERCEBIDAS A PARTIR DA TRANSFORMAÇÃO MORFOLÓGICA URBANA DE CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE ENTRE 2006 E 2021 2101

CIDADE (IN)CONSEQUENTE: O CASO DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO 2113

O CÓDIGO URBANO CONTEXTUALIZADO: INSTRUMENTO URBANÍSTICO REGULADOR DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 2125

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS E SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS DA EXPANSÃO URBANA DE NOVO HORIZONTE-SP (BRASIL) NA DRENAGEM SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ESTIVA 2137

O PAPEL DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) NA APROVAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS: O CASO DE SÃO CARLOS (SP) 2149

USO REAL VERSUS USO FORMAL DA TERRA NA AMAZÔNIA MARANHENSE: CONDICIONANTES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 2161

VAZIOS EDIFICADOS RESIDENCIAIS NA ÁREA CENTRAL - QUADRILÁTERO CENTRAL - DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO – SP 2173

CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRASIL 2185

VERTICALIZAÇÃO NO BEXIGA: SIMULAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS POTENCIAIS CONSTRUTIVOS ENCOBERTOS PELA ENVOLTÓRIA DE TOMBAMENTO 2197

OPERAÇÕES URBANAS OU REGULAÇÕES CONVENCIONAIS? O DILEMA DO REDESENVOLVIMENTO URBANO DE SÃO PAULO: O CASO DA OPERAÇÃO URBANA ÁGUA BRANCA E DO DISTRITO DE PERDIZES 2209

AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE DE ALAGAMENTOS NA ZONA URBANA DE TERESINA – PI: ESTUDO DE CASO DOS TECIDOS URBANOS DOS BAIRROS MORROS E PORTAL DA ALEGRIA 2221

A EXPANSÃO HORIZONTAL EM DIREÇÃO ÀS ÁREAS PERIURBANAS DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG: ANÁLISE DO PROCESSO DE VALORIZAÇÃO DO SOLO 2233

EXPANSÃO URBANA PARA QUEM CONVÉM: REFLEXÕES SOBRE AS BASES CONCEITUAIS DO SOLO CRIADO 2244

23 – Planeamento sustentável

ABORDAGENS VIA AHP E FUCOM NA AVALIAÇÃO DA APTIDÃO TURÍSTICA SUSTENTÁVEL: MUNICÍPIO DE PIRASSUNUNGA, BRASIL 2256

REFLEXÕES SOBRE URBANISMO: CIDADES PLANEJADAS E ESPONTÂNEAS 2267

ABORDAGENS DO CONCEITO DE PAISAGEM NOS INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS DE CIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA TIETÊ-JACARÉ 2277

POLÍTICAS PÚBLICAS E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DO MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS POR MEIO DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SBN) 2289

INDICADORES DA SAÚDE QUE CONTRIBUEM PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS 2301

JUSTIÇA AMBIENTAL E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL 2313

EFICIÊNCIA DE SOLUÇÕES MITIGADORAS DE VAZÃO NA ESCALA DO LOTE EM REGIÕES A MONTANTE DE UMA MICROBACIA URBANA 2324

TRANSECTOS VERDES: UM MODELO TEÓRICO-ESPACIAL PARA O PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL 2336

CRESCIMENTO POPULACIONAL E CONSUMO DE TERRA NAS CIDADES BRASILEIRAS: DESAFIOS AO PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL 2348

25 – Qualidade de vida urbana

CIDADE E FERROVIA: AS TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM CULTURAL DA CIDADE DE CAMPO GRANDE-MS 2360

A PAISAGEM URBANA DE ITÁPOLIS–SP ENQUANTO REPRESENTAÇÃO CULTURAL E SOCIAL 2372

TRANSFORMANDO ESPAÇOS URBANOS ATRAVÉS DE UM LABORATÓRIO: ANÁLISE DOS IMPACTOS E PROPOSTAS DE INOVAÇÃO PARA OURO PRETO, MINAS GERAIS 2382

QUALIDADE DOS ESPAÇOS VERDES DE LAZER: PLANEJANDO QUALIDADE DE VIDA 2394

BAIRROS SAUDÁVEIS: PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA E COMUNIDADES SAUDÁVEIS 2404

OS DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE COMO NORTEADORES PARA AMBIENTES SAUDÁVEIS EM DISTRITOS DO CONHECIMENTO 2416

ANÁLISE DO PERCENTUAL DE PERMEABILIDADE DO SOLO EM ESPAÇOS INTRALOTES DE CENÁRIOS HIPOTÉTICOS, ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL, PARA A CIDADE DE MACEIÓ-AL 2428

AMOR POR SÃO MIGUEL: ANÁLISE DAS AÇÕES DE URBANISMO TÁTICO EM UMA CIDADE INTERIORANA DA AMAZÔNIA 2440

COMPLEXO JÚLIO PRESTES E A INSERÇÃO URBANA NA AMBIÊNCIA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO PAULO (SP): ANÁLISE DO PARÂMETRO DE LOCALIZAÇÃO DA MORADIA ADEQUADA 2452

26 – Questões socioambientais

AS RELAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DO CONJUNTO HISTÓRICO E PAISAGÍSTICO DE IGUAPE – SP E A TERRITORIALIDADE INDÍGENA, A PARTIR DE SEU TOMBAMENTO PELO IPHAN 2464

PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS VERDES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE A RELAÇÃO LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA E AS ÁREAS VERDES NATURAIS NO ESPAÇO INTRA URBANO DE VOTUPORANGA, SÃO PAULO, BRASIL 2472

DESAFIOS URBANOS EM ATENAS: ENTRE A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL E A COEXISTÊNCIA COM GATOS DE RUA 2484

A OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL POR FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS EM TERESINA-PI 2494

MAPEAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS DE SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DE TERRA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO (SP), BRASIL 2506

EXPANSÃO URBANA: PREDIÇÃO GEOESPACIAL NO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS, RIO DE JANEIRO, BRASIL 2518

DESENVOLVIMENTO DE HIDROVIAS, SUSTENTABILIDADE E A PERSPECTIVA DAS COMUNIDADES LOCAIS: ESTUDO DE CASO NO RIO TOCANTINS, BRASIL 2530

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ÁREAS RURAIS TURÍSTICAS 2542

A EPIDEMIA DE ARBOVIROSES EM MINAS GERAIS (2023): ANÁLISE A PARTIR DA DIMENSÃO DA GEOGRAFIA DA SAÚDE 2554

27 – Questões socioeconómicas

FLUXOS DECISÓRIOS NA FORMULAÇÃO DO PLANEJAMENTO REGIONAL DA CHESF NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO 2566

AS FORÇAS SOCIAIS, ECONÔMICAS E POLÍTICAS DA URBANIZAÇÃO PERIFÉRICA: TRANSFORMAÇÕES EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM LONDRINA-PR 2578

URBAN LAND USE MODELING: VON THUNEN'S ISOLATED STATE REVISITED 2590

PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS NA RECENTE EVOLUÇÃO DO MERCADO DE HABITAÇÃO EM PORTUGAL 2602

29 – Sistemas de apoio à decisão

PESOS DOS CRITÉRIOS DE COMPETITIVIDADE DAS ROTAS ESCOAMENTO DE SOJA DO MATO GROSSO COM APOIO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA 2614

30 – Sistemas de apoio ao planeamento

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SOFTWARES DE MODELAGEM DE SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO PARA UMA VIA URBANA 2625

METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO PARA AÇÕES DE PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE URBANA: CASO DE UMA CIDADE BRASILEIRA DE PEQUENO PORTE 2637

INFORMATION MODELING FOR SUSTAINABLE URBAN PLANNING AND DEVELOPMENT IN SMALL CITIES: THE CASE OF ICAPUÍ-CE 2649

MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO APLICADOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS 2661

32 – Sistemas de informação e sistemas de informação geográfica

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE (ITU) PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES EM AMBIENTES URBANOS 2673

33 – Sistemas urbanos resilientes

ÍNDICE DE RESILIÊNCIA NA MOBILIDADE URBANA PARA CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE: ESTRUTURA, INDICADORES E PERSPECTIVAS 2682

REDESENVOLVIMENTO URBANO DA ÁREA DA ORLA FERROVIÁRIA DE ARARAQUARA - SP, BRASIL 2692

INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL POR MEIO DO FOMENTO AO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO: O CASO ACRE-AMAZONAS 2704

ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE LUCAS DO RIO VERDE-MT

M. B. Barbosa, K. W. S. Schneider, E. F. T. Borges, J. C. M. Sanches

RESUMO

A construção civil é responsável por garantir ao usuário um ambiente seguro e habitável, por meio de técnicas sustentáveis e eficientes. Há uma gama de ferramentas e normas instrutoras que auxiliam os profissionais na execução de um projeto assertivo. A presente pesquisa buscou avaliar o desempenho acústico de edificações residenciais e os desconfortos nesses ambientes na percepção de seus usuários. A pesquisa foi realizada por meio de questionário semiestruturado com 10 questões, aplicado pelo serviço Google Forms no município de Lucas do Rio Verde – MT, no período de dezembro de 2022 a maio de 2023. Os resultados60 respostas mostraram que a maioria dos usuários classificam suas residências como locais com baixo isolamento acústico. Diversas fontes provocam desconforto aos residentes, desde conversas a fogos de artifício. Nota-se a preocupação dos moradores quanto aos problemas oriundos da exposição continua a esses ruídos, causadores de alterações psicológicas, temperamento, humor e problemas de audição.

1 INTRODUÇÃO

Tratando do desempenho das edificações, a norma NBR 15575 vigora há alguns anos e estabelece parâmetros construtivos de qualidade, visando atender as necessidades do usuário a longo prazo por meio de medidas que garantam segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Dentre os requisitos apresentados, a habitabilidade é a ramificação que impacta diretamente na satisfação do usuário, e dentre suas subdivisões, o desempenho acústico será o requisito analisado.

Sons ou ruídos são advindos dos mais variados tipos, de maquinários à veículos pesados (em locais industrializados), de pessoas conversando, crianças brincando, música em volume alto, carros trafegando em ruas e avenidas movimentadas. Para evitar tais incômodos, a elaboração de um bom projeto e o conhecimento do local da obra permite adequação de componentes de construção que podem cooperar para um isolamento acústico eficaz. No entanto, a falta de percepção do usuário ao desconforto acústico, o pouco acesso e interesse pela norma de desempenho por parte de profissionais das áreas, são evidenciados pelos inúmeros problemas causados pela exposição constante a ruídos e sons, sejam eles construtivos ou psicossociais.

A escassez de aplicabilidade da norma teve impacto recente durante a pandemia do vírus Sars-CoV-2 (Covid 19), expondo as falhas nas edificações devido a permanência em tempo integral das pessoas em suas residências, afetando diretamente a convivência dos usuários.

A reflexão sobre o problema traz questionamentos acerca do desempenho das edificações, visto que os níveis mínimos e intermediários de conforto acústico definidos na norma não são suficientes. Mediante isso, busca-se caracterizar a percepção dos usuários através da psicoacústica, verificando os efeitos do desconforto acústico em edificações residenciais, associando as percepções com possíveis práticas arquitetônicas que implementadas, podem minimizar esses efeitos.

2 ACÚSTICA NA ATUALIDADE

2.1 Panorama no Brasil

O aumento dos centros urbanos, as novas tecnologias, questões de ordem cultural e a grande massa populacional tem provocado o aumento do desconforto acústico. As novas construções deveriam atender os requisitos mínimos presentes na norma de desempenho 15575 de 2013, que rege medidas de conforto acústico para edificações de até 5 pavimentos. No entanto, com o aumento da poluição sonora o requisito mínimo e intermediário da norma pode não oferecer um nível de isolamento acústico que traga conforto ao usuário. Embora ainda seja um fator subestimado, tanto a preocupação de profissionais da área quanto os próprios usuários têm feito o setor da acústica se reinventar, principalmente no período póspandemia.

Com as aulas online sendo executados nas próprias residências, as dificuldades de trabalho, estudos e até de convivência em ambientes residenciais multifamiliares evidenciou os problemas relacionados ao desconforto acústico.

Eniz e Garavelli (2006) dizem que os ruídos urbanos estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, invadindo residências, locais de trabalho, de lazer, hospitais e escolas, podendo prejudicar as relações sociais, a comunicação, o comportamento, o rendimento escolar, a saúde, evidenciando que o nível de desconforto acústico decorrente das mais diversas atividades tem se tornado cada vez mais prejudicial ao ser humano e ao meio ambiente.

Para Carvalho (2010) sabe-se muito pouco, ou quase nada, sobre os conceitos que norteiam um bom projeto de acústica arquitetônica. A bibliografia disponível em português, resumese a poucos livros e tratados, que se perdem em demasiada teoria e nem sempre são encontrados nas livrarias e bibliotecas.

Caringe (2022) defende que existem metodologias de construção que garantem isolamento e conforto acústico, mesmo que a edificação já esteja pronta. É possível diminuir o tempo de reverberação ainda que o ambiente esteja em uso, desde que seja feita uma avaliação profissional e que se esteja disposto a encarar uma reforma, que pode não ser básica.

Neves apud Proacústica (2022) reforça que as salas de reuniões deverão estar preparadas para receber cada vez mais seções de vídeo conferências e teleconferências, controlando a reverberação do som dentro destes espaços. Para ele, o formato híbrido de trabalho, que intercala dias de atividade em casa e nos escritórios, deve permanecer e as necessidades de qualidade acústica, antes fundamentais nos edifícios de escritórios, demandarão novas soluções para os espaços residenciais. Ainda neste sentido, explana sobre a adaptação de espaços para atender as demandas de “home office”, através de bons projetos. Por outro lado, é crescente o número de reclamações quanto às questões de ruído urbano, especificamente no tocante ao número excessivo de veículos trafegando pelas ruas, casas noturnas e até mesmo igrejas ou templos (Carvalho, 2010).

Goines e Hagler (2022) explicam o ruído como um som indesejado e afirmam que o ruído ambiental consiste em todos os sons indesejados nas comunidades com exceção daqueles originários de locais de trabalho. Para os autores, a poluição sonora é uma forma de poluição do ar e uma ameaça à saúde e ao bem-estar, mantendo seu aumento em magnitude e gravidade devido ao crescimento populacional, à urbanização e à associação do uso de fontes de ruído cada vez mais poderosas, variadas e altamente móveis. Também o crescimento sustentado do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, que continuam sendo as principais fontes de ruído ambiental, deve continuar aumentando.

O ruído produz efeitos adversos diretos e cumulativos que prejudicam a saúde e degradam ambientes residenciais, sociais, de trabalho e de aprendizagem, com perdas reais (econômicas) e intangíveis (bemestar) correspondentes. Interfere no sono, na concentração, na comunicação e na recreação (Goines; Hagler, 2022). Ainda Goines e Hagler (2022) analisam as classificações dos ruídos pela Organização Mundial de Saúde - OMS sendo: deficiência auditiva, interferência na comunicação falada, distúrbios do sono, distúrbios cardiovasculares, distúrbios na saúde mental, desempenho na realização de tarefas prejudicado e comportamento social negativo e reações de aborrecimento. Eniz e Garavelli (2022) falam sobre como os problemas de ruído atingem as crianças e adolescente e relacionam seus efeitos com a falta de concentração, baixa produtividade, interferência na comunicação e dificuldade na aprendizagem. Alguns sintomas podem ser observados de maneira imediata, como dores de cabeça. Mas outros problemas, como a perda auditiva precoce, avançam muitas vezes sem serem notados. Além disso, o desconforto acústico pode causar transtornos como distúrbios do sono, estresse, alteração do humor, irritabilidade, aumento da frequência cardíaca, dentre outros (Caringe, 2022).

Tratando ainda dos efeitos para o organismo humano, Bernardo (2022) em seu artigo da revista saúde cita a fala de um médico alemão que já alertava em 1910 para os riscos da poluição sonora muito antes de ela se apresentar como um problema, afirmando que um dia a humanidade teria que lutar contra a poluição sonora do mesmo jeito que lutava contra a peste ou cólera na época. Dito isto, trataremos agora da acústica de edificações, isolamento acústico e condicionamento acústico, através dos parâmetros da norma e valores limites que devem ser tolerados nas edificações atuais.

2.2 Acústica de edificações

A acústica de edificações é a área da construção civil que aborda o conforto sonoro dentro das edificações – considerando, é claro, que o receptor está recebendo um som oriundo de outro cômodo ou do lado de fora da edificação (Serrano, 2022). O autor fala do dever do especialista em acústica em garantir que o imóvel siga os requisitos da Norma 15575 (Norma de Desempenho), afirmando que as descrições na Norma para a sensibilidade humana ao som são descritas em decibel (dB).

O isolamento acústico é necessário para garantir o conforto do usuário, evitando assim o excesso de barulho ou poluição sonora que são provenientes das mais variadas ações, principalmente nos centros urbanos.

No projeto de uma edificação para que se tenha um bom desempenho acústico Buxton (2017) divide em três áreas principais, sendo:

- O controle das barreiras sonoras das fontes de ruídos externas – geralmente emitidos pelos meios de transporte ou atividades industriais e/ou comerciais (bares, casas noturnas, etc.);

- O controle da transmissão sonora em um prédio, geralmente em virtude dos usuários (vozes, televisores, aparelhos de som, passos, atividades nos espaços de estar), mas também podendo incluir o controle do som gerado pelas instalações prediais (casas de máquinas, sistemas de ventilação, etc.);

- O desempenho acústico de um recinto – na maior parte das vezes o nível de reverberação (eco) no interior.

Para evitar a passagem dos sons, faz-se necessário utilização de técnicas de isolamento acústico que podem ser para forros, paredes, aberturas, janelas, portas, pisos (no caso de edifícios residenciais), dentre outros. Patraquim (2022) define que quanto mais denso for o elemento divisório (parede, teto ou pavimento) maior será o isolamento a sons aéreos. Por outro lado, para se incrementar o isolamento a sons de percussão, as faces do elemento divisório não deverão ter ligações rígidas entre elas nem com os elementos confinantes da sala emissora e da sala receptora, e a superfície percutida deverá ser revestida por um material que amorteça os impactos (por exemplo, uma alcatifa, pavimento flutuante ou um pavimento vinílico heterogêneo).

Por isso, um bom isolamento acústico é obtido tendo cuidado com as soluções construtivas preconizadas em projetos de arquitetura e com pormenores da respectiva implementação em obra. Erros no dimensionamento das soluções construtivas e na incorreta aplicação dos materiais poderão pôr em causa a utilização dos espaços e a sua correção, a tão famigerada "correção acústica", poderá ser bastante difícil e onerosa (Patraquim, 2022). Deste modo, as técnicas de isolamento acústico devem ser pensadas dependendo do som ou ruído a se conter, implementando a solução necessária que pode ser de forros suspensos ou enclausuramento através de revestimentos absorventes para diminuir o ruído interno, partições isolantes para ruído aéreo e piso flutuante para ruído de impacto ou vibrações.

Diferente do isolamento acústico que atua na transmissão, buscando evitar a propagação, o condicionamento acústico trata do som no ambiente onde este foi emitido e seu comportamento. Para eficiência do condicionamento acústico, faz-se necessário o conhecimento de parâmetros para comparar materiais e definir qual material possui as propriedades adequadas de absorção sonora. Um dos parâmetros mais utilizados é o coeficiente de absorção sonora, que ao ser aplicado nos permite conhecer a capacidade de absorção do material.

O Manual Pró Acústica (2013) descreve que a partir do coeficiente de absorção sonora podese calcular o tempo de reverberação e demais indicadores acústicos. Para facilitar o entendimento, a Figura 1 ilustra a diferença entre condicionamento acústico e isolamento acústico.



Fig. 1 Isolamento Acústico x Condicionamento Acústico

A absorção sonora é uma característica que depende da frequência, com alguns materiais de maior absorção em altas frequências, enquanto outros possuem maior absorção em baixas frequências.

3 NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575

3.1 Considerações e suas partes

A norma 15575 ou norma de desempenho foi implementada como citado para garantir a qualidade das edificações habitacionais, estabelecendo critérios a serem seguidos, bem como mecanismos de controle, de modo que os parâmetros que a norma estabelece devem constar impreterivelmente no memorial descritivo da edificação. A norma estabelece requisitos e subdivide-se em três ramificações: segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

Esta pesquisa está pautada na habitabilidade, mais especificamente no desempenho acústico da obra. A NBR 15575, focando no desempenho acústico de edificações habitacionais. A norma estabelece requisitos mínimos, intermediários e superiores para diversas áreas, incluindo paredes externas, esquadrias, paredes internas, sistemas de pisos e coberturas.

A norma divide-se em seções que tratam especificamente de diferentes aspectos do desempenho acústico, como a parte 4 que descreve métodos de precisão realizados em laboratório para avaliar a isolação sonora de componentes construtivos. Também destaca a parte 6, que é de caráter informativo e trata dos ruídos gerados por equipamentos prediais.

Em resumo, a NBR 15575 estabelece diretrizes para garantir a habitabilidade acústica das edificações habitacionais, fornecendo métodos de avaliação e requisitos de desempenho para diversas situações.

O método de engenharia descreve os isolamentos de ruído de impacto padrão em sistema de pisos e de ruído aéreo de sistema de pisos, determinados em campo de forma rigorosa, no entanto o primeiro avalia o nível de pressão sonora de impacto padrão em sistema de piso através do parâmetro $L'_{nT,w}$ entre unidades autônomas e o segundo avalia o isolamento sonoro de ruído aéreo de sistema de piso através do parâmetro $D_{nT,w}$ entre unidades autônomas e entre uma unidade e áreas comuns.

É importante dizer que no Brasil não temos atualmente o ensaio normalizado em laboratório para o índice $L'_{nT,w}$ (ruído de impacto).

No método de precisão realizado em laboratório é analisado a isolação sonora de componentes e elementos construtivos (parede, janela, porta e outros), sendo que através do método são fornecidos valores de referência de cálculo para projetos.

A parte 6 da norma de desempenho, em seu anexo B trata de níveis de desempenho referente a ruídos gerados por equipamentos prediais, atentando para o fato de ser de caráter não obrigatório e meramente informativo, tratando-se apenas de equipamentos de uso coletivo ou acionados por terceiros que não o próprio usuário da unidade habitacional a ser avaliada. O método simplificado permite uma estimativa dos níveis de pressão sonora de equipamento predial, considerando uma situação onde não se dispõe de instrumentação necessária. Desta forma o método de engenharia por ser mais preciso é o mais indicado.

4 PSICOACÚSTICA

4.1 Percepção auditiva dos usuários

A acústica é uma subdivisão da física, por meio dos sons, como são gerados e sua interação com o meio pelo fenômeno ondulatório. Por outro lado, a psicoacústica estuda a relação entre o som, a audição e a psicologia, analisando a forma como os sons são percebidos pelo homem.

A audição é um dos sentidos do corpo humano. Os sentidos nos permitem identificar os acontecimentos ao nosso redor e interiorizar esses acontecimentos. No entanto, a forma de interiorizar os acontecimentos é individual, fazendo com que o efeito também seja e cada pessoa tenha sua preferência. Esse efeito único em cada indivíduo é o que se chama de percepção.

Conforme a revista eletrônica Cognifit (2022), a percepção auditiva poderia ser definida como a capacidade para receber e interpretar informações que chegam aos ouvidos através das ondas de frequência transmitidas pelo ar ou outros meios. A revista explica também os processos que são necessários para percebermos os sons ao nosso redor: recepção da informação, transmissão da informação e manipulação da informação.

Para que aconteça essa percepção auditiva, o cérebro deve analisar as propriedades e características do som, sendo elas: de intensidade (que indica se o volume é alto ou baixo), de tom (se o som é mais alto ou mais baixo), de timbre (que nos permite distinguir e reconhecer vozes, instrumentos ou sons) e de duração (indicando o tempo que dura a vibração do som).

Assim a psicoacústica é uma ramificação da psicofísica, sendo a área da ciência que faz a análise psicológica de como o ser humano responde ao som de conversas, músicas, equipamentos e também de ruídos ou barulhos nocivos, estudando as sensações auditivas que cada característica física do som proporciona.

5 METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como do tipo descritiva, bibliográfica e com abordagem qualitativa. Avaliou por meio de questionário o nível de isolamento acústico de edificações residenciais e os desconfortos notados nesses ambientes na percepção de seus usuários. A

pesquisa foi realizada no município de Lucas do Rio Verde – MT durante os meses de dezembro de 2022 a junho de 2023. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade de Lucas do Rio Verde possui uma população estimada de 69.671 habitantes e área territorial de 3.674,596 km² (IBGE, 2021).

Inicialmente, o estudo apresenta uma revisão teórica, abrangendo a norma NBR 15575, artigos científicos, dissertações, publicações, além de dados disponíveis em endereços eletrônicos.

Em conseguinte, a pesquisa de campo ocorreu por meio de questionário semiestruturado online, elaborado e aplicado pelo serviço Google Forms. Os indivíduos foram selecionados de modo aleatório, mediante solicitação enviada pelo aplicativo WhatsApp.
A amostra contou com a participação de 60 pessoas, todas residentes no município.
Abaixo, Figura 2 que demonstra o envio do link da pesquisa pelo aplicativo:

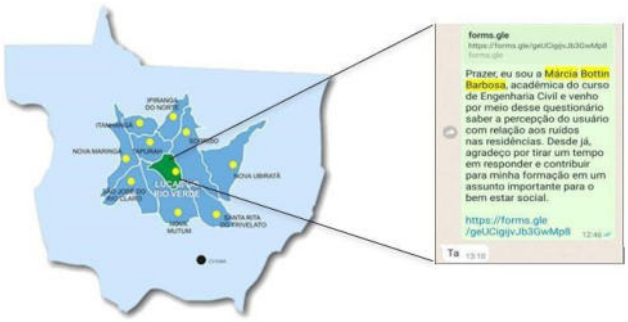


Fig. 2 Município de Lucas do Rio Verde e o questionário aplicado

A formulário do Google Forms é uma ferramenta extremamente útil, com inúmeras funcionalidades. Os resultados podem ser apresentados em forma de gráficos, planilhas ou textos.
O questionário foi elaborado com 11 questões abertas, de modo a obter uma resposta em formato de uma frase ou texto elaborado com as próprias palavras do respondente. Abrangeu desde características pessoais dos partícipes, a informações dos desconfortos percebíveis em suas residências.

Segue abaixo as questões aplicadas pela plataforma aos indivíduos participantes desta pesquisa, no que tange a caracterização individual de cada um:1) Idade; 2) Sexo biológico; 3) O local onde você mora é considerado um bairro: residencial ou residencial e comercial; 4) O local onde você mora é alugado?
A pesquisa baseou-se em trabalhos de outros autores, como o de Nascimento (2009) que analisou a influência do ruido ambiental no desempenho escolar, nos testes de padrão tonal de frequência e padrão tonal de duração.

Para análise da percepção dos ruídos, aplicou-se os seguintes questionamentos representados na Tabela 1:

Tabela 1 Questionário: parte 1

Pergunta	5)Como classifica o isolamento acústico de sua residência?				
Possiveis respostas	a) Pouco isolamento acústico	b) Bom isolamento acústico	c) Ótimo isolamento acústico		
Pergunta	6) Marque o quanto o ruído/som/barulho lhe incomoda ou irrita:				
Possiveis respostas	a) Pouco	b) Médio	c) Muito	d) Nada	
Pergunta	7) Quais ambientes de sua residência considera possuir mais isolamento acústico?				
Possiveis respostas	a) Sala	b) Cozinha	c) Quartos	c) Banheiros	
Pergunta	8) Quais ruídos/sons/barulhos que mais incomodam?				
Possiveis respostas	a) Pessoas caminhano	b) Trafego/buzinas	c) Latidos/ruido animal	d) Choro de crança	e) Criança brincando
Possiveis respostas	f) Máquinario de construção	g) Equipamento predial	h) TV/Computador	i) Celular em jogos ou videos	
Possiveis respostas	j) Eletrodomésticos	k) Batida na parede ou piso		l) Nada me incomoda	
Pergunta	9) Marque quais componentes de sua residência é mais deficiente de isolamento acústico?				
Possiveis respostas	a) Piso	b) Cobertura/telhado	c) Janelas e Portas	d) Portas	e) Paredes

Por fim, analisando as consequências que essa exposição causa aos residentes, aplicaram-se as seguintes questões, como propõe a Tabela 2:

Tabela 2 – Questionário: parte 2

Pergunta	10) Você acha que os ruidos/sons e barulhos podem causar problemas de saúde?			
Possiveis respostas	a) Sim	b) Não		
Pergunta	11) Quais problemas de saúde acredita serem causados pela exposição aos ruidos/barulhos/sons?			
Possiveis respostas	a) Acredito que o principal é o estresse	b) Ansiedade falta de sono	c) Audição	d) Estresse e dor de cabeça
Possiveis respostas	e) Estresse e Problemas Cardiacos	f) Irritabilidade	g) Mental	h) Insônia, estresse, surdez
Possiveis respostas	i) Surdez e dor de cabeça	j) Perda de audição		k) Raiva

Também, Dias, Cordeiro e Gonçalves (2006) investigaram a exposição a ruído como fator de risco relevante em acidentes de trabalho.
Por fim, os estudos de Ferraz (2008) nos apresentam acontecimentos históricos, análises e estudos elaborados sobre diversos tipos de materiais antirruído, tipos de ruído e seus meios de transmissão.

6 RESULTADOS

6.1 Caracterização dos usuários

Em relação a idade, 1,6% são indivíduos com 18 anos completos; 18,4% estão na faixa etária de 19 a 29 anos; 53% são pessoas entre 30 a 51 anos; os demais 27% dos entrevistados possuem acima de 52 anos. A seguir a Figura 3 representa essas características.

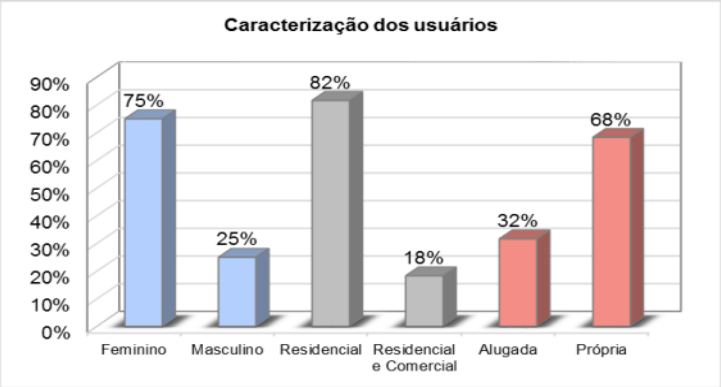


Fig. 3 Caracterização dos usuários.

Da amostra coletada, 75% correspondente a indivíduos do sexo feminino e 25% do sexo masculino. Destes, 82% vivem em imóveis puramente residenciais, em bairros destinados a moradia. Os demais 18% residem em locais utilizados tanto para moradia quanto comércio. Tratam-se de apartamentos, sobrados ou casas alocadas no mesmo terreno de empresas. Cerca de 68% residem em moradia própria e 32% em imóveis alugados, o que demonstra que mais da metade dos proprietários possuem ação contra os efeitos oriundos dos ruídos e sons desagradáveis aos quais são submetidos.

6.2 Discussão dos Questionários

Observou-se que, 75% dos partícipes classificaram suas residências como local com pouco isolamento acústico. Os demais 20% disseram possuir bom isolamento em suas casas e apenas 5% classificam como ótimo isolamento.

Para estes, o ambiente com maior nível de isolamento acústico perceptível são os quartos, com 62%. O segundo cômodo com maior isolamento são os banheiros (22%), seguido da sala e cozinha, ambos com 8% das opiniões. Esses números levantam um questionamento se de fato ambientes considerados de permanecia prolongada, como a sala, possui isolamento acústico inferior ao do banheiro, considerado ambiente de permanência transitória.
Para os participantes desta pesquisa, 43% disseram se incomodar medianamente com os barulhos provenientes de fontes diversas (externas e internas). Segundo eles, o incomodo não ocorre em tempo integral. Para 38%, os ruídos e sons incomodam muito, seja na concentração ou realização das atividades diárias, e apenas 18% disseram se incomodar pouco com ruídos em suas residências.
A pesquisa abrangeu indivíduos residentes em diversos bairros do município de Lucas, desde locais com moradia destinada à classe média alta e classe média. É notável a redução de ruídos externos em bairros com amplas residências, lotes maiores e com pouca circulação de veículo.

Já em bairros com residências do tipo popular, com contingente maior de moradores, os ruídos produzidos principalmente pela vizinhança, tráfego e sons externas são maiores. De acordo com Almeida (2018) os bairros onde se concentra a população de maior poder aquisitivo, por serem bairros menos adensados, possuem menor concentração de comércios. Para os usuários desta pesquisa, várias são as fontes de ruídos que causam incômodo. A seguir na Tabela 3 são listados os principais sons.

Tabela 3 – Principais ruídos

Ruído/som/barulho que mais incomodam	
Conversas	27%
Música externa	27%
Tráfego	15%
Obras vizinha	12%
Latido de cachorro	10%
Eletrodoméstico	8%
Fogos de artifício	2%

Nota-se que, 54% dos indivíduos se incomodam com conversas e música externa; 15% com tráfego de carros e motos, intensos em alguns bairros do município; 20% sentem desconforto com latidos de cachorro e barulhos de obra na vizinhança. Isto porque, dependendo da obra, pode haver frequente movimentação de equipamentos, máquinas e materiais.

Os demais 10% sentem irritação com barulho de eletrodomésticos e fogos de artifício, comuns em épocas festivas ou eventos.
Em relação aos componentes construtivos, 57,1% percebem uma deficiência no isolamento acústico de janelas e portas; 38,1% alegam que paredes possuem baixo isolamento; 27% coberturas e telhado; 23,8% notam falhas em portas e por fim 9,5% em pisos. A seguir na Figura 4 ilustrando esses percentuais.

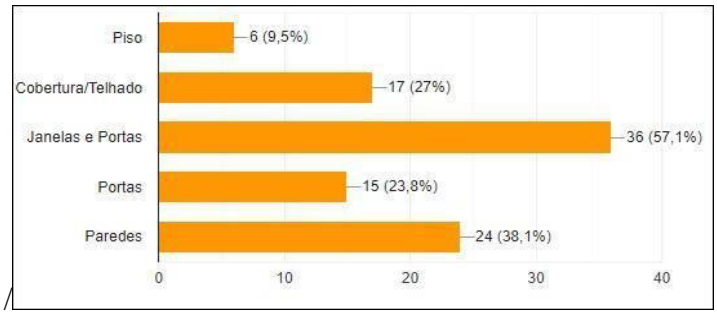


Fig. 4 Principais elementos construtivos que geram ruídos

Dados como esse reforçam a necessidade de um planejamento de material eficaz, alinhado com projeto assertivo e ações construtivas que combatam a transmissão de ruídos indesejados.

Muitos são os efeitos que a ausência de isolamento acústico pode causar nos usuários a curto e longo prazo. Diante disso, 80% dos partícipes acreditam que a exposição frequente a ruídos e sons podem causar problemas de saúde, e 20% disseram acreditar que não há influência negativa sob os usuários.

A seguir, a Tabela 4 nos mostra os principais problemas de saúde causados pela exposição a estes ruídos, de acordo com a percepção dos usuários desta pesquisa.

Tabela 4 - Problemas de saúde causados pela exposição a ruídos

Estresse	27%
Ansiedade	20%
Irritabilidade	17%
Problemas de audição	15%
Insônia	13%
Nenhum problema	8%

Percebe-se que, na opinião dos usuários a exposição frequente pode causar estresse, ansiedade e irritabilidade (64%). Os demais 28% creem que possa haver problemas ligados a audição e insônia. E uma pequena parcela de 8% não veem qualquer interferência no organismo causados por ruídos e barulhos.

7 CONCLUSÃO

Os resultados nos mostram que a grande maioria dos usuários classificam suas residências como locais com baixo isolamento acústico. Na divisão dos cômodos percebe-se que há uma prioridade em isolar os quartos de sons provenientes tanto do externo quanto do interno. Porém, cômodos como a sala (considerado de permanecia prolongada) receberam menos atenção quanto ao isolamento acústico se comparado com os banheiros. Costumeiramente,

salas de estar produzem muitos ruídos oriundos da TV, da aglomeração de pessoas em um mesmo ambiente, além de fatores como posicionamento do cômodo, vezes voltado para avenidas e ruas muito movimentadas.

No que tange aos sons que incomodam, houve uma variedade de opções que provocam desconforto, desde conversas a fogos de artificio. Musica externa, principalmente da vizinhança, ganhou lugar de destaque, com percentual maior do que o barulho produzido pelo trafego de veículos (comum na região urbana).

Portanto, classifica-se as residências de Lucas do Rio Verde como locais com pouco isolamento acústico, mediantes as informações coletadas, baseadas no que dispões a norma 15575.

Esta é uma área que merece atenção dos profissionais de engenharia, instruindo e alertando seus clientes a investirem em medidas de isolamento acústico eficazes, com ações executáveis em fase construtiva ou buscando alternativas corretivas em imóveis préexistentes.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paola, R. (2018) **A segregação socioespacial em Ipiranga**. Disponível em: https://revistas.ufpel.edu.br/. Acesso em: 20 de jul. 2022.

BERNARDO, André. **Poluição sonora: um problema do barulho (e de saúde pública)**. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/poluicao-sonoraum-problema-dobarulho-e-de-saude-publica/>. Acesso em: 29 de jul. 2022.

BUXTON, P. (2017) **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.

CARINGE, Camila. **Quanto de barulho é barulho demais?** Disponível em: <https://imoveis.estadao.com.br/noticias/quantobarulho-e-barulho-demais/>. Acesso em: 27 de jul. 2022.

CARVALHO, Régio Paniago. (2010) ***Acústica Arquitetônica/Régio Paniago Carvalho***. 2. ed. - Brasília: Thesaurus.

COGNIFIT. **O que é percepção auditiva**. Disponível em: <https://www.cognifit.com/br> Acesso em: 16 de jul de 2022.

DIAS, Adriano; Cordeiro, Ricardo; Gonçalves, Cláudia Giglio de Oliveira. **Exposição ocupacional ao ruído e acidentes do trabalho**. Cadernos de saúde pública: 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br>Acesso em: 29 de jul. 2022.

ENIZ, A.; GARAVELLI, S. L. **A Contaminação Acústica de Ambientes Escolares Devido Aos Ruídos Urbanos no Distrito Federal, Brasil.** Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/561/ 469>. Acesso em: 26 de jul. 2022.

FERRAZ, Rafaela. (2008) **Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de pavimentos múltiplos.** Rafaela Ferraz – Belo Horizonte, 2008 Ii, 156f. Dissertação (PósGraduação) - Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Belo Horizonte.

GOINES, Lisa; HAGLER, Louis. **Poluição sonora: uma praga moderna.** Disponível em: < https://www.nonoise.org/library/smj/smj.htm>. Acesso em: 31 de jul. 2022.

NASCIMENTO, Ludimila Souza. (2009) **A influência do ruído ambiental no desempenho de escolares nos testes de padrão tonal de frequência e padrão tonal de duração**. Ludimila Souza Nascimento – Belo Horizonte, 2009. Xxviii, 222f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. Curso de Fonoaudiologia. Belo Horizonte.

PATRAQUIM. Ricardo. **Isolamento vs Condicionamento acústico**. Disponível em: <http://ambibrasil.com.br/blog/isolamento-vscondicionamento-acustico/>. Acesso em: 17 de jul. 2022.

PROACÚSTICA Associação Brasileira Para a Qualidade Acústica (2013) **Manual ProAcústica de Acústica Básica**. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/proacustica_manualnorma_nov_2013.p d f. Acesso em 10 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 (2013).** Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5660736/mod_folder/content/0/NBR%2015575/N BR15575. Acesso em 20 jul. 2024.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS DE APARTAMENTOS: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO PILOTO DO ARTEFATO "MEU APÊ" EM UBERLÂNDIA (BRASIL)

S. B. Villa, R. C. P. Saramago, F. O. Silva, R. Gonçalves Junior

RESUMO

O presente artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa em finalização, intitulada "[SISTEMA APO DIGITAL] Interfaces digitais de avaliação pós-ocupação da qualidade ambiental no habitar", desenvolvida no âmbito do grupo [MORA] Pesquisa em Habitação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia (FAUeD/ UFU). Essa pesquisa pretende avaliar a qualidade ambiental de apartamentos em uso, a partir do aplicativo MEU APÊ, o qual compreende a análise das condições de conforto térmico e lumínico das unidades residenciais, assim como investiga os hábitos dos moradores visando à redução dos impactos ambientais do morar. Este artigo explica o processo de desenvolvimento do artefato e apresenta os primeiros resultados de sua avaliação – teste de usabilidade e estudo de caso piloto na cidade de Uberlândia (Brasil).

1 INTRODUÇÃO

O aprimoramento de projetos no âmbito arquitetônico e urbanístico, tanto em quesitos funcionais, quanto em aspectos formais e ambientais, torna-se cada vez mais necessário na contemporaneidade. Afinal, mesmo considerando avanços na produção habitacional, muitas delas são deficientes em atender os princípios básicos de habitabilidade e de qualidade, seja espacial ou ambiental (Stevenson e Leaman, 2010; Mallory-Hill et al., 2012; Villa et al., 2022). Nesse sentido, observa-se a necessidade do aprimoramento das soluções projetuais das habitações, a partir da relação entre forma e funcionalidade, considerando também a qualidade ambiental dos conjuntos edificados e os hábitos dos moradores (Villa et al., 2020; Elsayed et al., 2023).

Quanto à qualidade ambiental, é importante perceber que a Construção Civil, incluindo a produção habitacional, gera inúmeros impactos socioambientais, sendo que o setor emite mais de mais de um terço dos gases responsáveis pelo aquecimento global (UNEP, 2023). Além disso, os edifícios que construímos desequilibram o meio natural ao longo de toda a sua vida útil: em virtude das soluções construtivas predominantes, para mantê-los em funcionamento, fazemos uso majoritário de fontes energéticas fósseis (IEA; UNEP, 2022). Como consequência, em 2021, atingiu-se a marca histórica de 10 $GtCO_2$ de emissões para gerar energia às edificações (IEA; UNEP, 2022). No Brasil, há ainda tendência de aumento de consumo por condicionamento artificial nos edifícios, não apenas em virtude das alterações no sistema climático mundial, mas também como resultado do aumento do poder de compra dos brasileiros e da construção de edificações desde já pouco adaptadas às

características dos climas em que estão implantadas (Saramago, 2023). Mundialmente, a necessidade de refrigeração dos ambientes ampliou mais de 33% entre 2010 e 2018, sobretudo em regiões de clima predominante quente – caso do Brasil (IEA; UN, 2019).

Diante desse panorama, a qualidade ambiental da habitação tem se destacado cada vez mais em pesquisas nacionais e internacionais, orientadas e fundamentadas por agendas de desenvolvimento sustentáveis, globais e locais (Gonçalves e Bode, 2015; Baker e Steemers, 2019). Muitas dessas pesquisas, para cumprir seus objetivos, têm adotado novas tecnologias de informação e de comunicação, desenvolvendo interfaces amigáveis e intuitivas. Dessa maneira, os estudos podem alcançar a população de forma mais eficiente, também a partir do seu caráter educativo e colaborativo (Newton et al., 2023; Villa e Orstein, 2021). Assim, o uso de novas tecnologias, em conjunto com a interatividade por meio de interfaces, potencializa o interesse dos usuários, o que possibilita a obtenção de dados mais precisos e verídicos (Villa et al., 2020; Villa et al., 2023c).

Considerando o exposto, visando compreender as necessidades e individualidades dos diversos grupos sociais no âmbito do "morar", o grupo [MORA] Pesquisa em Habitação, em uma de suas linhas de pesquisa, realiza o aprimoramento de metodologias de Avaliação Pós-Ocupação (APO) voltadas para habitações (Ono et al., 2018, Villa e Ornstein, 2013). Nessa linha, podem ser citados os projetos anteriormente desenvolvidos pelo grupo "[HABITAR VERTICAL]" (Villa et al., 2018) e "[COMO VOCÊ MORA]" (Villa et al., 2020) – os quais buscaram, por meio da aplicação metodológica de instrumentos de APO, construir uma análise qualitativa dos espaços habitacionais em tipologias habitacionais no Brasil, horizontais e verticalizadas. Além disso, ajudaram a criar um banco de dados que alimenta os novos projetos do grupo.

O grupo [MORA] também considera temáticas globais em seus trabalhos, como os princípios da "Nova Agenda Urbana – Habitat III" e os "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – Agenda 2030". No que tange à Agenda Habitat III, os tópicos de "Habitação, Saneamento e Serviços Básicos" e "Planejamento Urbano e Territorial" destacam-se no desenvolvimento dos projetos, visto que contemplam questões de mobilidade, bem como a presença de infraestruturas de abastecimento de água e de energia nos edifícios. Quanto aos ODS, o "Objetivo 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis" é determinante na estruturação das pesquisas, que buscam contribuir para avaliar o quanto estamos nos aproximando ou não de seus indicadores. Além disso, vale salientar que o "Objetivo 12 – Consumo e Produção Responsáveis" e o "Objetivo 7 – Energia Limpa e Acessível", são adotadas como temáticas complementares, que ajudaram a estruturar o instrumento de avaliação aqui descrito.

Portanto, a atual pesquisa do grupo, "[SISTEMA APO DIGITAL] Interfaces digitais de avaliação pós-ocupação da qualidade ambiental no habitar", utiliza a APO para identificar, analisar, relacionar e propor soluções relativas ao habitar. Considerando o cenário de emergência climática (IPPC, 2021), esta pesquisa enfoca questões relacionadas ao conforto ambiental e à eficiência energética das unidades residenciais, bem como identifica possíveis hábitos sustentáveis por parte dos moradores, a partir de consulta aos mesmos.

2 OBJETIVOS

A pesquisa [SISTEMA APO DIGITAL] tem como objetivos: (I) aprimorar o SISTEMA APO DIGITAL Web - Sistema de Avaliação Pós-ocupação em meios digitais e (II) desenvolver um

artefato que permita avaliar a qualidade ambiental de edifícios de apartamentos em uso e cuja viabilidade, testada em estudo de caso na cidade de Uberlândia (Brasil), possa fundamentar sua replicação futura em território nacional. Para tanto, foi desenvolvido o artefato MEU APÊ: uma ferramenta digital WebApp, em formato de questionário, com caráter qualitativo e quantitativo. Esse aplicativo visa avaliar apartamentos em uso, em termos de adequação e conforto ambiental, identificando como os moradores impactam o ambiente construído, através do mapeamento de seus hábitos e ações. Para cumprir os objetivos da pesquisa, foram considerados diferentes indicadores: energia e eficiência energética, transporte e emissão de carbono, eficiência e consumo de água, resíduos e descartes, conforto térmico e lumínico. Além disso, os resultados serão registrados em um banco de dados próprio, o [SISTEMA APO DIGITAL], que foi desenvolvido em parceria com a Faculdade de Computação (FACOM) da UFU e vem sendo aprimorado nesta pesquisa.

3 METODOLOGIA

De forma a cumprir os objetivos propostos, o método hipotético-dedutivo, apoiado no Design Science Research (DSR), foi definido para nortear, desenvolver e aprimorar o artefato de avaliação. A estrutura metodológica geral da pesquisa compreende as seguintes fases: (I) identificação e conscientização do problema; (II) revisão sistemática da literatura; (III) identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas; (IV) proposição de artefatos para resolução dos problemas; (V) projeto do artefato; (VI) desenvolvimento do artefato; (VII) avaliação do artefato; (VIII) explicação das aprendizagens e conclusão; (IX) generalização para uma classe de problemas e comunicação dos resultados; e (X) aplicação das heurísticas. O presente artigo relata os resultados da etapa (VI), explicando a estrutura do artefato desenvolvido, bem como da etapa (VII), que aborda três testes de aplicação, sendo eles: teste de usabilidade, teste in loco e teste online (este ainda não iniciado). São analisados os resultados do teste de usabilidade e os primeiros resultados da aplicação piloto em Uberlândia (Minas Gerais, Brasil).

Vale ressaltar que a revisão sistemática da literatura (II), a qual fundamenta as demais etapas da pesquisa, foi dividida em dois enfoques: relação entre APO e qualidade ambiental e relação entre APO e tecnologia. A partir dos resultados dessa etapa da pesquisa (Villa et al., 2023a; Villa et al., 2023b), foram definidos os atributos, os indicadores e os sub-indicadores adotados para a concepção do questionário do WebApp (MEU APÊ) (etapas IV, V e VI). Para a etapa VI, inicialmente foi engendrado e aplicado um teste de usabilidade, cuja metodologia adotada foi o System Usability Scale (SUS). Em seguida, realizou-se uma nova etapa de avaliação da ferramenta, através da aplicação do artefato em um estudo de caso piloto em Uberlândia. Os resultados iniciais desta etapa serão apresentados a seguir. Por fim, após a conclusão do estudo piloto, pretende-se realizar novos ajustes e aprimoramentos na ferramenta para então testá-la em uma versão online.

4 RESULTADOS

4.1 Estrutura do artefato

Para a estruturação do artefato de avaliação, foi elaborado um questionário, o qual resulta de ampla revisão da literatura. Considerando os resultados da revisão (Villa et al., 2023a; Villa et al., 2023b), foram definidos “Atributos” e “Indicadores de Avaliação” a partir da temática central da pesquisa, qual seja: “Qualidade Ambiental” (Figura 1). O questionário elaborado foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal

de Uberlândia e aprovado para sua aplicação (protocolo 69517821.6.0000.5152). Esse instrumento é composto por 8 seções (Quadro 1), as quais abordam os seguintes indicadores: perfil do usuário, características do apartamento, conforto térmico e lumínico, energia e eficiência energética, eficiência e consumo de água, resíduos e descartes, hábitos específicos, transporte e emissão de carbono. Os indicadores gerais foram divididos ainda em sub-indicadores, que ampararam a elaboração das questões finais.

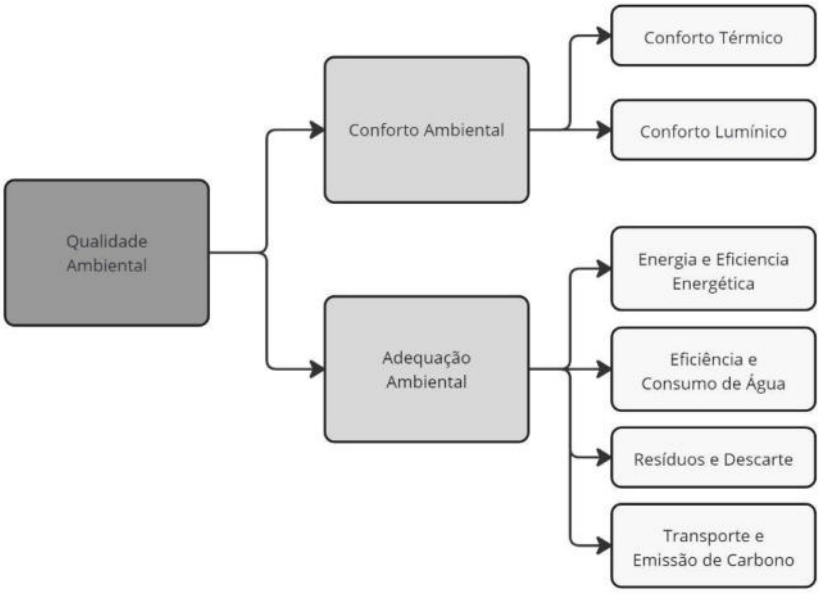


Fig. 1 Atributos e Indicadores de avaliação do questionário MEU APÊ

Quadro 1 Seções estruturantes do questionário MEU APÊ

Seção 1 – Perfil do Usuário	**Seção 2 – Características do Apartamento**	**Seção 3 – Conforto Ambiental na Habitação**	**Seção 4 – Consumo de Energia e Eficiência Energética**
Idade, gênero, escolaridade, renda familiar, tipo de família e quantas pessoas moram no apartamento.	Tipo de apartamento, área útil, pavimento em que o apartamento está localizado e a quantidade de blocos no condomínio.	Conforto térmico e lumínico (iluminação e ventilação natural, sensação térmica), dispositivos especiais de iluminação, ventilação e sombreamento externo	Medição do consumo de energia e gás, hábitos de uso de energia, eletrodomésticos, Selo Procel, aquecimento de água, fontes de energia renováveis.
Seção 5 – Eficiência e Consumo de Água	**Seção 6 – Resíduos e Hábitos de Descarte**	**Seção 7 – Hábitos Específicos**	**Seção 8 – Transporte e Emissão de Carbono**
Medição individualizada do consumo de água, hábitos de uso de água, sistemas de reuso de água.	Separação de lixo, fequência e quantidade de lixo, coleta seletiva, descarte de materiais específicos (óleo de cozinha, medicamentos, lixo eletrônico, pilhas e baterias, vestuário).	Delivery, compras online, trabalho na modalidade home office, vegetação no apartamento.	Mobilidade, meio de transporte mais utilizado em determinadas distâncias, motivos para a escolha desse meio de transporte.

Na primeira seção, o usuário deverá se identificar pelo endereço, sem indicar o seu nome, com a finalidade de contextualizar as condições em que foram obtidas aquelas respostas. Em seguida, o morador identifica informações básicas do seu perfil, como idade, gênero, escolaridade, renda familiar e formato familiar. Com essas informações, é possível relacionar os dados coletados com os hábitos e percepções do usuário. Na segunda seção, o respondente deverá caracterizar seu apartamento, indicando: tipo de apartamento, área

útil e algumas informações referentes à escala do condomínio (como, por exemplo, em qual pavimento o apartamento está localizado e a quantidade de blocos no condomínio).

Após as seções iniciais, o morador começa a responder questões sobre o interior do seu apartamento, como a respeito do número e tipos de cômodos. Para fins de análise de conforto térmico e lumínico, consideraram-se as indicações de normativas brasileiras (RTQ-R, 2012; ABNT NBR 15575). Assim, para os ambientes de permanência prolongada (dormitórios, salas e home-office), questiona-se a percepção dos moradores acerca da iluminação natural, ventilação natural e sensação térmica em diferentes estações (inverno e verão). Esses indicadores devem ser classificados em “Muito Ruim”, “Ruim”, “Bom” e “Muito Bom” em ambas as estações, tanto para os ambientes de permanência prolongada quanto para o apartamento em geral. Além disso, o questionário requer que o morador identifique se há dispositivos especiais de ventilação, iluminação e sombreamento externo no apartamento. Entre outros dispostivos, podem ser citados: brises, janelas venezianas, cortinas, elementos vazados (cobogós) e películas refletivas.

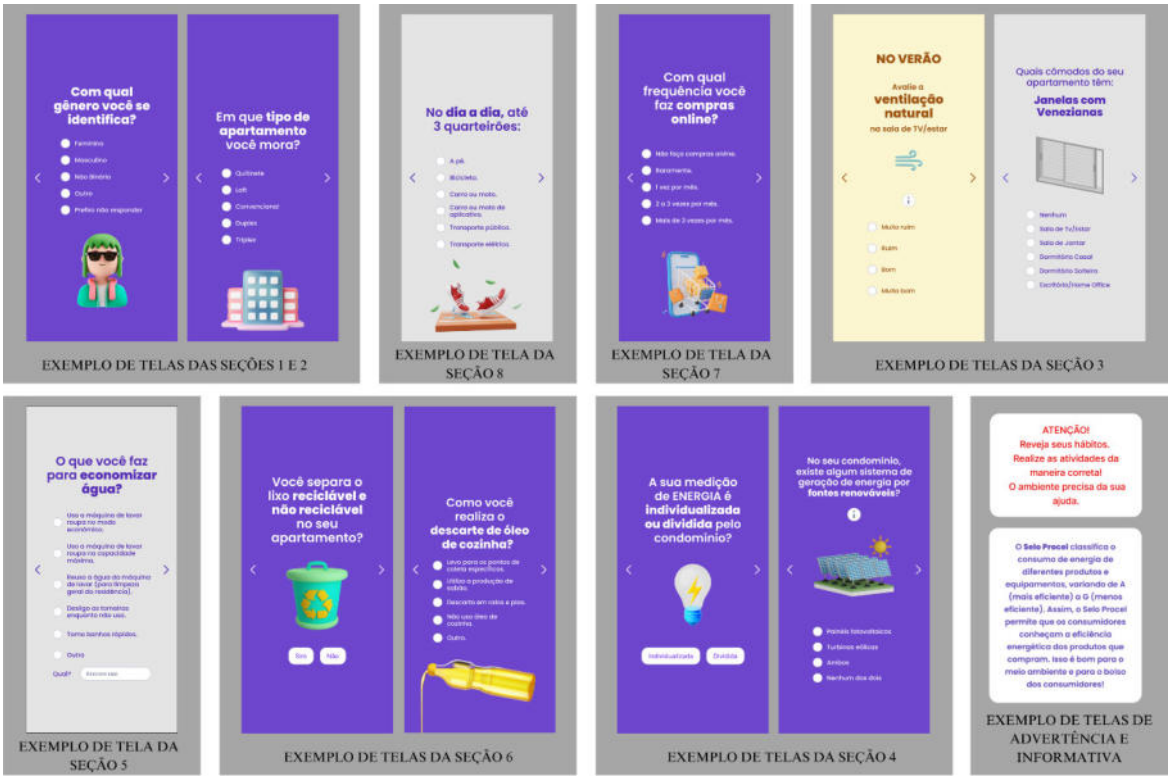


Fig. 2 Telas do artefato MEU APÊ

Após a avaliação de conforto ambiental, o usuário deverá responder as questões relacionadas ao consumo de energia e eficiência energética, quando será indagado sobre: seus hábitos de consumo, quais e quantos equipamentos eletrodomésticos possui, se tais equipamentos têm Selo Procel (o qual regulamenta a eficiência energética de equipamentos no Brasil), quais são as formas de aquecimento e de condicionamento do ar, bem como sobre o sistema de aquecimento de água. Além disso, são abordadas questões sobre a presença de fontes de energia renovável. Em seguida, o recurso água é avaliado em relação aos seguintes aspectos: hábitos de consumo dos moradores, presença e tipos de equipamentos economizadores de água e reuso de águas cinzas e pluviais.

Quanto à seção de descarte de resíduos, o usuário relata hábitos do seu apartamento, do seu condomínio e do próprio bairro. São feitas perguntas sobre: se há separação de lixo reciclável e não reciclável, a quantidade de resíduos retirada por semana dos apartamentos, a forma que o morador realiza o descarte de itens específicos (pilhas, óleo de cozinha, medicamentos vencidos, entre outros). Considerando a alteração de alguns hábitos no ambiente residencial, sobretudo no contexto pós-pandêmico, o morador é questionado ainda se tem o costume de pedir comida por delivery, fazer compras online, trabalhar na modalidade remota. Ao final dessa seção, questiona-se se há plantas no apartamento e seu tipo (decorativa, hortaliça/comestível ou medicinal). Na última seção do questionário, o usuário relata o meio de transporte que mais utiliza de acordo com determinadas distâncias e, ao final, lista os motivos de escolher o meio de transporte mais utilizado.

Vale salientar que o artefato possui uma dimensão educativa, pois, para os hábitos considerados nocivos ao ambiente, há telas de advertência, alertando sobre os impactos daquela ação e orientando o morador como melhorar. Além disso, ao longo de todo o artefato, há outras telas informativas, as quais identificam e explicam (com textos e ilustrações) terminologias que nem sempre são compreendidas por pessoas leigas. A Figura 2 demonstra exemplos das telas do artefato para as diferentes seções descritas.

4.2 Teste de usabilidade

De modo a avaliar a usabilidade e a viabilidade do artefato, foi utilizada a metodologia System Usability Scale (SUS), a qual consiste em um questionário de 10 itens com cinco opções de resposta, variando entre "Concordo Plenamente" (valor 1) a "Discordo Plenamente" (valor 5). A metodologia SUS possui três critérios de avaliação principais: Efetividade, Eficiência e Satisfação. Esses critérios foram avaliados em três fases do teste: Funcionalidade, Aplicação e Design. Assim, tornou-se possível compreender o esforço dedicado e os recursos necessários para completar os objetivos de uso do artefato, bem como a satisfação dos usuários ao longo da experiência. O instrumento metodológico proposto foi avaliado entre 02 e 07 de dezembro de 2023. Para a aplicação do questionário de usabilidade, foram definidas personas (pessoas fictícias que poderiam participar do teste) a partir de critérios que influenciam a utilização do artefato: faixa etária, escolaridade, profissão, modelo de trabalho, perfil familiar e afinidade com aplicativos (Quadro 2).

Quadro 2 Critérios para a definição das personas

<table>
<tr><th>Idade</th><th>Escolaridade</th><th>Profissão</th><th>Modelo de Trabalho</th><th>Perfil Familiar</th><th>Afinidade com App</th></tr>
<tr><td>18-24</td><td>Ensino Fundamental</td><td>Relacionado à Arquitetura / Engenharia Civil</td><td>Presencial</td><td>Nuclear</td><td>Alta</td></tr>
<tr><td>25-40</td><td>Ensino Médio</td><td>Relacionado às Tecnologias</td><td>Híbrido</td><td>Mononuclear</td><td>Média</td></tr>
<tr><td>41-55</td><td rowspan="3">Ensino Superior</td><td rowspan="3">Sem relação com Arquitetura, Engenharia ou Tecnologias</td><td>Remoto</td><td>Sozinho</td><td rowspan="3">Baixa</td></tr>
<tr><td>56-65</td><td rowspan="2">Aposentado</td><td rowspan="2">Cohabitação</td></tr>
<tr><td>>65</td></tr>
</table>

Dessa maneira, os participantes foram definidos de modo que cada um possuísse pelo menos um desses critérios, com o intuito de avaliar a viabilidade do artefato para a maior diversidade de perfis. A título de exemplo, pode-se citar a persona 6, a qual possui idade

entre 25 e 40 anos, ensino superior, profissão relacionada às tecnologias, modo de trabalho híbrido, mora sozinha e tem alta afinidade com aplicativos. De modo a alcançar usuários com critérios estrategicamente combinados e considerando a disponibilidade de voluntários para a realização do teste de usabilidade, definiram-se 11 personas (Quadro 3).

Quadro 3 Perfil das personas

Persona	Idade	Escolaridade	Profissão (com ou sem relação com Arquitetura, Engenharia ou Tecnologias)	Modelo de Trabalho	Perfil Familiar	Afinidade com App
1	18-24	Médio	Sem relação	Híbrido	Sozinho	Média
2	18-24	Superior	Sem relação	Híbrido	Sozinho	Média
3	18-24	Superior	Com relação	Presencial	Cohabitação	Média
4	18-24	Superior	Com relação	Híbrido	Cohabitação	Média
5	18-24	Superior	Com relação	Home Office	Cohabitação	Média
6	25-40	Superior	Com relação	Híbrido	Sozinho	Alta
7	41-55	Fundamental	Sem relação	Presencial	Nuclear	Baixa
8	56-65	Médio	Com relação	Home Office	Nuclear	Baixa
9	56-65	Superior	Com relação	Híbrido	Sozinho	Alta
10	65+	Médio	Sem relação	Home Office	Sozinho	Baixa
11	65+	Superior	Sem relação	Híbrido	Nuclear	Baixa

A primeira seção do teste de usabilidade, que avalia a Funcionalidade do aplicativo, recebeu uma média de 2,98 pontos, apresentando a maior discrepância de resultados entre os usuários, especialmente quanto à compreensão e ao tempo de uso do aplicativo. Ou seja, enquanto alguns usuários não apresentaram dificuldades para alcançar o objetivo proposto, outros relataram dificuldade elevada para a mesma proposta. Isso ocorreu no caso de identificar as telas informativas, bem como para navegar pelas telas do aplicativo. No que tange à Aplicação, segunda fase do teste, o índice de satisfação relatado pelos usuários foi elevado, com 4,51 pontos. Esse resultado refere-se tanto a questões como confiança e interesse, quanto à disponibilidade de informações sobre termos técnicos. Um exemplo: as telas informativas contêm termos técnicos, nem sempre conhecidos pelos usuários, porém, ao ler a descrição sobre os mesmos, tornava-se possível entender os elementos avaliados.

Em relação à última fase do teste, avaliação do Design do aplicativo, foi obtido um resultado de 4,5 pontos. Notou-se a necessidade de aprimoramento de alguns aspectos gráficos pontuais, visto que a não compreensão de imagens e ícones prejudicou o entendimento do conteúdo proposto em algumas telas. Os usuários indicaram a necessidade de implementação de certos ícones ilustrativos e o melhoramento de outras imagens existentes. Acredita-se que essa situação tenha inclusive influenciado a avaliação relativamente baixa da primeira seção do teste. No que tange aos resultados gerais, foram pontuadas algumas questões positivas do aplicativo: as telas informativas (os usuários aprenderam como realizar o descarte correto de determinados produtos e sobre a função do Selo Procel, por exemplo) e a qualidade geral das imagens para a efetiva compreensão do conteúdo exposto. A partir do teste de usabilidade, foi possível realizar correções na ferramenta, de modo a sanar as dificuldades e as problemáticas sinalizadas pelos usuários.

4.3 Aplicação piloto em Uberlândia (MG)

Com o MEU APÊ devidamente ajustado após o teste de usabilidade, entre fevereiro e março de 2024, foi iniciada a etapa de estudo de caso piloto com aplicação presencial do artefato em Uberlândia (MG). A definição do estudo de caso (Yin, 2003) considerou os seguintes critérios: (a) empreendimento contendo unidades habitacionais com áreas úteis entre 50 m² e 150 m²; (b) empreendimento que tivesse sido entregue aos moradores entre 2007 e 2017; (c) quantidade mínima de 30 unidades; (d) presença de equipamentos de uso coletivo; (e) empreendimento inserido no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV – faixas 2 e 3). Entre as opções disponíveis, foi selecionado um empreendimento residencial que possui quatro torres (A, B, C, e D), com 12 (doze) pavimentos cada e 4 (quatro) apartamentos por pavimento (192 apartamentos). Os apartamentos possuem 3 quartos, com 90 ou 94 m² (nas torres A, B e C), ou 2 quartos, com 61 a 65 m² (na torre D – Figura 3). Além disso, o conjunto possui área de lazer equipada com piscina, quadras, espaço com churrasqueira, brinquedoteca, academia, salão de festas, salão de jogos e banheiros.



Fig. 3 Plantas dos apartamentos tipo do estudo de caso. Material de divulgação.

Em acordo com a síndica condominial, foi planejada e está sendo executada a avaliação in loco do artefato MEU APÊ, com pesquisadores treinados para essa atividade. Como esta etapa de avaliação ainda está em desenvolvimento, foi optado por realizar a análise descritiva (Reis e Reis, 2002) dos dados coletados até momento. Assim, como um pré-teste, foram realizadas 26 aplicações do artefato in loco, as quais abrangem todas as quatro torres de apartamentos, em diferentes pavimentos e orientações. Alguns dos resultados gerais dessa fase serão descritos a seguir (Quadro 4).

Em relação ao conforto térmico e lumínico, ao analisar as respostas dos moradores do bloco A, percebe-se que, em geral, estão satisfeitos, visto que, de 12 apartamentos, apenas 3 relataram insatisfação. Dito isso, nesses casos, a insatisfação apresenta-se nos cômodos que estão orientados para as fachadas noroeste ou sudoeste, as quais recebem uma insolação de forte intensidade e por períodos prolongados, o que gera o desconforto por calor. Além disso, deve-se salientar que os apartamentos em que foram relatadas sensações de desconforto estão localizados nos pavimentos mais ao topo do bloco, onde o sombreamento

externo é inexistente. Por outro lado, para os cômodos que estão nessas orientações, mas em que há presença de sacada ou varanda, atuando como elementos de proteção solar, percebe-se maior satisfação quanto ao conforto térmico. Também no caso das torres B, C e D os cômodos orientados a noroeste e sudoeste não atendem às estimativas de conforto esperadas, mesmo que haja satisfação geral com o apartamento. Desse modo, os moradores são condicionados a recorrer a meios artificiais de resfriamento do ar e de controle de luminosidade (usando cortinas e persianas). Esse é um ponto importante de atenção para novos empreendimentos residenciais, especialmente considerando o cenário futuro de aumento das temperaturas médias, de prolongamento dos períodos secos e de ondas de calor para região Sudeste do Brasil (IPCC, 2021), onde se encontra a cidade de Uberlândia.

Quadro 4 Resultados preliminares – partes do questionário

QUESTÃO	RESPOSTAS					
Existe algum dispositivo de ventilação e iluminação no seu apartamento?	Não 7,70% (2)	Sim 92,30% (24)	-	-	-	-
Você faz uso de equipamentos para resfriamento e/ou aquecimento do ambiente?	Resfriamento 61,55% (16)	Aquecimento 0%	Ambos 3,84% (1)	Nenhum 34,61% (9)	-	-
No seu condomínio, existe algum sistema de geração de energia por fontes renováveis?	Painéis fotovoltaicos 7,70% (2)	Turbinas eólicas 0%	Ambos 0%	Nenhum dos dois 92,30% (24)	-	-
Você economiza água?	Sim 92,30% (24)	Não 7,70% (2)	-	-	-	-
Você tem equipamentos economizadores de água?	Sim 80,77% (21)	Não 19,23% (5)	-	-	-	-
Você separa o lixo entre reciclável e não reciclável no seu apartamento?	Sim 80,77% (21)	Não 19,23% (5)	-	-	-	-
Como você realiza o descarte de medicamentos vencidos?	Junto com o lixo doméstico (20) 76,92%	Em recipiente separado, mas na lixeira (4) 15,38%	Levo para os pontos de coleta (2) 7,70%	Faço doação antes do vencimento 0%	Não utilizo 0%	-
Você tem plantas em seu apartamento?	Sim 69,23% (18)	Não 30,77% (8)	-	-	-	-
Com qual frequência você faz compras online?	Não Faço compras online 11,53% (3)	Raramente 38,46% (10)	1 vez por semana 11,53% (3)	2 a 3 vezes por semana 11,53% (3)	Mais de 3 vezes por semana 26,95% (7)	-
Qual meio de transporte você mais utiliza no dia a dia, até 3 quarteirões:	A pé 48,85% (13)	Bicicleta 30,77% (8)	Carro ou moto 15,38% (4)	Carro ou moto de aplicativo 0%	Transporte público 0%	Transporte elétrico 0%
Qual meio de transporte você mais utiliza no dia a dia, de 3 a 5 quarteirões:	A pé 23,09% (6)	Bicicleta 38,46% (2)	Carro ou moto 61,55% (16)	Carro ou moto de aplicativo 7,70% (2)	Transporte público 0%	Transporte elétrico 0%

Quanto ao consumo de energia elétrica, a maioria dos moradores alega economizar energia por meio de algum hábito, sobretudo para aqueles mais comuns, como apagar as luzes ao sair do ambiente (16 usuários) e utilizar lâmpadas eficientes (led ou fluorescentes – 14 usuários). Em contrapartida, o uso de ar-condicionado e ventiladores é intenso, com uma

média de 6 a 9 horas por dia, em temperatura inferior a 23ºC para os aparelhos de ar-condicionado (14 usuários). Posto isso, esse comportamento, além de ir contra a percepção geral dos moradores de que os apartamentos são confortáveis termicamente, indica que muito provavelmente há um consumo elevado de energia elétrica nas unidades, o que gera notórios impactos ambientais. O abastecimento de energia elétrica, em Uberlândia, é realizado majoritariamente pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), sendo que apenas 2 apartamentos possuem contrato direto com algum fornecedor de energia solar, ou em parceria com familiares e conhecidos que compartilham desse tipo de energia renovável. O aquecimento de água nos apartamentos também é feito a partir da energia elétrica. Portanto, o conjunto avaliado ainda é ineficiente energeticamente desse ponto de vista. No entanto, como aspecto positivo, o condomínio possui sistema de aquecimento solar para a piscina, o qual foi instalado recentemente.

No que tange ao consumo de água, foi notado que a utilização de equipamentos economizadores de água é recorrente nos apartamentos (21 apartamentos), principalmente quanto a arejadores de pressão nas torneiras (21 apartamentos) e descarga com duplo acionamento (18 apartamentos). Atrelado a isso, os usuários relataram uma rotina de hábitos de consumo de água baseada na economia, como abrir as torneiras quando realmente forem utilizá-las (24 usuários), utilizar a máquina de lavar roupas na capacidade máxima (22 usuários) e reutilizar a água usada para lavar as roupas na limpeza doméstica (13 usuários). Portanto, podemos inferir que há certa consciência sobre a necessidade de se otimizar o consumo dos recursos hídricos.

O condomínio é equipado com área de descarte de resíduos, com recipientes específicos para lixo reciclável e não-reciclável. Além do mais, o bairro em que se encontra o estudo de caso é contemplado pelo serviço municipal de coleta seletiva, responsável pelo recolhimento e pelo descarte de dejetos recicláveis. Essa conjuntura acaba incentivando um melhor comportamento dos usuários, pois a maioria (21 ou 80,77%) deles faz coleta seletiva. Nesse ponto, vale ressaltar ainda que os moradores relataram interesse e satisfação quanto às telas informativas. Como muitos desconheciam a forma correta de realizar certos tipos de descartes, como no caso de medicamentos vencidos (24 usuários não sabiam a forma correta de descartar esses produtos), ficaram satisfeitos em serem informados sobre seus hábitos inadequados e em aprender a forma correta de realizar a gestão dos resíduos.

O uso de vegetação, seja decorativa, comestível ou medicinal, no interior dos apartamentos, é presente em 18 deles, o que pode colaborar para a qualidade ambiental dessas unidades residenciais – atenuando os níveis de estresse, melhorando a sensação térmica e a qualidade do ar da moradia (Gonçalves e Bode, 2015). Quanto ao novo contexto pós-pandêmico, os hábitos de pedir comida por delivery e fazer compras online é frequente entre os usuários (apenas 11% dos respondentes não realizam essas ações), bem como a modalidade de trabalho remota ou híbrida (18 moradores ou 70%). Esses hábitos precisam ser olhados com maior atenção, pois influenciam tanto o aumento de consumo de energia elétrica dos apartamentos, quanto o volume de resíduos gerados.

Conforme exposto, na última seção do MEU APÊ, são analisados os meios de transporte mais usados, o que permite avaliar, portanto, o índice de emissão de carbono na atmosfera pelos moradores. Nesse sentido, percebe-se que a maioria (79,86%) dos respondentes não utiliza veículos automotivos para distâncias curtas, de até 3 quarteirões, no entanto, para distâncias um pouco maiores que essas, entre 3 e 5 quarteirões, são utilizados predominantemente veículos automotores, como carros ou motocicletas (18 respondentes).

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que o MEU APÊ é uma ferramenta de pesquisa de caráter didático e científico, visto que permite realizar o levantamento de dados acerca da qualidade ambiental em apartamentos em uso, por meio da participação e da conscientização dos moradores, além de registrar problemas projetuais para que sejam solucionados em empreendimentos futuros. A partir dos resultados obtidos no teste de usabilidade e na aplicação piloto em Uberlândia (MG), observa-se que o aplicativo é adequado para avaliar apartamentos em termos de adequação e conforto ambiental. No que concerne ao nível de consciência ambiental dos respondentes, percebeu-se que há envolvimento dos moradores com ações voltadas à redução dos impactos do morar. Contudo, hábitos importantes, tais como economizar água e energia, apresentaram resultados mais satisfatórios para atividades corriqueiras – as quais dispensam o uso de equipamentos específicos ou mesmo que exigem mudanças mais profundas de comportamento. Por outro lado, o público-alvo pode, por meio das telas informativas e de advertências do MEU APÊ, adotar novos hábitos, mais saudáveis e ambientalmente responsáveis, de modo a melhorar a qualidade das unidades residenciais, sua qualidade de vida, bem como reduzir os danos ambientais gerados nos apartamentos. Isso foi comprovado, por exemplo, no caso da aquisição de conhecimentos sobre o descarte correto de diferentes tipos de resíduos. Por fim, notou-se a necessidade da correta orientação solar das torres e do uso de dispositivos de proteção solar nas aberturas para oferecer condições mais adequadas de conforto térmico em empreendimentos futuros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG (processo APQ 02619-21), ao CNPQ e à Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio necessário para realização desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

Baker, N. e Steemers, K. (2019) **Healthy Homes**: Designing with light and air for sustainability and wellbeing, RIBA Publishing, Londres.

Elsayed, M., Pelsmakers, S., Pistore, L., Castaño-Rosa, R. e Romagnoni, P. (2023) Post-occupancy evaluation in residential buildings: a systematic literature review of current practices in the EU, **Building and Environment**, 236.

Gonçalves, J. C. S. e Bode, K. (2015) **Edifício Ambiental**, Oficina de textos, São Paulo.
Intergovernamental Painel on Climate Change. (2021) **Climate change 2021**: the physical science basis, Cambridge University Press, Cambridge.

International Energy Agency e United Nations Environment Programme. (2019) **2019 Global Status Report for Buildings and Construction**: towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, IEA e UN Environment Programme, Nairobi.

International Energy Agency e United Nations Environment Programme. (2022) **2022 Global Status Report for Buildings and Construction**: towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, IEA e UN Environment Programme, Nairobi.

Mallory-Hill, S., Preiser, W. F. E. e Watson, C. G. (2012) **Enhancing Building**

Performance, Hoboken, New Jersey.

Newton, S., Carnemolla, P. e Darcy, S. (2023) Building information modelling and related technologies applied to the post occupancy evaluation of accessible bathrooms for people with disability, **Smart and Sustainable Built Environment**.

Ono, R., Ornstein, S. W., Villa, S. B., e Judite, A. (2018). **Avaliação pós-ocupação**. Oficina de Textos, São Paulo.

Reis, E. A. e Reis I. A. (2002) Análise Descritiva de Dados, **Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG**. Disponível em: www.est.ufmg.br.

Saramago, R. C. P. **Arquitetura sustentável?** (2023) Quando o discurso não mais sustenta um futuro para a prática arquitetônica, Annablume, São Paulo.

Stevenson, F. e Leaman, A. (2010) Evaluating housing performance in relation to human behaviour: new challenges, **Building research and information**, 38(5), 437–441.

United Nations Environment Programme. (2023) **Building materials and the climate**: constructing a new future, UNEP, Nairobi.

Villa, S. B., Bruno, D. C. e Santos, A. L. T. (2020) Avaliação pós-ocupação da qualidade na habitação por meio do aplicativo "Como você mora": estudo de caso na cidade de Uberlândia, **Ambiente Construído**, 20, 225-247, doi: 10.1590/s1678-86212020000300426.

Villa, S. B., Burigo, R. e Saramago, R. C. P. (2023a) Uma Breve revisão da literatura integrada sobre avaliação pós-ocupação e qualidade ambiental. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto do Ambiente Construído**, 16-18 Nov. 2023, doi: 10.46421/sbqp.v8i.3984.

Villa, S. B.; Garcia, G. M., Burigo, R. e Saramago, R. C. P. (2023b) Inovações tecnológicas no processo de APO da qualidade habitacional: uma breve revisão da literatura. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto do Ambiente Construído**, 16-18 Nov. 2023, doi: 10.46421/sbqp.v8i.3970.

Villa, S. B. e Ornstein, S. W. (2013) **Qualidade ambiental na habitação:** avaliação pós-ocupação. Oficina de Textos, São Paulo.

Villa, S. B. e Ornstein, S. W. (2021) Avaliação pós-ocupação e novas tecnologias: pesquisas em curso e perspectivas futuras. **Anais do VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, 1-5 Março 2021.

Villa, S. B., Saramago, R. C. P., Cardoso, C. C. M. e Paulino, M. J. A. (2018) Habitar vertical: avaliação da qualidade espacial e ambiental de edifícios de apartamentos, **Ambiente construído**, 18(1), 519–538, doi: 10.1590/s1678-86212018000100236.

Villa, S. B., Stevenson, F., Garrefa, F., Bortoli, K. C. R. e Carvalho, N. L. M. (2023c) Innovating digital POE platforms during the COVID-19 pandemic: a case study of co-production in Brazilian social housing, **Frontiers in Built Environment**, (9), doi: 10.3389/fbuil.2023.1059044.

Villa, S. B., Vasconellos, P. B., Bortoli, K. C. R. e Araújo, L. B. (2022) Lack of adaptability in Brazilian social housing: impacts on residents, **Buildings and Cities**, v. 3, 376-397.

Yin, R.K. (2003). **Estudo de caso**. Bookman, Porto Alegre.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - O CASO DO CENTRO ESPECIALIZADO EM REABILITAÇÃO (CER)

L. G. Avelino Filho, P. L. R. Albala, L. C. Puntel, C. F. Silva e M. A. B. Romero

RESUMO

As mudanças climáticas estão em curso, impactando diretamente o consumo de energia dos edifícios e o conforto térmico de seus ocupantes. Considerando isso, este estudo tem por objetivo avaliar o impacto dessas mudanças em estabelecimentos de saúde, no que tange à demanda energética da edificação e ao conforto térmico dos seus ocupantes. A escolha por esta tipologia se deu em função da vulnerabilidade dos seus ocupantes aos efeitos climáticos adversos. Utilizou-se como estudo de caso um Centro Especializado em Reabilitação do Sistema Único de Saúde do Brasil, para o qual foram avaliados, por método simulacional, um cenário atual e outro futuro, adotando-se projeções climáticas para 2080. Previu-se um aumento de até 4°C na temperatura operativa e de 27% no consumo energético anual para resfriamento. O estudo destaca a importância de se repensar as práticas construtivas para projetar edifícios de saúde mais resilientes a condições de calor extremo.

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas desempenham papel significativo nas mudanças climáticas já em curso (IPCC, 2022a). O ano de 2023 dá sequência a uma série temporal de quase uma década de um progressivo aumento da temperatura média global, vindo a se configurar como o mais quente já registrado desde o período pré-industrial (IPCC, 2023; WMO, 2023). Tais mudanças causam efeitos adversos no ambiente construído, como o desconforto térmico de ocupantes e aumento do uso de equipamentos de ar-condicionado (Hasan *et al.*, 2021; Krelling *et al.*, 2023). Sendo assim, é crucial que sejam implementadas ações, nas edificações, que visem simultaneamente à conservação de energia e à prevenção do sobreaquecimento (Forastiere *et al.*, 2023; Kovats e Brisley, 2021).

Neste contexto, avaliar e otimizar o desempenho do ambiente construído, considerando a incorporação das projeções de mudanças climáticas, é fundamental (Hosseini *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2023; Troup *et al.*, 2020). As simulações computacionais são potentes aliadas neste processo, pois permitem avaliar cenários atuais e futuros, permitindo prever o impacto destas mudanças nos ambientes construídos, identificar pontos críticos e propor melhorias adaptativas (Jalali *et al.*, 2023).A estimativa de climas futuros, utilizada nas simulações computacionais, apresenta determinado grau de incerteza por depender de diversos fatores, mas, principalmente, das emissões futuras de gases do efeito estufa (GEE) (IPCC, 2022b).

Assim, foram desenvolvidos métodos para incorporar as condições climáticas futuras delineadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). As projeções partem dos Modelos Climáticos Globais (GCMs), que visam reproduzir processos físicos da atmosfera, oceano, criosfera e superfície terrestre, estimando o clima para anos futuros com base em diferentes cenários socioeconômicos.

Dentre os métodos disponíveis, está a ferramenta Future Weather Generator, de código aberto, que se apresenta como multiplataforma para gerar dados meteorológicos futuros por hora. Este programa foi desenvolvido em colaboração entre a Universidade de Coimbra e a Universidade de Aveiro, e permite transformar o arquivo EPW (Energy Plus Weatherfile) original em novos arquivos de extensão EPW (Future Weather Generator, 2024). Esses novos arquivos correspondem a cenários futuros de mudanças climáticas, baseados nos quatro Caminhos Socioeconômicos Compartilhados (SSP) do CMIP6 para os anos de 2050 e 2080. Tal ferramenta tem se mostrado válida para a realização de simulações futuras de desempenho de edifícios (Rodrigues *et al.*, 2023).

Diante desta discussão, o assunto torna-se mais crítico e relevante ao se tratar de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), dada a maior vulnerabilidade e suscetibilidade de seus ocupantes a efeitos adversos do clima. As mudanças climáticas podem, ainda, acarretar um aumento da utilização de serviços de saúde, sobrecarregando ainda mais suas infraestruturas. A adaptação e a resiliência dessas instituições são, portanto, fundamentais para enfrentar esse cenário desafiador.

Em termos de emissões globais e consumo de energia, vale ressaltar que o setor de saúde é responsável por aproximadamente 4,4% das emissões líquidas globais (diretas e indiretas); o uso de energia – elétrica, a gás, a vapor e ar-condicionado – representa mais da metade das emissões do setor (Karliner *et al.*, 2020).

Como estudo de caso, adotou-se uma unidade de tipologia IV do CER – Centro Especializado em Reabilitação do Sistema Único de Saúde do Brasil – SUS. Conforme definição do Ministério da Saúde, o CER é um ponto de atenção ambulatorial de referência que realiza diagnóstico, tratamento, concessão, adaptação e manutenção de tecnologia assistiva. Está presente em todos os estados brasileiros, sendo organizado a partir da combinação de no mínimo duas modalidades de reabilitação, como física, intelectual, visual e auditiva. Assim, podem ser organizados em três tipologias: CER II, que atende 2 modalidades de reabilitação; CER III, que atende 3 modalidades de reabilitação, e CER IV, que atende todas as modalidades (Brasil - Ministério da Saúde, s.d.).

Considerando o exposto, este artigo tem por objetivo avaliar o desempenho do CERIV Araguaína, no estado de Tocantins, contrastando o cenário atual com o cenário de 2080, em termos de temperatura operativa e consumo energético.

2 MÉTODO

Para o desenvolvimento deste artigo adotou-se o método simulacional, voltado à comparação de resultados de cenários, dividido nas seguintes etapas: 1) seleção do objeto de estudo; 2) definição dos cenários; 3) caracterização e construção do modelo; e 4) simulações e extração dos resultados. A seguir, apresenta-se um detalhamento de cada uma destas etapas.

2.1 Seleção do Objeto de Estudo

Como mencionado, a pesquisa teve como objeto de estudo um Centro Especializado em Reabilitação (CER). Dentre as três tipologias de CER existentes, elegeu-se a tipologia IV, já que se configura como a mais completa, por abranger todas as modalidades de reabilitação.

O modelo computacional desenvolvido e avaliado foi construído a partir do projeto padrão da tipologia elegida. Os projetos padrão dos CER são disponibilizados pelo Ministério da Saúde e buscam subsidiar o processo de contratação de obras e serviços por parte do gestor local. Existem projetos padrão para todas as tipologias, nas seguintes modalidades: CER II Física e Auditiva; CER II Física e Visual; CER III Física, Intelectual e Auditiva; CER III Intelectual, Auditiva e Visual; CER III Física, Visual e Auditiva; CER III Intelectual, Física e Visual; e CER IV Intelectual, Física, Visual e Auditiva (Brasil - Ministério da Saúde, 2021).

No caso do CER IV, o projeto padrão é composto por 86 ambientes, dentre os quais se distribuem áreas comuns, administrativas, de serviço e de atendimento ao público, com área total de aproximadamente 1774 m² (Figura 1). Para este cômputo, foram desconsideradas as divisões internas do ambiente de administração, floreiras e armários embutidos nos corredores, além de ambientes e revestimentos de piso externos.



Fig. 1 Planta baixa do projeto padrão, modalidade CER IV ilustrando usos de ambientes internos. Fonte: Adaptado de MS (2024).

Como o projeto padrão pode ser replicado em diferentes cidades, com clima e orientações diversas, fez-se necessária a definição de um sítio para as avalições concebidas nesse escopo. Optou-se, assim, pela escolha do CER IV, localizado na cidade de Araguaína, no estado do Tocantins (Figura 2). Esta escolha se deu por ser uma cidade estratégica para região norte do país, e por fazer parte do grupo de edifícios previamente visitados pelo grupo de pesquisa do LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo. Este

laboratório conduziu, anteriormente à elaboração deste trabalho, uma pesquisa sobre os CERs e Oficinas Ortopédicas, visitando in loco diversas unidades.

O município possui um clima tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: o período chuvoso, que vai de novembro a abril, e o período seco, de maio a outubro (Climate One Building.Org, 2020). Portanto, o município configura-se como uma cidade de clima quente, estando assim mais vulnerável a um futuro aumento da temperatura.



Fig. 2 Imagem aérea do CER IV - Araguaína. Fonte: Foto de Marcos Sandes/Ascom, disponível em https://www.araguaina.to.gov.br/noticias/2019/centro-especializado-em-reabilitac-ao-ser-a-inaugurado-no-pr-oximo-dia-8.

2.2 Definição dos Cenários

Para a avaliação do edifício CER IV de Araguaína, foram determinados dois cenários distintos, definidos a partir da consideração de duas diferentes condições climáticas. O primeiro deles é o "Cenário Atual", que considera as características climáticas obtidas através de um arquivo climático representativo do clima atual. O segundo é o "Cenário Futuro", que se baseia em previsões climáticas estabelecidas através de um arquivo climático futuro. O arquivo climático utilizado para o cenário atual "Araguaína_TO_BRA_819000_TMYx.epw" foi obtido no repositório gratuito *Climate.OneBuilding.Org.*, referência em dados sobre clima para simulações computacionais de edifícios (Climate One Building.Org, 2020).

Esse mesmo arquivo climático foi carregado no *software* de código aberto *Future Weather Generator,* como mencionado anteriormente. Para esse estudo foi selecionado o arquivo referente ao ano de 2080, baseado no caminho SSP5-8.5, no qual os atuais níveis de emissões de CO_2 irão praticamente duplicar até 2050 e a temperatura média global aumentará 4,4 °C até 2100.

Com relação ao clima do "Cenário Atual", observa-se a ocorrência de temperaturas elevadas, variando entre 17,1°C e 36,2 °C, ficando acima de 26 °C em aproximadamente 47% das horas do ano. Para o "Cenário Futuro", por sua vez, foi constatada a ocorrência de temperaturas mais elevadas do que no "Cenário Atual", variando entre 21,1°C e 41,5 °C, ficando acima de 26 °C em aproximadamente 86% das horas do ano (Figura 3). Para a extração dos dados e elaboração dos gráficos que caracterizam o clima dos cenários propostos, foi utilizado o *plugin Ladybugtools,* dentro da plataforma de programação *Grasshopper* do *software Rhinoceros 3D.*

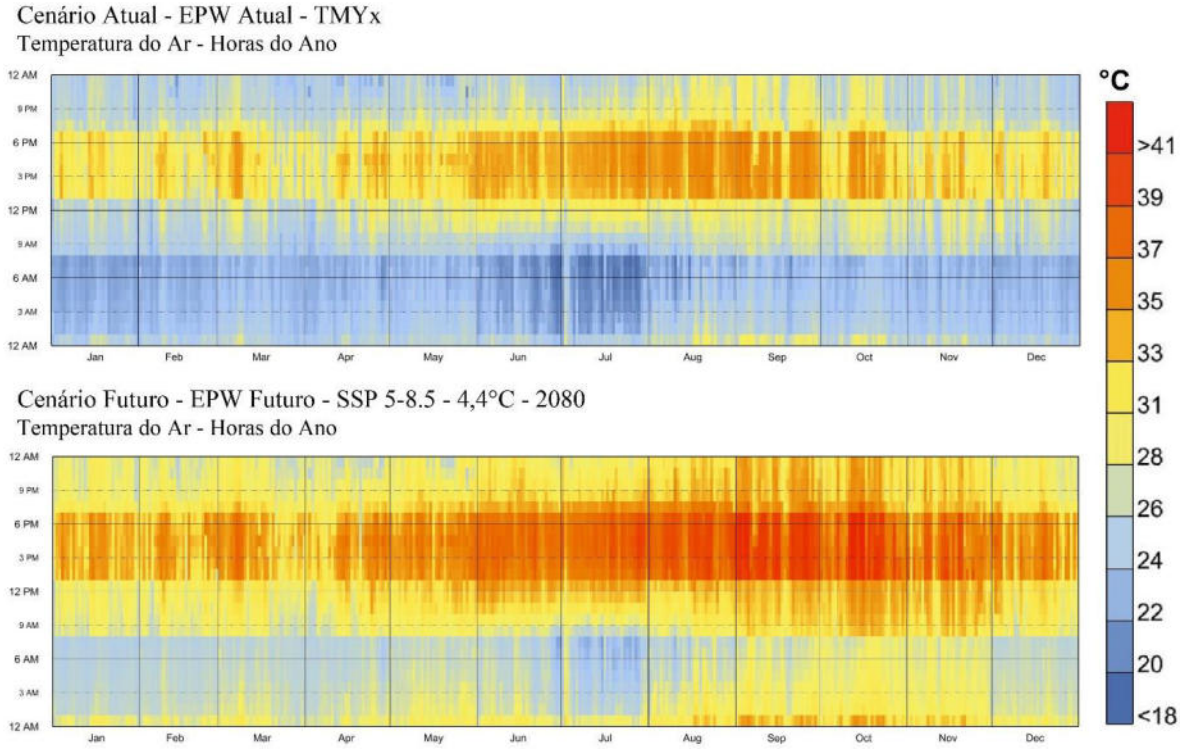


Fig. 3 Gráficos da temperatura de bulbo seco ao longo das horas do ano, para os dois cenários definidos demonstrando o aumento de temperaturas entre os climas atual e futuro. Fonte: Elaboração própria (2024).

2.3 Construção e caracterização do modelo

O processo de construção e caracterização do modelo computacional avaliado seguiu um fluxo de trabalho que envolveu diferentes *softwares*, todos com licenças estudantis atreladas à Universidade de Brasília. Inicialmente, os projetos originais foram sintetizados no *software Autocad*, do qual foram retiradas informações desnecessárias à elaboração do modelo geométrico 3D. Em seguida, esse arquivo sintetizado foi importado no *software Rhinoceros 3D,* em que foram modeladas as geometrias, em três dimensões, de paredes, coberturas, pisos, portas, janelas e elementos de sombreamento do edifício. Posteriormente, esse modelo geométrico 3D foi transferido para a plataforma de programação *Grasshopper*, na qual foram usados os *plugins* do *Ladybugtools* e *Honeybeetools,* para a construção do modelo termo-energético a ser simulado para os dois cenários (Figura 4).

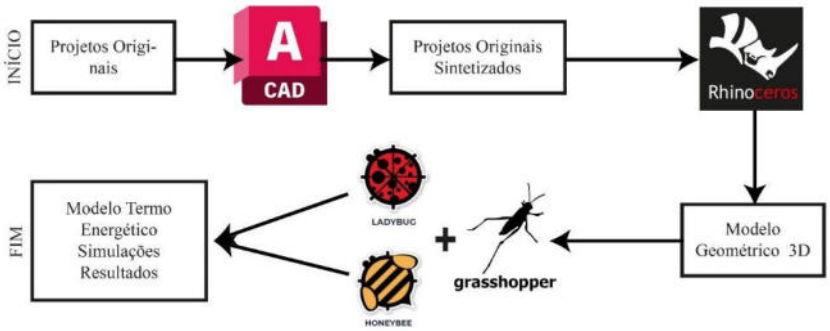


Fig. 4 Fluxo de trabalho - construção e caracterização dos modelos computacionais. Fonte: Elaboração própria (2024).

O modelo termo energético simulado, elaborado a partir do projeto padrão para a tipologia CER IV, levou em consideração a escolha de climatização observada em visitas de campo. Dessa forma, os ambientes administrativos e os voltados para atendimento ao público foram designados como zonas condicionadas artificialmente. Foram consideradas as cargas de energia ideais de resfriamento, necessárias para manter as condições de conforto, estipuladas por um *setpoint* de 24°C conforme estabelecido pelo INI-C. Além disso, o modelo considerou as janelas fechadas, com o sistema de resfriamento artificial funcionando durante todas as horas ocupadas - de segunda à sexta, das 7:00 horas às 18:00 horas.

Por outro lado, os locais de serviço e áreas comuns foram classificados como zonas naturalmente ventiladas. Assim, consideraram-se as janelas abertas durante o período de ocupação do edifício, com porcentagens de abertura definidas de acordo com a tipologia da abertura do caixilho. Para as trocas de ar nesses ambientes, foram utilizados valores para a taxa de renovação de ar por pessoa, conforme resolução da Anvisa (Brasil - ANVISA, 2003). A figura 5 apresenta os espaços que foram considerados com condicionamento artificial e os que foram definidos como naturalmente ventilados.

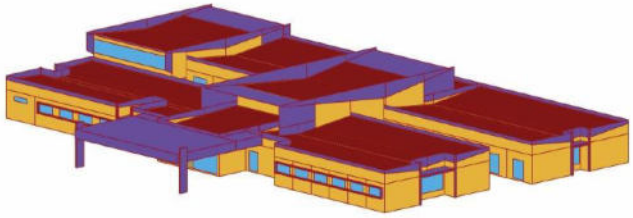


Fig. 5 Planta baixa indicando os ambientes condicionados artificialmente e ambientes ventilados naturalmente. Fonte: Adaptado de MS (2024).

As cargas térmicas referentes à ocupação foram atribuídas em número absoluto de pessoas, conforme layout proposto pelo projeto padrão. Em função da ausência desse dado para ambientes de banheiros e corredores, foi atribuída, para esses locais, carga térmica de ocupação com base nos parâmetros da ASHRAE 90.1 – 2019 (ASHRAE, 2019). Dessa norma, também foram retiradas as cargas térmicas para iluminação e equipamentos elétricos. Ocupação, iluminação, equipamentos eletrônicos e ventilação seguem um cronograma definido de acordo com o horário de funcionamento do edifício. Já para os valores relacionados à infiltração, foi considerado, para todas as horas do ano, o valor de 0,0006 m^3/s por m^2 de fachada, uma vez que as construções brasileiras não apresentam uma boa vedação.

Como mencionado, o sistema construtivo do modelo foi configurado a partir das informações contidas nos projetos originais e visitas de campo. Assim, tem-se: cobertura com telha sanduíche, formando uma camada de ar com a laje de cobertura pré-moldada com forro de gesso; alvenaria de tijolo cerâmico de seis furos, com argamassa interna e externa; laje de piso pré-moldada, com contrapiso e revestimento cerâmico; janelas e portas de vidro incolor comum de 8 mm de espessura; e portas internas de madeira. A Figura 6 traz um resumo com as cargas térmicas, cronogramas de funcionamento/ocupação e características construtivas utilizadas para a elaboração dos modelos computacionais simulados.

QUADRO RESUMO - MODELOS TERMO ENERGÉTICOS



Cargas Térmicas e Cronogramas

Uso	Valores	Cronogramas
Ocupação	Ambientes de Atendimento ao Público - Número absoluto de Pessoas de Acordo com o Layout Ambientes de Circulação e serviços - ASHRAE 90.1 - 2019 - Hospital/PhysTheraphy - 0,054 pessoas/m²	segunda a sexta 7:00 as 18:00
Iluminação	ASHRAE 90.1 - 2019 - Hospital/PhysTheraphy - 9,8 W/m²	segunda a sexta 7:00 as 18:00
Equipamentos Elétricos	ASHRAE 90.1 - 2019 - Hospital/PhysTheraphy - 16,1 W/m²	segunda a sexta 7:00 as 18:00
Renovações de Ar	Resolução da Anvisa - 27 m³/h/pessoa	segunda a sexta 7:00 as 18:00
Infiltração	0,0006 m³/s por m² de fachada	Ano todo
Ventilação	Janelas sempre abertas	segunda a sexta 7:00 as 18:00
Resfriamento	Cargas de energia ideais de resfriamento - Setpoint 24°C	segunda a sexta 7:00 as 18:00

Materiais e Características Construtivas

Componente Construtivo	Materiais	Características
Cobertura	Telha Sanduíche	U = 0,66 W/m²-K a = 0,3
Alvenarias	Tijolo cerâmico 9 furos com argamassa interna e externa	U = 1,84 W/m²-K a = 0,5
Laje de Piso	Laje pré-moldada com contra piso e piso cerâmico	U = 3,08 W/m²-K a = 0,5
Laje de Cobertura	Laje pré-moldada com forro de gesso	U = 1,7 W/m²-K a = 0,7
Janelas	caixilho metálico + vidro incolor 8mmVidro Incolor 8mm	U = 5,3 W/m²-K shgc = 0,87% t_vis = 0,87%

Fig. 6 Quadro resumo de configurações de ocupação, cargas internas, climatização e materiais – Modelos Termo Energéticos. Fonte: Elaboração própria (2024).

2.4 Simulações e extração dos resultados

O modelo termo-energético construído foi simulado para o "Cenário Atual" e para o "Cenário Futuro", de acordo com seus respectivos arquivos climáticos. Os resultados obtidos

foram transcritos em mapas e gráficos que permitiram a comparação das duas situações. Para avaliar o impacto das mudanças climáticas nos ambientes naturalmente ventilados, foram extraídos os dados referentes às suas temperaturas operativas médias durante as horas ocupadas. Os valores obtidos foram apresentados de forma espacializada pelos ambientes, em uma malha de sensores equidistantes 50 cm entre si, a uma altura de 1,5m do piso, contendo o valor anual da temperatura operativa para cada ponto.

Para avaliar o efeito nos ambientes artificialmente condicionados, foram extraídos os dados relacionados ao consumo energético total e à carga térmica necessária para o resfriamento durante o período de ocupação, além dos gráficos com o balanço térmico para ambos os cenários.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio das simulações computacionais realizadas para os dois cenários, verificou-se que, no “Cenário Atual”, a temperatura operativa varia dentro da zona de conforto na maioria dos ambientes naturalmente ventilados. Isso ocorre porque são espaços onde o Percentual de Abertura na Fachada (PAF) é baixo ou inexistente. As temperaturas mais elevadas, acima de 28°C, foram registradas nos ambientes que compartilham características como alta taxa de ocupação e PAF elevado, sendo os valores mais altos encontrados próximos às aberturas. Exemplos destes ambientes com o PAF elevado são o ginásio (32), a copa (56) e a área comum central do edifício (48).

No “Cenário Futuro”, constatou-se um aumento da temperatura operativa em até 4°C na maioria dos sensores, especialmente naqueles localizados próximos às aberturas. A maior parte dos ambientes passaria a apresentar temperaturas operativas acima da zona de conforto, mesmo em áreas sem contato direto com o exterior. Nos espaços com PAF elevado, a temperatura operativa chegaria a superar os 34°C. Comparando os dois cenários, fica evidente o impacto das mudanças climáticas na temperatura operativa dos ambientes naturalmente ventilados e a necessidade de medidas de adaptação a esse processo. A Figura 7 apresenta os valores espacializados da temperatura operativa nos ambientes naturalmente ventilados no “Cenário Atual” e no “Cenário Futuro”.

Nos ambientes artificialmente condicionados, observou-se que, para manter o *setpoint* estipulado em 24°C, houve um aumento considerável na carga térmica para resfriamento, passando de 131,30 kWh/m² para 188,77 kWh/m² do "Cenário Atual" para o "Cenário Futuro", respectivamente. Isso representaria um acréscimo de 27% no consumo total de energia final, correspondendo a 57,47 kWh/m² por ano. Comparando o balanço térmico dos dois cenários simulados, confirma-se o aumento significativo na carga térmica necessária para resfriamento, além dos ganhos por transmissão e condução da radiação solar através das janelas. Também é possível observar incrementos nos ganhos por ventilação natural e mecânica, bem como maiores perdas relacionadas à condução por meio dos materiais opacos ao longo do ano. A Figura 8 apresenta o balanço térmico total dos dois cenários, onde é possível observar os impactos nas perdas e ganhos de carga térmica no edifício.

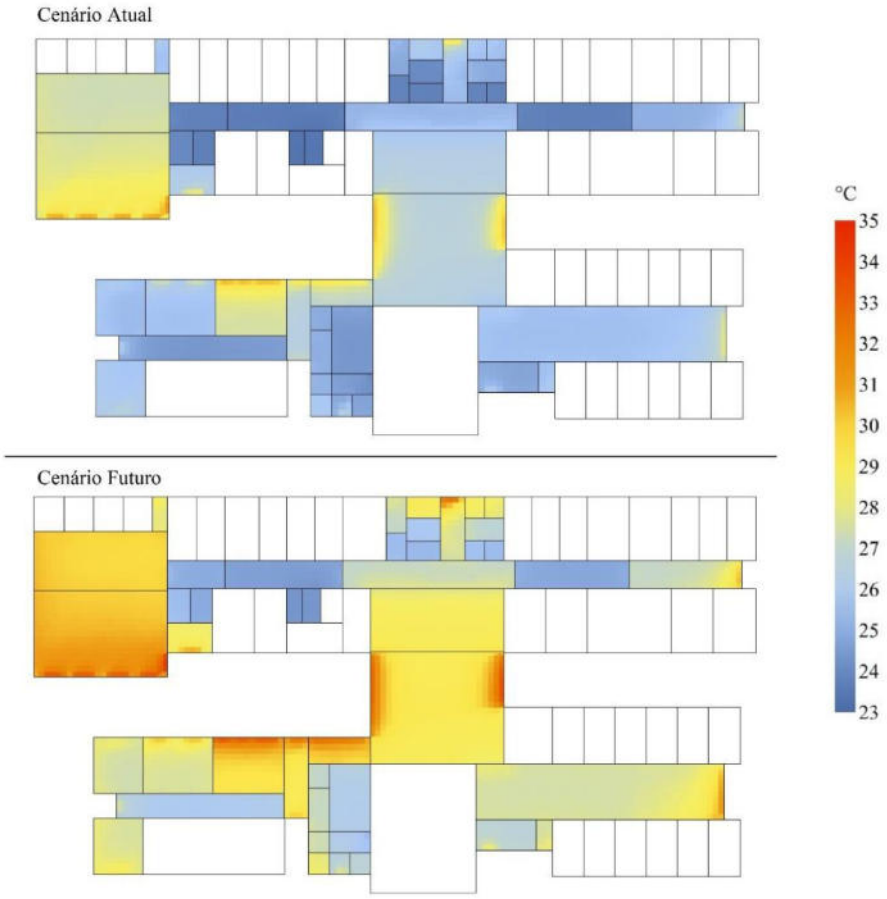


Fig. 7 Temperatura operativa média nos ambientes naturalmente ventilados para os dois cenários. Fonte: Elaboração própria (2024).

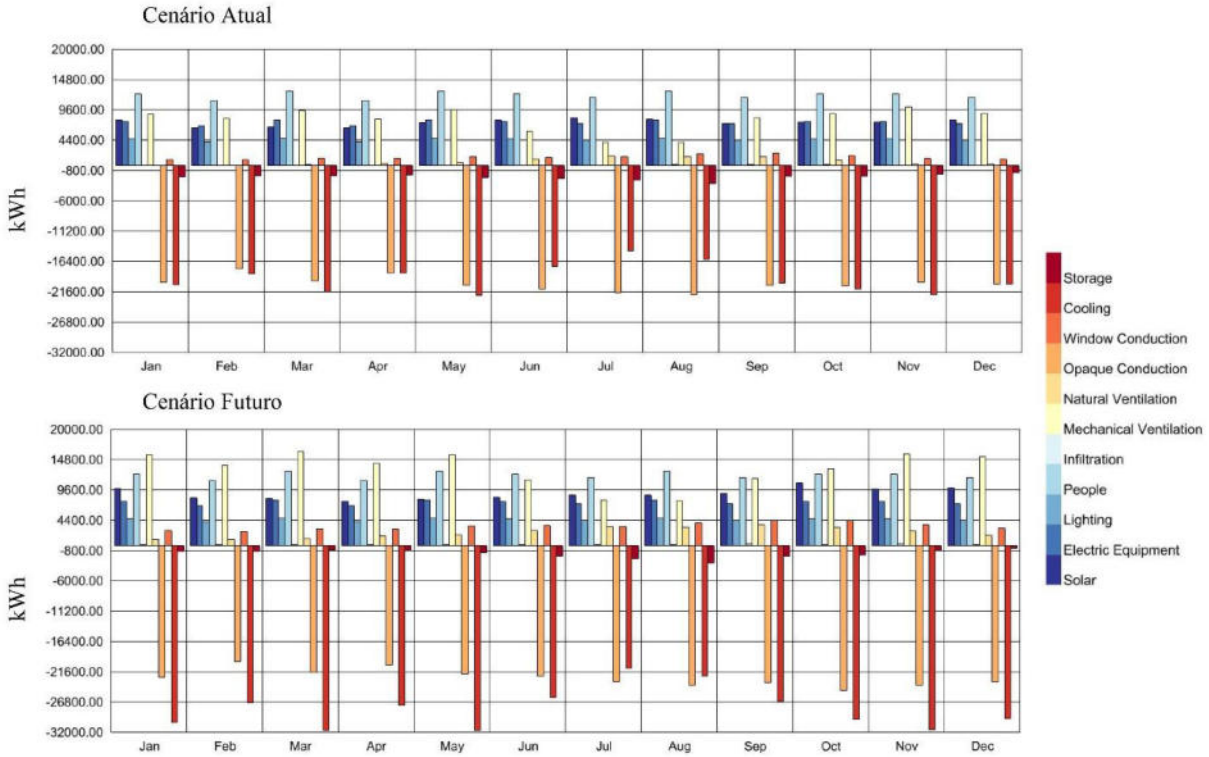


Fig. 8 Gráficos com o balanço térmico para os dois cenários. Fonte: Elaboração própria (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão mostrou-se válido na avaliação do impacto das mudanças climáticas – em termos de aumento das temperaturas globais – em edifícios de saúde. A partir da ênfase no conforto térmico dos ocupantes e na demanda energética da edificação, verifica-se que a configuração arquitetônica dos CERs deve ser revista, desde já, para aumentar seu potencial de adaptação a cenários climáticos futuros extremos.

Nota-se que zonas naturalmente ventiladas, atualmente, deixarão de propiciar conforto térmico aos seus ocupantes em 2080, obrigando a edificação a condicioná-las artificialmente. Isso indica que, sem medidas de adaptação, o conforto térmico dos ocupantes será significativamente prejudicado.

Já com relação aos ambientes condicionados artificialmente, a demanda energética para manter o setpoint de 24ºC aumentará em torno de 30%, ou seja, haverá um consumo energético expressivamente maior. Esse resultado destaca a pressão adicional sobre os recursos energéticos e os custos operacionais que os edifícios de saúde enfrentarão nos cenários futuros. Isso se agrava ainda mais quando se considera o expressivo percentual de emissões globais dos edifícios de saúde, no contexto atual.

Em termos metodológicos, a utilização de ferramentas como o *Future Weather Generator* e a plataforma de programação *Grasshopper* se demonstraram eficazes para prever cenários futuros e avaliar o desempenho térmico e energético dos edifícios. Essas ferramentas são essenciais para identificar pontos críticos e propor intervenções adaptativas adequadas.

Diante do exposto, o estudo reforça a urgência de se repensar as práticas construtivas para desenvolver edifícios de saúde mais resilientes às condições climáticas futuras. Medidas como a melhoria da eficiência energética, uso de materiais com melhor desempenho térmico, e a adoção de soluções passivas e ativas de ventilação e resfriamento são cruciais.

Além de garantir a segurança dos pacientes e profissionais de saúde, uma abordagem preventiva e proativa nos novos projetos contribuirá para a sustentabilidade a longo prazo dessas instalações, promovendo a continuidade dos serviços de saúde essenciais em face dos desafios climáticos cada vez mais complexos. Investir em infraestrutura mais resiliente e sustentável não é apenas uma medida de precaução, mas uma estratégia vital para assegurar a capacidade dos CERs de enfrentar os desafios do futuro e continuar a fornecer cuidados de saúde de qualidade à comunidade.

Em suma, este estudo realça, portanto, a importância de se integrar considerações climáticas futuras no planejamento e construção de edifícios de saúde. As simulações indicam que as mudanças climáticas terão um impacto significativo no conforto térmico e na demanda energética dos estabelecimentos assistenciais de saúde. Portanto, é vital adotar estratégias adaptativas que envolvam tanto melhorias tecnológicas quanto práticas construtivas sustentáveis para garantir a resiliência desses edifícios e a saúde e bem-estar de seus ocupantes.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) e do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil.

6 REFERÊNCIAS

ASHRAE. (2019), **ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**, Atlanta.

Brasil - ANVISA. (2003), **Orientação Técnica Elaborada Por Grupo Técnico Assessor Sobre Padrões Referenciais de Qualidade Do Ar Interior Em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo Da Resolução-RE Nº 09, de 16 de Janeiro de 2003**, Brasília.

Brasil - Ministério da Saúde. (2021), **Documentos norteadores**, Ministério Da Saúde, available at: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://portalfns.saude.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Orientacoes-para-elaboracao-de-Projeto-de-Arquitetura.pdf (accessed 5 May 2024).

Climate One Building.Org. (2020), **Repository of free climate data for building performance simulation**, available at: https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/TO_Tocantins/BRA_TO_Araguaina.819000_TMYx.zip (accessed 5 May 2024).

Forastiere, S., Piselli, C., Pioppi, B., Balocco, C., Sciurpi, F. and Pisello, A.L. (2023), **Towards Achieving Zero Carbon Targets in Building Retrofits: A Multi-Parameter Building Information Modeling (BIM) Approach Applied to a Case Study of a Thermal Bath**, Energies, MDPI, Vol. 16 No. 12, doi: 10.3390/en16124757.

Future Weather Generator. (2024), **Download de arquivos climáticos**, Future Weather Generator, available at: https://future-weather-generator.adai.pt (accessed 26 July 2024).

Hasan, A., Bahadori-Jahromi, A., Mylona, A., Ferri, M. and Tahayori, H. (2021), **Investigating the potential impact of future climate change on uk supermarket building performance**, Sustainability (Switzerland), MDPI AG, Vol. 13 No. 1, pp. 1–24, doi: 10.3390/su13010033.

Hosseini, M., Javanroodi, K. and Nik, V.M. (2022), **High-resolution impact assessment of climate change on building energy performance considering extreme weather events and microclimate – Investigating variations in indoor thermal comfort and degree-days**, Sustainable Cities and Society, Elsevier Ltd, Vol. 78, doi: 10.1016/j.scs.2021.103634.

IPCC. (2022a), **Climate Change 2022**, Genebra.

IPCC. (2022b), **Global Warming of 1.5°C**, Cambridge University Press, doi: 10.1017/9781009157940.

IPCC. (2023), **IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Jalali, Z., Shamseldin, A.Y. and Mannakkara, S. (2023), **Evaluation of climate change effects on residential building cooling and heating demands in New Zealand: implications for energy efficiency standards and building codes**, International Journal of Building Pathology and Adaptation, Emerald Publishing, doi: 10.1108/IJBPA-10-2022-0168.

Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., Steele, K. and Wang, J. (2020), **Health care's climate footprint: the health sector contribution and opportunities for action**, European Journal of Public Health, Vol. 30 No. Supplement_5, doi: 10.1093/eurpub/ckaa165.843.

Kovats, S. and Brisley, R. (2021), **Health, Communities and the Built Environment**, Londres.

Krelling, A.F., Eli, L.G., Olinger, M.S., Machado, R.M.E.S., Melo, A.P. and Lamberts, R. (2023), **A thermal performance standard for residential buildings in warm climates: Lessons learned in Brazil**, Energy and Buildings, Elsevier Ltd, Vol. 281, doi: 10.1016/j.enbuild.2022.112770.

Liu, S., Kwok, Y.T. and Ren, C. (2023), **Investigating the impact of urban microclimate on building thermal performance: A case study of dense urban areas in Hong Kong**, Sustainable Cities and Society, Elsevier Ltd, Vol. 94, doi: 10.1016/j.scs.2023.104509.

Rodrigues, E., Fernandes, M.S. and Carvalho, D. (2023), **Future weather generator for building performance research: An open-source morphing tool and an application**, Building and Environment, Vol. 233, p. 110104, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110104.

Troup, L.N., Fannon, D.J. and Eckelman, M.J. (2020), **Spatio-temporal changes among site-to-source conversion factors for building energy modeling**, Energy and Buildings, Vol. 213, p. 109832, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.109832.

WMO. (2023), **Provisional State of the Global Climate in 2023**, World Meteorological Organization, WMO, 30 November.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM ESPAÇOS URBANOS NUM CONTEXTO DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. UMA ANÁLISE DE PROJETOS EUROPEUS ENTRE 2014 E 2023

I. Ribeiro, H. S. Lopes, L. Silva, V. Ribeiro, J. A. Alves e P. C. Remoaldo

RESUMO

As alterações climáticas causam impactes globais, mas têm particular incidência nas áreas urbanas. As soluções baseadas na natureza (SbN) emergem como alternativas importantes, aproveitando os processos naturais. Na Europa, as SbN são utilizadas principalmente nos ambientes urbanos para aumentar a resiliência a fenómenos climático-meteorológicos extremos, num contexto de alterações climáticas. A União Europeia (UE) tem vindo a investir em investigação e inovação para liderar o mercado de SbN. Desta forma, o estudo analisa de forma qualitativa e quantitativa 64 projetos financiados sobre SbN pela UE entre 2014 e 2023. Incluíram-se na análise critérios como o período de financiamento, descrição, localização, tipologia e metodologia. Destacam-se os projetos desenvolvidos em Espanha (n=32), Itália (n=25), Reino Unido (n=19), França e Portugal (n=18). Os projetos mostram diversidade nas abordagens para promover a sustentabilidade urbana e a adaptação climática.

1 INTRODUÇÃO

As Soluções baseadas na natureza (SbN) são abordagens enraizadas em processos naturais para proporcionar benefícios sociais, ambientais e económicos (Fraga & Sayago, 2020). Surgiram no final dos anos 2000, impulsionadas por iniciativas globais para encontrar alternativas aos desafios ambientais. Foram reconhecidas pela UE como uma importante estratégia de adaptação às alterações climáticas (Blesh & Barrett, 2006; Kabisch *et al*., 2016; Davies *et al*., 2021). Estes incluem espaços verdes urbanos, jardins de chuva, biovaletas, telhados verdes e jardins urbanos (Alexandri & Jones, 2008), que visam reduzir a vulnerabilidade das cidades a eventos climáticos extremos.

O aumento da temperatura global e a intensificação de fenómenos extremos são desafios destacados pelo Relatório de Síntese sobre as Alterações Climáticas de 2023, do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC, 2023). Neste contexto, as SbN têm sido promovidas como parte integrante da agenda global de sustentabilidade e como diretrizes essenciais para enfrentar as mudanças climáticas e alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Dumitru & Wendling, 2021).

Neste contexto, as SbN estão a emergir como uma resposta promissora em comparação com outras infraestruturas, especialmente onde a pressão sobre os recursos naturais é maior (Bayulken *et al*., 2021). Estas soluções são definidas como estratégias que visam proteger, gerir e restaurar ecossistemas naturais ou criados pelo homem para proporcionar benefícios à sociedade e ao ambiente (Chami *et al*., 2022).

A Tabela 1 aponta para uma vista panorâmica sobre as definições mais relevantes sobre SbN, sendo a primeira apresentada como precursora e a última definição apresentada é a acordada internacionalmente, desde 2022.

Tabela 1. Definições mais relevantes de Soluções Baseadas na Natureza

Ano	Definição	Referência
2015	*Ações inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza. Têm potencial para serem eficientes em termos de recursos e energia, e resilientes à mudança, porém, para serem bem-sucedidas devem ser adaptadas às condições locais. (...), podem representar soluções mais eficientes e economicamente viáveis do que as abordagens tradicionais.*	(EC, 2015, p. 2). CE
2016	*Ações para proteger e gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordem os desafios sociais de forma eficaz e de forma adaptativa, fornecendo simultaneamente benefícios para o bem-estar e a biodiversidade.*	(Cohen-Shacham *et al*., 2016, p.2). IUCN
2020	*Soluções inspiradas e apoiadas pela natureza, que são eficazes em termos de custos, proporcionam simultaneamente benefícios ambientais, sociais e económicos e ajudam a construir resiliência (...) através de intervenções adaptadas localmente, eficientes em termos de recursos e sistémicas.*	(Wild *et al.*, 2020, p.5). CE
2022	*Ações para proteger, conservar, restaurar, (...) proporcionando simultaneamente bem-estar humano, serviços ecossistémicos, resiliência e benefícios para a biodiversidade.*	(UNEA, 2022, p.2). ONU

Na UE, as SbN têm sido promovidas como ferramentas essenciais na inovação para gerir os sistemas naturais e equilibrar os benefícios para a natureza e a sociedade. No entanto, a aplicação prática das SbN nos ambientes urbanos permanece pouco clara e fragmentada. Isto deve-se, em parte, às ambiguidades associadas à integração de diferentes campos científicos e à falta de padrões claros no conceito de SbN (Sowińska-Świerkosz & García, 2022).

Embora a introdução das normas da IUCN (2020) tenha resolvido a falta de clareza teórica com uma referência global, ainda existem dificuldades na implementação das SbN. Estas dificuldades incluem a adaptação local, em que os critérios globais podem não captar todas as nuances e necessidades locais devido à complexidade dos territórios. Além disso, a implementação de um sistema de acompanhamento rigoroso e mensurável, tal como exigido pelo oitavo critério, pode ser necessária para muitos projetos, especialmente os que dispõem de recursos limitados. Por conseguinte, embora existam normas claras, a sua aplicação prática pode variar e os desafios de implementação ainda têm de ser superados para alcançar os resultados desejados.

A ambição da UE de estar na vanguarda do conhecimento das SbN tem sido apoiada por investimentos significativos em investigação e inovação (CE, 2015; Davies *et al*., 2021). Programas como o Horizonte 2020 (Wild *et al.,* 2020) e o mais recente HORIZON Europe têm desempenhado um papel importante no financiamento e promoção de projetos relacionados com SbN (EC Horizon Europe, 2023). No entanto, apesar desses esforços, os desafios permanecem na implementação e replicação de soluções eficientes, bem como na mudança comportamental e no envolvimento da comunidade.

A singularidade do nosso artigo reside na medida em que não se limita ao mais recente programa de financiamento da UE, incluindo, também, o seu antecessor, o Horizonte 2020. Além disso, analisa projetos financiados pela UE implementados em países e cidades fora do continente europeu (China, Turquia, Colômbia, Israel, Argentina, Austrália, Brasil, Chile, Belize, Egito, Quénia, Nova Caledónia, Tanzânia, Uruguai e Vietname). Para estudar a relação entre os objetivos dos projetos e suas localizações, os projetos foram categorizados e mapeados. Prestou-se também especial atenção à análise e georreferenciação das instituições responsáveis pelos projetos em estudo. Trata-se de uma investigação teórica que visa fazer um ponto da situação sobre o nível de desenvolvimento e os desafios enfrentados pelas questões urbanas devido às mudanças climáticas e caracterizar o papel das SbN na promoção do desenvolvimento sustentável.

Reconhecendo que as SbN são fundamentais para alcançar os objetivos de sustentabilidade na UE, a pergunta que se procura responder é a seguinte: *Quais são as mais recentes e importantes iniciativas e práticas de SbN implementadas ou financiadas pela UE nas áreas urbanas com foco na resiliência urbana?*

Este estudo propõe uma análise pormenorizada dos projetos de SbN financiados pela UE com especial incidência nos ambientes urbanos e na transição para cidades inteligentes e sustentáveis. Através da revisão e categorização destes projetos, pretendemos identificar tendências, desafios e oportunidades relacionados com a implementação de SbN, particularmente nos ambientes urbanos.

O artigo está dividido em quatro seções. Após esta breve introdução, a metodologia utilizada neste artigo é descrita na Seção 2, enquanto a seção seguinte (Seção 3) apresenta contribuições sobre o conceito e a aplicação de SbN a nível urbano e os principais resultados obtidos, potenciais áreas de pesquisa e discussão. Identificamos e apresentamos as principais e mais recentes práticas de SbN implementadas. Finalmente, apresentam-se as principais conclusões e direções para a investigação futura.

2 METODOLOGIA

A metodologia inclui uma abordagem multifacetada, adotando métodos mistos. Integra elementos quantitativos e qualitativos, juntamente com o uso de fontes secundárias. A estratégia metodológica visa atingir os objetivos traçados, priorizando as seguintes fontes.
Foi realizada uma análise de sete repositórios de serviços de informação comunitária sobre investigação e desenvolvimento (Figura 1), ou seja, uma revisão de projetos de SbN financiados por programas da UE, essenciais para contextualizar projetos relevantes sobre SbN e a transição para a sustentabilidade. A análise aborda a principal questão deste estudo, centrando-se na aplicação das SbN e fornecendo perspetivas sobre uma série de variáveis, tais como os seus objetivos e finalidades, escala geográfica, impactes ambientais esperados e desafios que promovem a adaptação e resiliência às alterações climáticas.

A análise dos projetos foi realizada tendo em consideração o período entre 2014 a 2023 nos repositórios de serviços comunitários de informação de I&D, tais como COST Action, Life 3.0, Interreg Europe, Interreg-Sudoe, Espaço Atlântico, POCTEP e CORDIS, para identificar projetos relevantes com a palavra-chave "Nature-Based Solutions".

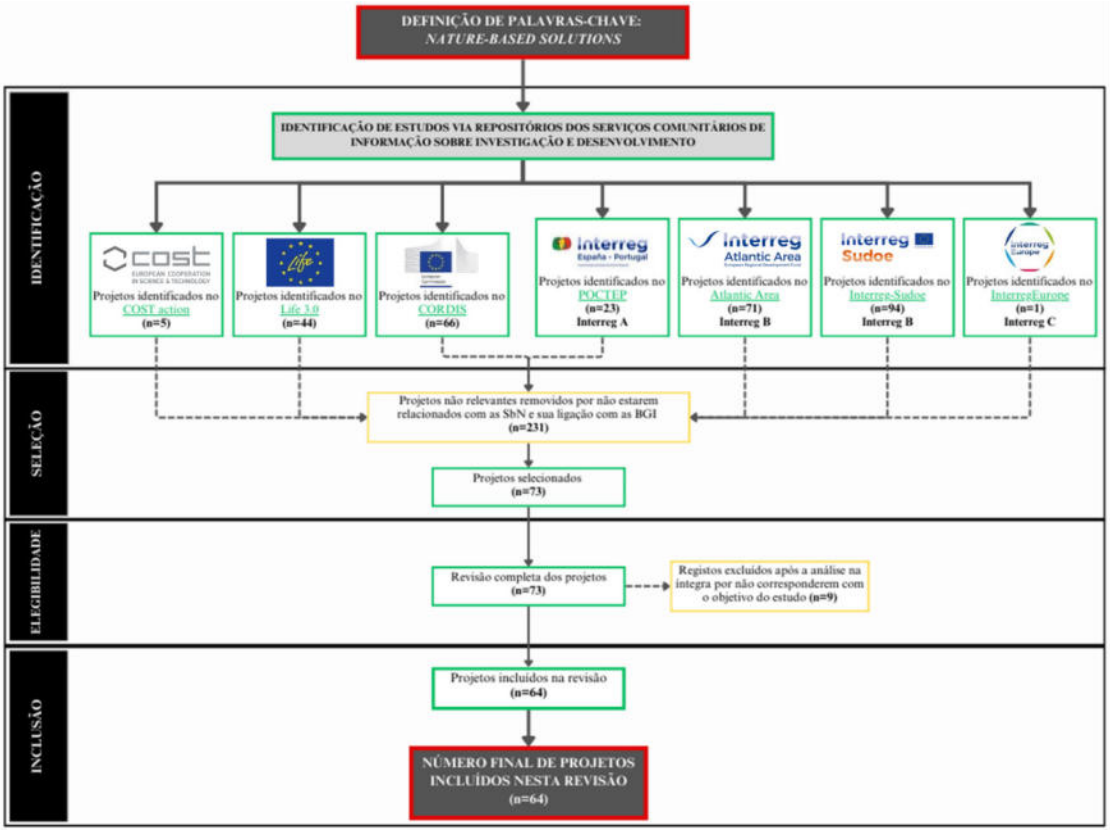


Fig. 1 Fluxograma PRISMA do processo de seleção e revisão dos projetos com a utilização de palavras-chave

Na primeira fase, 304 projetos de investigação da UE financiados por fundos públicos foram analisados. A seleção dos repositórios para a pesquisa SbN baseou-se numa avaliação da sua relevância temática e reconhecimento por acolher uma vasta gama de projetos de investigação e desenvolvimento relacionados com o tema. A partir dos repositórios, identificamos projetos usando a palavra-chave "Nature-Based Solutions".

O segundo passo foi avaliar o contributo para a construção do conhecimento científico sobre as principais políticas e intervenções atuais relacionadas com a urbanização, com vistas ao desenvolvimento de cidades mais resilientes e ambientalmente sustentáveis. Assim, dos 304 projetos de pesquisa iniciais, 231 foram excluídos por não estarem diretamente relacionados ao objetivo principal de excogitar a importância das SbN, particularmente em relação à Infraestrutura Verde-Azul (GBI). A exclusão baseou-se na necessidade de garantir que a análise se concentra exclusivamente em projetos recentes (com data de início entre 2014 e 2023) que abordem a relevância e o impacto das SbN no contexto das infraestruturas verdes urbanas.

Na terceira fase, após a obtenção dos projetos pertinentes, o processo de seleção envolveu uma análise exaustiva dos projetos, tendo sido excluídos nove por não cumprirem plenamente o objetivo do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição espacial por país e cidades

No âmbito deste estudo, identificaram-se projetos de intervenção que visem a regeneração urbana e a sustentabilidade submetidos/aprovados durante o período de 2014 a 2023, que consequentemente têm datas finais que vão de 2018 a 2029.

Em seguida, avaliou-se a distribuição geográfica (por país e cidade) das instituições responsáveis por cada projeto (Figuras 2). Os 64 projetos analisados foram realizados em instituições localizadas em 20 países e abrangem um total de 61 cidades. O país mais representativo foi Espanha (n=15) com investigação em 12 cidades, seguida da Itália (n=7) com investigação em 6 cidades. As cidades mais representativas foram Barcelona, Sevilha e Valladolid (Espanha) e Milão (Itália), cada uma com 2 projetos.

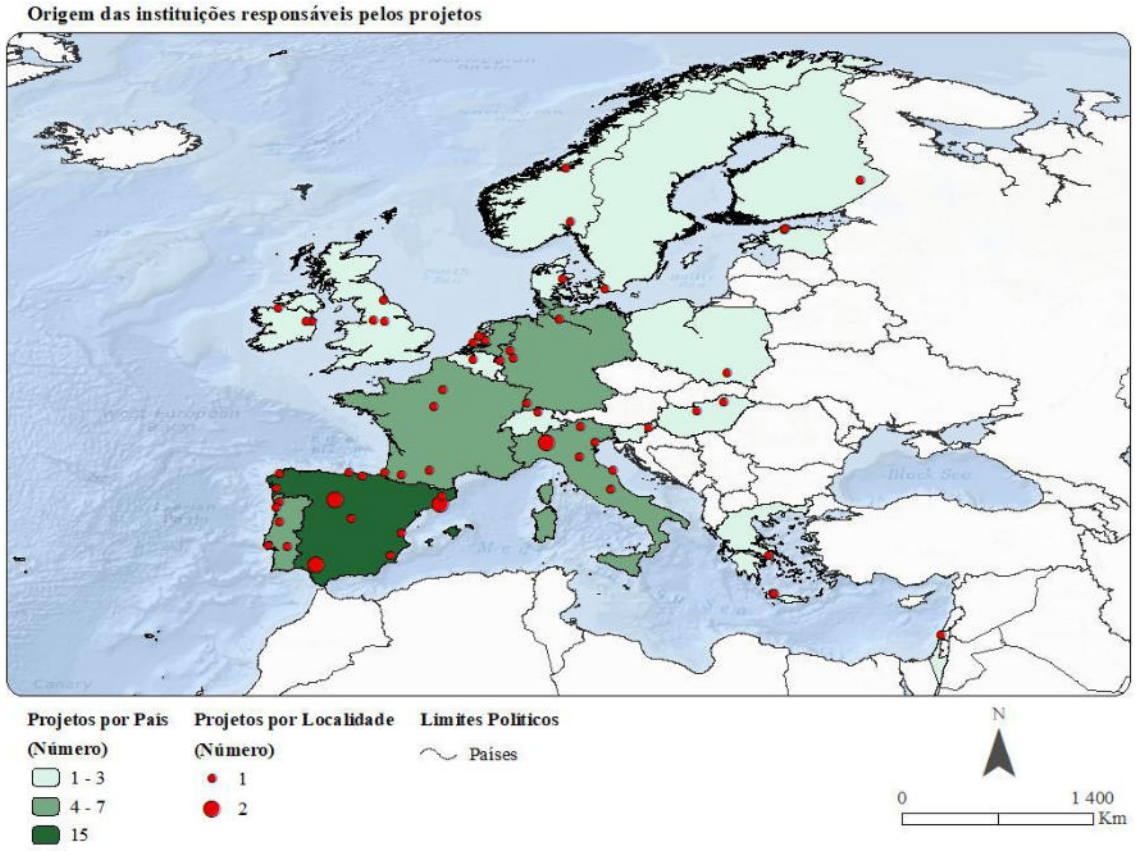


Fig. 2 Distribuição espacial por países e cidades das instituições responsáveis pelos projetos analisados

3.2 Escala e âmbito de aplicação dos projetos

É importante compreender a distribuição geográfica das áreas de estudo e a aplicação de medidas ou estudos preliminares relacionados com o aproveitamento dos benefícios da SbN para o bem-estar da população, aliados aos benefícios para o ambiente local. A Figura 3 mostra a localização dos projetos analisados relacionados com as SbN, representados por pontos proporcionais à escala detalhada, como cidades e que promovem o uso da SbN no

ambiente construído. Do conjunto de 64 projetos analisados, foram identificadas candidaturas em 100 unidades territoriais distribuídas por 48 países.

É importante notar que alguns projetos são aplicados em escalas menores, como países, enquanto outros abrangem a escala europeia. Por esta razão, alguns países não têm entidades territoriais específicas identificadas, especialmente quando se trata de escalas meso e macro. Deve-se enfatizar que a maioria dos projetos envolve parcerias entre países, regiões ou cidades, dependendo da escala geográfica em que as SbN são implementadas.

Os países mais representativos são a Espanha (n=32), seguida da Itália (n=25), do Reino Unido (n=19), da França e de Portugal (ambos com n=18). Para além das fronteiras geográficas do continente europeu, alguns países e cidades beneficiaram da aplicação destas boas práticas através de parcerias com a UE neste domínio. China e Turquia (ambos com n=5), Colômbia e Israel (ambos com n=3), enquanto Argentina, Austrália, Brasil, Chile, Egito, Quênia, Nova Caledônia (um grupo de ilhas no sul do Oceano Pacífico), Tanzânia, Uruguai e Vietnam têm 1 projeto cada.

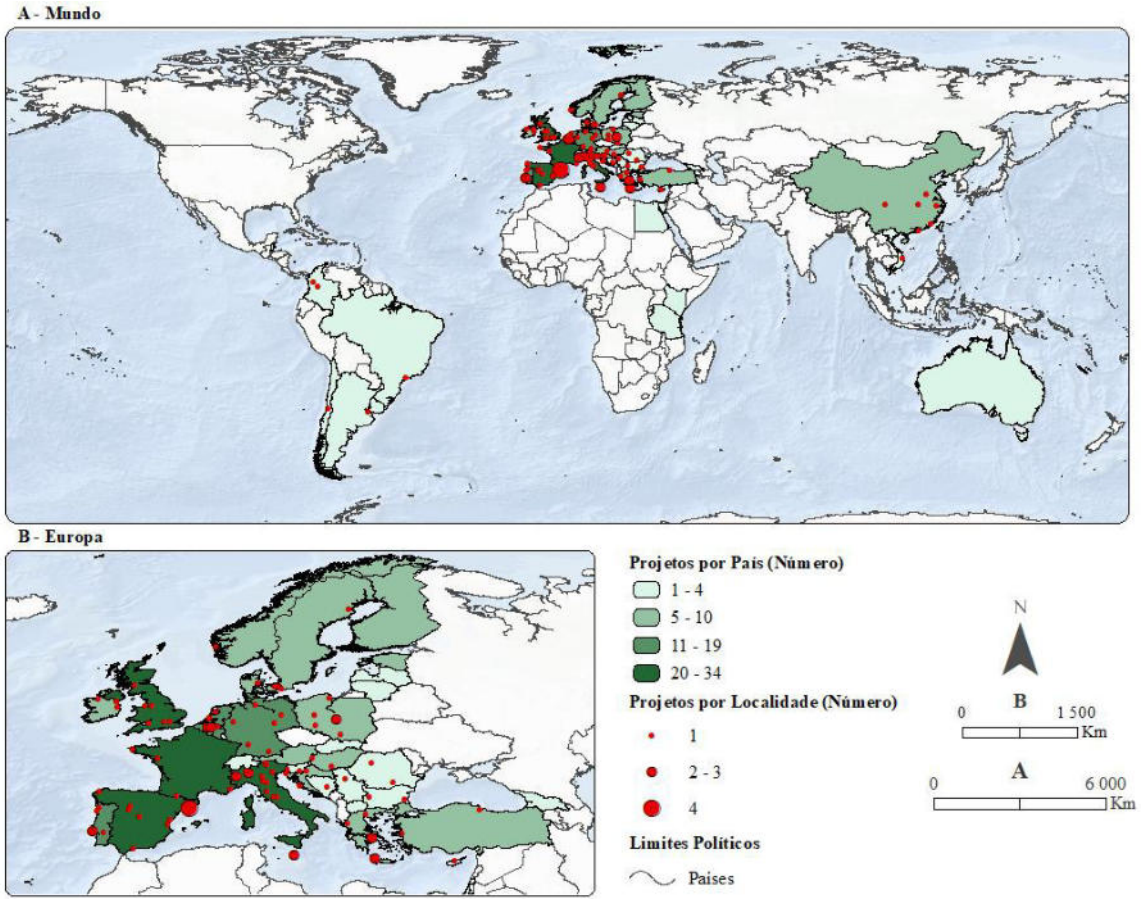


Fig. 3 Distribuição espacial por países e cidades onde os projetos foram aplicados

3.3 Finalidade e Objetivos dos projetos

Com base numa revisão exaustiva dos projetos, foi desenvolvido um quadro composto por várias dimensões para categorizar os projetos. Este referencial foi desenvolvido tendo em conta a análise dos projetos, bem como a informação recolhida sobre a sua finalidade e objetivos.

Dado o interesse específico na aplicação da SbN em benefício do ambiente urbano, selecionamos algumas categorizações relacionadas à utilidade e aos benefícios que proporcionam. Estes incluem as suas contribuições para o planeamento urbano e o estímulo económico, a relevância para a sustentabilidade ambiental e a eficácia na mitigação e adaptação perante as alterações climáticas (Figura 4).

É importante notar que alguns projetos são classificados em mais de uma categoria, dependendo de seus objetivos. Isso pode ser explicado pela versatilidade das SbN em fornecer diversos benefícios. Com um total de 31 projetos (48%), a principal preocupação prende-se com a relevância das SbN para a adaptação às alterações climáticas em geral, ou seja, tentar adaptar o território a várias adversidades como hídricas ou de calor, indicando uma abordagem ampla e em alguns casos ambiciosa (*e.g.*, "Actions for boosting pollination in rural and urban areas"; "Innovative design & development of multifunctional green & blue infrastructure in Flanders grey peri-urban landscapes"; "GREENTOUR Economia Circular e Turismo Sustentável em Destinos do espaço SUDOE").



Fig. 4 Projetos distribuídos pelas categorias estipuladas

Considerando as categorias estabelecidas de acordo com o objetivo dos projetos, optou-se por focar exclusivamente em 3 categorias principais: *i)* adaptação dos recursos hídricos; *ii)* transição para cidades inteligentes com foco na descarbonização; e *iii)* adaptação ao calor extremo. Esta escolha deve-se à crescente relevância destas áreas no atual cenário ambiental, que coloca desafios prementes em termos de sustentabilidade e resiliência. Além disso, esta análise exclui projetos implementados fora do continente europeu, com exceção de Israel, devido ao número limitado de projetos e à sua dispersão, o que torna difícil tirar conclusões significativas sobre a sua distribuição.

A predominância de projetos nas categorias de "Adaptação dos recursos hídricos" (n=14), "Transição para cidades inteligentes" (n=10) e "Adaptação ao calor extremo" (n=10) reflete a urgência dos desafios que o mundo e a Europa enfrentam.

A distribuição espacial dos projetos nestas três categorias mostra padrões distintos (Figura 5). Enquanto os projetos de "Adaptação dos recursos hídricos" tendem a ser mais

distribuídos pelo continente europeu, os projetos de "Transição para cidades inteligentes" tendem a concentrar-se em áreas urbanas densamente povoadas. Por outro lado, é mais provável que os projetos de "Adaptação ao calor extremo" se localizem nas partes meridionais da Europa, refletindo as condições climático-meteorológicas extremas que ocorreram e que se prevê que piorem nesta região. Comparando a distribuição entre as três categorias, a concentração de projetos varia de acordo com a natureza dos desafios enfrentados em diferentes áreas geográficas. Por exemplo, a preponderância de projetos de "Adaptação ao calor extremo" no sul da Europa pode ser atribuída às condições climáticas mais adversas nesta região, enquanto a concentração de projetos de "Transição para cidades inteligentes" em áreas densamente povoadas reflete a necessidade de reduzir as emissões de carbono nos ambientes urbanos, procurando-se melhorar o bem-estar.

É provável que as iniciativas SbN continuem a centrar-se nestas três categorias, num momento em que a Europa procura enfrentar os desafios ambientais, promover a sustentabilidade e liderar a implementação das iniciativas SbN.

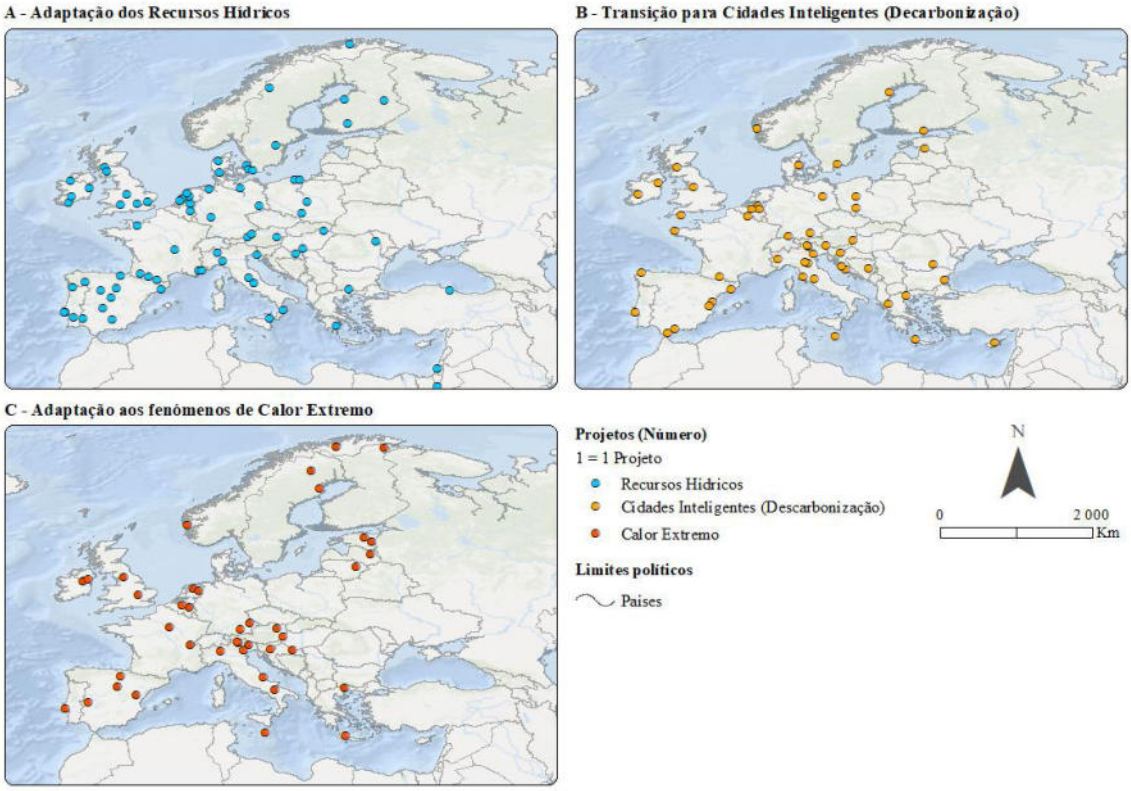


Fig. 5 Distribuição de projetos que se enquadram nas categorias de Recursos hídricos, Cidades inteligentes e Calor extremo

3.4 Objetivos e desafios na implementação dos projetos

Os projetos incluídos na revisão possibilitaram a identificação de três tipologias (GBI, Restauração de ecossistemas e Práticas de conservação), cada uma delineada de acordo com os seus respetivos objetivos. Além disso, foram observadas uma variedade de menções aos impactes ambientais esperados, bem como aos desafios ao longo da implementação dos projetos. Também é destacado os diferentes grupos da comunidade para garantir a efetividade das suas ações (Figura 5).

A análise das tipologias das SbN presentes nos projetos revela uma diversidade de abordagens para promover a sustentabilidade ambiental e a resiliência dos ecossistemas. Os projetos identificados abrangem três principais categorias: GBI (n=25), Restauração de ecossistemas (n=23) e Práticas de conservação (n=16). Cada uma das tipologias representa estratégias distintas, incluindo a integração dos elementos naturais nos ambientes urbanos, a recuperação dos ecossistemas degradados e a gestão sustentável dos recursos naturais.

Quanto aos impactes ambientais esperados após a implementação dos projetos indicam um compromisso com a promoção da sustentabilidade ambiental e o fortalecimento da resiliência dos ecossistemas. Os impactes ambientais identificados, designadamente a adaptação e resiliência climática (n=16), a melhoria da qualidade ambiental e da biodiversidade (n=16), a sustentabilidade e uso eficiente dos recursos (n=5), a redução das emissões de GEE e poluição (n=4) refletem os objetivos específicos alinhados com os princípios das SbN e contribuem, assim, para o bem-estar ambiental e das comunidades.

Em relação aos desafios durante a implementação dos projetos analisados indicam uma consciência perante alguns desafios práticos e estratégicos que podem surgir ao alcançar os objetivos propostos. Os desafios identificados relacionados com a implementação e replicação das soluções eficientes (n=23), a mudança de comportamento e o envolvimento da comunidade (n=13), a cooperação e coordenação entre as cidades, regiões e países (n=10), o financiamento e acesso a instrumentos de tomada de decisão (n=7) destacam áreas especificam que requerem atenção durante o projeto para alcançarem os resultados esperados.

Os diferentes grupos de comunidade mencionados e para os quais se espera algum envolvimento em cada projeto indica uma abordagem mais inclusiva e colaborativa para alcançar os objetivos propostos. O facto de envolver a comunidade local revela o reconhecimento da importância dos diversos atores para o sucesso e a eficácia dos projetos no território, uma vez que a implementação das SbN tem como objetivo contribuir para a melhoria do bem-estar da comunidade local e simultaneamente um bom condutor para a sustentabilidade ambiental.

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Neste estudo, foi realizada uma análise dos projetos de SbN disponíveis em repositórios comunitários. O principal objetivo foi identificar e analisar projetos de intervenção voltados para a regeneração urbana e sustentabilidade que têm recorrido às SbN, com foco nos programas específicos que abrangem o período de 2014 a 2023.

Os principais padrões identificados incluem a predominância de projetos destinados a adaptar os recursos hídricos, seja devido à disponibilidade de água ou à erosão costeira e inundações, a transição para cidades inteligentes e a adaptação a eventos de calor extremo e ondas de calor, cada vez mais recorrentes e intensos. Além disso, a distribuição geográfica dos projetos na Europa demonstra uma tendência para uma maior concentração na parte sul do continente para a adaptação ao calor extremo, enquanto os projetos em transição para cidades inteligentes tendem a concentrar-se em áreas densamente povoadas no centro da Europa. A predominância de projetos nestas áreas pode ser também atribuída a uma combinação de fatores, incluindo os climas mais quentes e secos, a elevada densidade populacional, a vulnerabilidade às alterações climáticas e as prioridades políticas e de investimento específicas das regiões.

Em relação à implementação da SbN, este estudo enfatiza a importância de considerar a escala de diferentes intervenções, desde áreas específicas dentro das cidades (maior escala) até a escala nacional (menor escala). Este facto sublinha a necessidade de abordagens flexíveis e adaptáveis para assegurar uma resposta eficaz aos desafios propostos, tendo em conta as especificidades locais e regionais. Embora muitos projetos gerem uma quantidade substancial de conhecimentos, a maioria das suas abordagens continua a ser intervenções piloto ao nível local.

A tendência futura aponta para uma procura de enfrentar os desafios climáticos na Europa, com a necessidade crucial de adaptar estratégias e abordagens de acordo com as necessidades de cada área geográfica, para garantir uma resposta eficaz e integrada aos desafios ambientais contemporâneos.

Entre as principais limitações decorrentes da investigação, podem ser identificadas as seguintes.

- A escolha das bases de dados para a recolha de projetos pode ter excluído algumas iniciativas locais que não dispõem de financiamento externo. Isto poderia ter levado a uma amostra tendenciosa dos projetos analisados.
- Alguns projetos não dispunham de um sítio *Web* disponível para consulta, o que limita a quantidade de informação disponível para análise, especialmente no que diz respeito a objetivos específicos e desafios enfrentados, uma vez que a compreensão dos desafios enfrentados pelos projetos é crucial para avaliar a eficácia das SbN

5 REFERÊNCIAS

Alexandri, E. e Jones, P. (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. **Building and Environment**, 43(4), 480-493.

Bayulken, B., Huisingh, D. e Fisher, P. M. (2021). How are nature-based solutions helping in the greening of cities in the context of crises such as climate change and pandemics? A comprehensive review. **Journal of Cleaner Production**, 288, 125569.

Blesh, J. M. e Barrett, G. W. (2006). Farmers' attitudes regarding agrolandscape ecology: A regional comparison. **Journal of Sustainable Agriculture***,* 28(3), 121-143.

Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C. e Nieburg, D. (2022). Toward a nature-based economy. **Frontiers in Climate**, 4, 855803.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. e Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. **IUCN: Gland, Switzerland**, 97, 2016-2036.

Davies, C., Chen, W. Y., Sanesi, G. e Lafortezza, R. (2021). The European Union roadmap for implementing nature-based solutions: A review. **Environmental Science & Policy**, 121, 49-67.

Dumitru, A. e Wendling, L. (2021). **Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners**. European Commission EC.

European Commission Homepage, https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en, último acesso a 2024/06/09.

European Commission. Horizon Europe, Homepage, https://research-and-innovation.ec.europa.eu, último acesso a 2024/01/07.

Fraga, R. G. e Sayago, D. A. V. (2020). Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Parcerias Estratégicas**, 25(50), 67-82.

IPCC Homepage, https://www.ipcc.ch/, último acesso a 2023/10/12.

IUCN Homepage, https://portals.iucn.org/library/node/49070, último acesso a 2024/06/13.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K. e Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, 21(2):39.

Sowińska-Świerkosz, B. e García, J. (2022). What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. **Nature-Based Solutions**, 2.

United Nations Environment Assembly. (2022). **Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022: Nature-based solutions for supporting sustainable development** (Resolution 5/5).

Wild, T., Freitas, T. e Vandewoestijne, S. (2020). **Nature-based solutions: State of the art in EU-funded projects**. Publications Office of the European Union.

A VAZANTE DE 2023 NA BACIA DO AMAZONAS COMO EVENTO EXTREMO E SEUS IMPACTOS NAS CIDADES

J. S. C. Maciel, L. S. Loureiro, R. C. Senna, A. L. M. R. Santos, B. G. S. Correa, B. A. Guimarães.

RESUMO

Os eventos de enchente e vazante correspondem aos ciclos regulares do sistema hidrológico. Em alguns casos, em função das condições naturais ou antrópicas, tais eventos podem ocorrer de maneira extrema, trazendo diversos prejuízos à população. O processo de vazante acentuada em 2023 impactou na dinâmica das cidades ribeirinhas da Bacia do Amazonas que dependem dos rios, interferindo no abastecimento, na oferta de bens e serviços como os fluxos de transporte, bem como afetou a produção de várzea, o extrativismo e o custo de vida nas cidades e comunidades da região. O presente estudo utilizou dados dos boletins de monitoramento emitidos pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB, registros das Defesas Civis dos Estados e informações veiculadas na mídia, com objetivo de criar uma linha do temporal dos eventos que correlaciona o monitoramento hidrológico com os impactos observados nas cidades Amazônicas da vazante de 2023 ocorrida na região Amazônica.

1. INTRODUÇÃO

A estiagem de 2023 na região amazônica teve início em julho do mesmo ano, se intensificou em setembro e provocou os níveis mais baixos dos rios regionais em outubro. As precipitações muito abaixo da média parte oeste da bacia, considerada área de cabeceira, no segundo semestre foi o grande fator que impulsionou a seca e este evento foi causado principalmente pelos fenômenos climáticos de aquecimento das águas do Pacífico com o El Nino e do Atlântico Norte ocorridos em certo período simultaneamente.

Considerando Schongart e Junk (2020), a sazonalidade da precipitação das cabeceiras, os rios amazônicos apresentam ciclos hidrológicos regulares e previsíveis, entretanto devido a variabilidade climática, hidrográfica e o barramento hidráulico entre os rios, os períodos de secas e cheias e amplitude média do nível dos rios variam de forma significativa entre as regiões da Bacia Amazônica.

Nas estiagens de 2005 e 2010, a navegação dos rios Madeira e Alto e médio Amazonas foram suspensas pois os níveis ficaram muito baixos. Em 2023, nos meses de setembro e outubro, grande parte das cidades do Solimões – Amazonas foram afetadas pelos níveis muito baixos e tiveram a navegação e abastecimento comprometidos.

Os ciclos hidrológicos dos grandes rios na Bacia Amazônica têm passado por anomalias de temperaturas superficiais no mar (TSM) do Pacífico Equatorial (El Niño, La Niña) do Atlântico Tropical. As anomalias de TSMs desses oceanos provocam mudanças nas circulações atmosféricas e nos regimes pluviométricos em grandes áreas da Bacia Amazônica (Schongart e Junk, 2020).

Segundo Marengo *et al.* 2013, às secas e inundações representam os principais impactos de situações hidrometeorologias extremas, afetando a população que vive nas margens dos rios, tanto em áreas rurais como urbanas, bem como o transporte comercial e de pequena escala, os agricultores locais e a pesca.

A vazante de 2023 representou para o estado do Amazonas o maior e mais impactante evento de estiagem de toda sua história de monitoramento hidrológico. Dos seus 62 municípios, 60 tiveram situação de emergência reconhecida. Na capital do estado, Manaus, onde os dados de níveis de rio são registrados desde 1902, o nível do rio Negro foi o mais baixo de todos os registros anteriores, confirmando 2023 como a maior vazante dos últimos 121 anos na região. A estiagem mais severa também foi apontada nos municípios de Manacapuru, Careiro, Itacoatiara, Humaitá, Beruri e Parintins no Amazonas e em Porto Velho em Rondônia e em Óbidos e Almeirim no Pará. Para este estudo, foi realizada uma análise dos impactos da estiagem de 2023 nas cidades na calha do Solimões-Amazonas, construindo uma linha do tempo e buscando as motivações climáticas que afetaram a região.

2. MÉTODO E OBJETO DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas é a maior bacia hidrográfica do mundo cobrindo uma área de 6,1 milhões de Km^2, com uma das regiões mais úmidas, apresentando precipitações que variam de 2.300 a 2.460 mm e com características climáticas e topográficas variadas (Sena *et al.* 2012).

O Serviço Geológico da Brasil – SGB/CPRM realiza o monitoramento hidrológico de parte da bacia do Amazonas (Figura 1) e de posse da análise dos dados dos Boletins de Alerta Hidrológico da Bacia do Amazonas foi possível compilar as informações hidrológicas dos rios, em que este trabalho destaca a calha do Solimões – Amazonas. Em relação às informações sobre as ocorrências e impactos que atingiram as cidades nas proximidades deste rio, a fonte de consulta foram os Boletins de Estiagem emitidos pela Defesa Civil Estadual do Amazonas e as reportagens veiculadas nos portais de notícias disponíveis *online*.

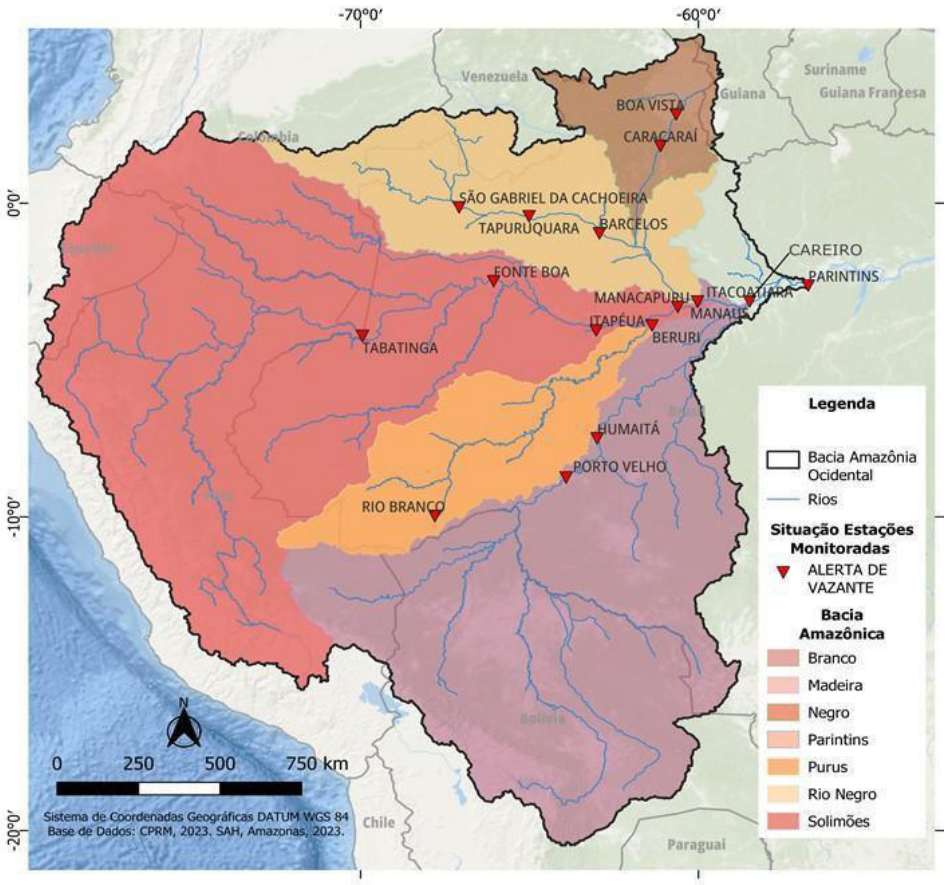


Figura 1: Mapa da Bacia do Amazonas em situação de Alerta de Vazante.

Em 2023, o processo de enchente da maioria das estações monitoradas pelo SAH Amazonas atingiram níveis considerados normais para os períodos de cheia. Contudo, em razão dos fenômenos climáticos, as precipitações registradas ficaram abaixo da média que resultaram em níveis baixos e descidas acentuadas, principalmente no mês de setembro, que ocasionou a maior vazante já registrada em grande parte dos postos monitorados no Amazonas, tais como Manaus, Manacapuru, Itacoatiara, Parintins, Humaitá, Beruri e Careiro da Várzea. Em Rondônia, Porto Velho também registrou a maior estiagem e, no Pará, com as estações de Óbidos e Almeirim.

Desta forma, este estudo pretende incialmente analisar as condições climáticas que afetaram a região, em seguida, relatar as descidas dos principais rios da bacia, apresentando um resumo dos níveis mínimos observados em 2023 e na sequência a avaliação dos impactos dos níveis baixos nas cidades nas proximidades da calha do Solimões-Amazonas traçando uma linha do tempo com a evolução da vazante e seus efeitos nas localidades.

3. CLIMA

Conforme Fisch *et al.* 1998, o clima da região amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo a precipitação um dos elementos climáticos mais importantes para análise na região tropical, uma vez que influencia as características e comportamento dos demais como temperatura, umidade relativa e ventos.

Coelho *et al.* 2013 analisaram as secas de 1997/1998, 2004/2005 e 2009/2010, até então as maiores já registradas na região e relacionam o nível baixo do Rio Negro com altas temperaturas no Oceano Atlântico Tropical Norte, que gera mudanças na circulação atmosférica tropical de grande escala. Segundo os autores, os eventos de estiagem de 1997/1998 e 2009/2010 apresentaram características similares no Pacífico, seguidas por TSM quente no Atlântico Tropical Norte.

Coelho *et al.* 2013 em 2010, as temperaturas do mar atingiram os valores mais elevados da região do Atlântico Tropical Norte, contribuindo para o estabelecimento de uma circulação local meridional (célula Hadley), com movimento vertical ascendente sobre o Atlântico Norte e movimento vertical descendente (subsidência) sobre a Amazônia. A combinação das condições de El Niño no Pacífico com o aumento da TSM no Oceano Atlântico Tropical Norte reforça as condições de subsidência sobre a Amazônia, que inibe a formação de nuvens, as quais são desfavoráveis para ocorrência de precipitação.

Em 2023, o comportamento climático que influencia a Bacia do Amazonas do primeiro semestre teve uma forma e no segundo semestre outra. Entre janeiro de 2023 a abril de 2023, grandes áreas da bacia Amazônica ocidental apresentaram volumes de chuva acima da climatologia normalmente observada no período, contudo também apresentaram precipitação abaixo da média, como é o caso da região sul da bacia do Amazonas em janeiro, da região de cabeceira (Andes) em fevereiro, a bacia do Branco RR em março e a parte norte e oeste da bacia em abril. Nos meses de maio, junho e julho as anomalias de precipitação, no caso abaixo da média se espalharam em mais áreas da bacia até atingir quase sua totalidade em junho de 2023. No mês julho de 2023, o comportamento das chuvas sobre a Bacia Amazônica apresentou déficit (laranja) de precipitação caracterizando o curso principal do Amazonas em território brasileiro (Figura 2).

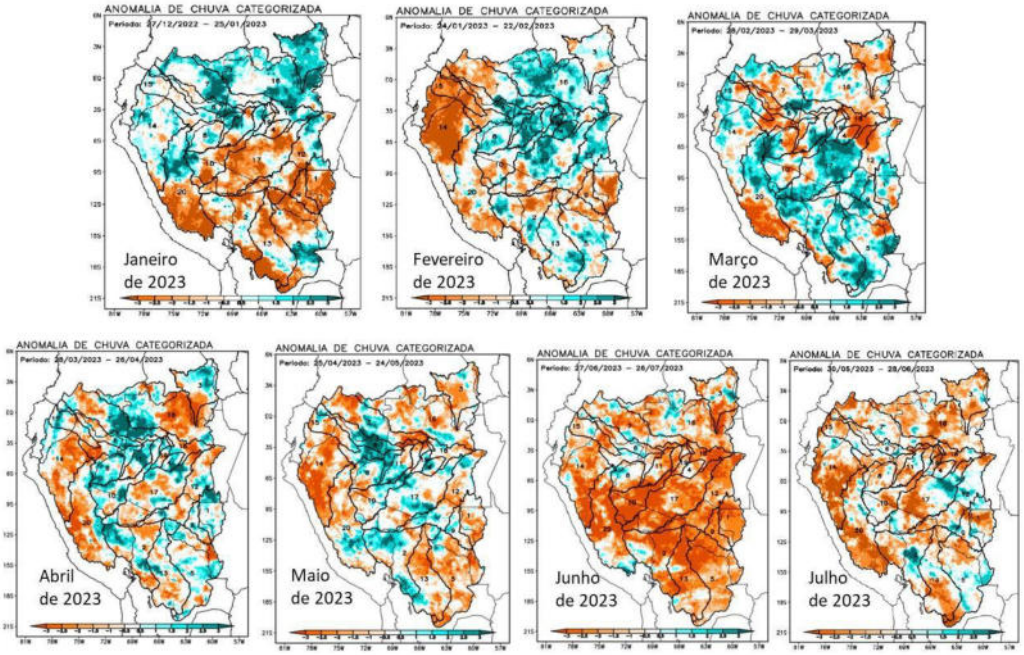


Figura 2: Acumulado de precipitação meses de janeiro a julho de 2023, dados Inpa, http://ftp.cptec.inpe.br/modelos/io/produtos/MERGE/. Média histórica calculada com base no período de 2000 a 2022.

No mês agosto, estação seca em grande parte da região, são observados os menores volumes de precipitação sobre diversas bacias da área de monitoramento, apresentaram

precipitações muito baixas com mediana inferior a 35 mm, sobre os principais rios da bacia do Amazonas, acumulados em 30 dias. No mês setembro de 2023, chuvas abaixo da climatologia predominaram em toda região caracterizando todas as bacias monitoradas com déficit de precipitação. Os fenômenos El Niño (aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico) e aquecimento anômalo das águas superficiais do Atlântico Tropical Norte favorecem uma condição de subsidência (movimento vertical do ar de cima para baixo) sobre grande parte da região inibindo a formação de nuvens e por consequência redução dos volumes de chuva observados. Tais fenômenos permaneceram nos meses seguintes de outubro e novembro de 2023 (Figura 3).

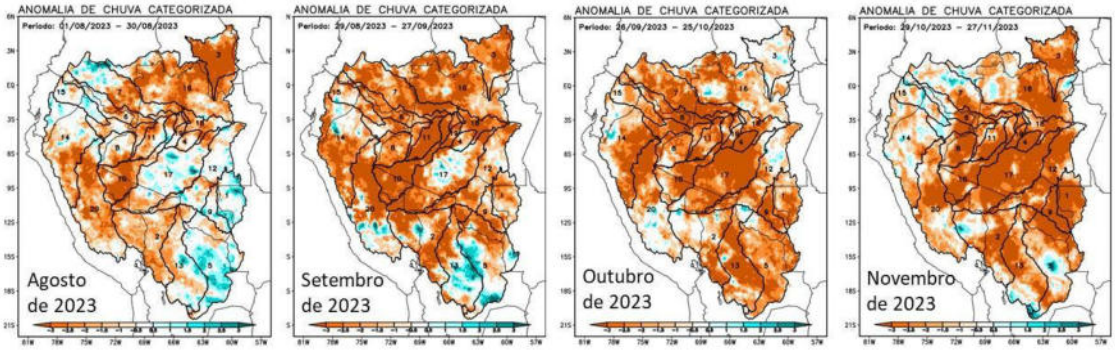


Figura 3: Acumulado de precipitação meses de agosto a novembro de 2023, dados Inpa, http://ftp.cptec.inpe.br/modelos/io/produtos/MERGE/. Média histórica calculada com base no período de 2000 a 2022.

Os fatores determinantes para a magnitude da estiagem de 2023 foram as condições oceânicas do mês de setembro, consideradas bastante anômalas, observadas sobre os oceanos Pacífico e Atlântico; no Pacífico com a presença do evento El Niño (aquecimento) afetando os padrões de circulação atmosférica, com incremento substancial da convecção próximo a parte da Amazônia Oriental com subsidência sobre a Amazônia Oriental; no Oceano Atlântico Tropical Norte com o aquecimento das águas superficiais que afetaram o transporte da umidade atmosférica na Amazônia Oriental em direção a Ocidental. Tais fenômenos suprimiram a formação de nuvens e ocorrências de chuvas, gerando um déficit de precipitação observado nas duas regiões.

4. SECA NA AMAZÔNIA EM 2023

A estiagem de 2023 representou para o estado do Amazonas o maior e mais impactante evento de seca de todo monitoramento hidrológico. No Amazonas, dos seus 62 municípios, 60 tiveram situação de emergência reconhecida. Na capital do estado, Manaus, onde os dados de níveis de rio são registrados desde 1902, o nível do rio Negro foi o mais baixo de todos os registros anteriores, confirmando 2023 como a maior vazante dos últimos 121 anos na região. A estiagem mais severa também foi apontada nos municípios de Manacapuru, Careiro, Itacoatiara, Humaitá, Beruri e Parintins no Amazonas e em Porto Velho em Rondônia e em Óbidos e Almeirim no Pará, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1: Cotas mínimas históricas anteriores e atingidas em 2023.

Estações (rios)	2023			Ano da mínima Anterior	Nível da mínima anterior cm
	Data da Mínima	Cota mínima (cm)	Relação com a cota mínima anterior (cm)		
Beruri (Purus)	23/10/23	401	117	2010	518
Porto Velho (Madeira)	08/10/23	110	30	2022	140
Humaitá (Madeira)	13/10/23	810	23	1969	833
Manacapuru (Solimões)	26/10/23	311	81	2010	392
Manaus (Negro)	26/10/23	1270	93	2010	1363
Careiro (P. Careiro)	24/10/23	30	95	2010	125
Itacoatiara (Amazonas)	26/10/23	36	55	2010	91
Parintins (Amazonas)	25/10/23	-217	31	2010	-186
Óbidos (Amazonas)	09/11/23	-96	-52	1997	-44
Almeirim (Amazonas)	18/11/23	143	81	2015	244

No rio Purus, o processo de descidas de nível de rio foi acentuado nos meses de setembro e outubro de 2023, onde em Rio Branco no Acre atingiu a cota mínima de 1,37 m, representando a 5ª maior vazante. Já em Beruri, muito influenciado pelo Solimões, durante o período mais crítico da vazante chegou a registrar descidas diárias acima de 30 cm, atingindo o menor nível de 4,07 m em 23/10/2023, representando assim a maior vazante já registrada nesta estação de monitoramento.

No Alto Rio Negro, na região a montante, possui regime hidrológico um pouco diferenciado das demais bacias, em que o pico da cheia ocorre em julho, o início da vazante em agosto e intervalo das mínimas desse período geralmente ocorre em fevereiro do ano seguinte. Em 2023, logo no início do processo de recessão, o rio Negro nas estações de São Gabriel da Cachoeira, Tapuruquara em Santa Isabel do Rio Negro e Barcelos apresentou descidas acentuadas e os níveis registrados ficaram abaixo da faixa da normalidade nos meses de setembro, outubro e novembro. Nestes postos de monitoramento, os níveis registrados nos meses de setembro e outubro, revelaram que o rio Negro alcançou o intervalo das mínimas.

Em Manaus, no rio Negro, a estação do Porto registrou a mínima história de 12,70 m em 26/10/23, em uma série de dados de 121 anos, comparando com a vazante de 2010, considerada até então a maior seca da região, revelou uma diferença de 93 cm. Manaus está localizada na bacia do rio Negro, mas recebe muita influência do rio Solimões, que apresentou descidas acentuadas em setembro e os postos de monitoramento atingiram as mínimas na segunda quinzena de outubro com uma diferença de dias para Manaus. Esta

estação apresentou descidas diárias acentuada, na ordem ou acima de 30 cm no mês de setembro; com essas descidas, o nível do rio Negro nesta estação ficou abaixo do intervalo das mínimas históricas nos meses de outubro e novembro de 2023.

A estiagem no rio Madeira também atingiu as cidades de Porto Velho e Humaitá, que apresentaram os menores níveis já registrados, no mês de outubro nestas estações de monitoramento; em 08/10 atingindo a cota mínima de 1,10 m em Porto Velho e 13/10 registrando o menor nível de 8,10 m em Humaitá.

O rio Amazonas, em grande parte das estações monitoradas acompanhou o processo de descida acentuada das regiões a montante, por exemplo Careiro da Várzea, Itacoatiara e Parintins registraram as mínimas históricas em 2023, da mesma forma as estações de Óbidos e Almeirim. Os postos de monitoramento do Amazonas tais como Careiro da Várzea, Itacoatiara e Parintins atingiram as mínimas em outubro de 2023, já as estações do Pará registraram as cotas mais baixas em novembro do mesmo ano.

5. IMPACTOS DA SECA 2023

A seca é um fenômeno natural e geralmente caracteriza-se como uma ameaça natural se ocorre de forma intensiva e extensiva em áreas que são densamente povoadas. Pode resultar em desastre quando as capacidades locais são insuficientes para evitar danos materiais e humanos, além de perdas socioeconômicas (Do Amaral Cunha *et al*., 2019).
O relatório da UNDRR publicado para marcar o Dia Internacional para a Redução do Risco de Desastres, em 13 de outubro de 2020, confirma como os eventos climáticos extremos passaram a dominar o cenário de desastres no século XXI. Entre 1980 e 1999, 4.212 catástrofes estiveram ligadas a riscos naturais em todo o mundo, já no período de 2000 a 2019, foram 7.348 grandes catástrofes registradas em todo o mundo (UNDRR, 2023).
Os episódios de secas são classificados por intensidade, dependendo da duração e partes do ciclo hidrológico afetadas. O período de estiagem na Bacia Amazônica no ano de 2023 foi caracterizado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) como Seca Excepcional, apresentando em toda a Bacia prolongado período de baixa ou nenhuma pluviosidade.
A seca ocorrida na Bacia Amazônica provoca uma série de impactos que afetam diretamente as comunidades locais, a biodiversidade e o equilíbrio ambiental. Essas consequências estão interconectadas e amplificam os desafios que a região já enfrenta. Considerando a vazante de 2023, foi realizada uma linha temporal e um mapa dos impactos ocorridos e noticiados pelos principais meios de comunicação, correlacionando com as cotas de nível do rio nas estações monitoradas pelo SGB - Serviço Geológico do Brasil em toda a Bacia do Rio Solimões (Figura 4).



Figura 4: Linha temporal dos impactos da Vazante de 2023, níveis atingidos e ocorrências.

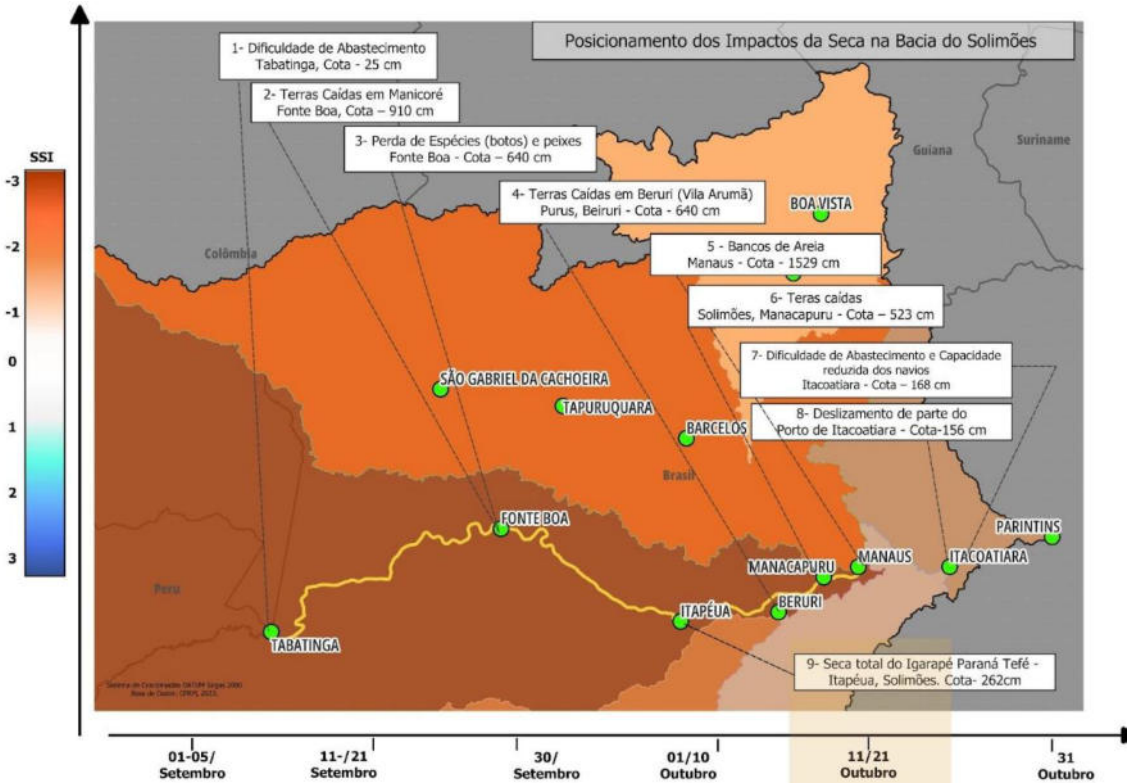


Figura 5: Linha temporal dos impactos da Vazante de 2023, níveis atingidos e ocorrências.

Durante os meses de setembro a outubro, diariamente passou-se a noticiar através de blogs, portais e em canais de televisão a situação da vazante, que já se mostrava preocupante desde os meses anteriores. As ocorrências e impactos gerados pela seca eram divulgados diariamente conforme a ocorrência do evento. Foi noticiado a situação de diversas famílias ribeirinhas com o abastecimento de comida e de água potável por conta da dificuldade de locomoção entre os rios. Foram noticiados a partir da segunda quinzena de setembro uma série de eventos ocorridos na Bacia do Solimões como: Dificuldade de abastecimento, o fenômeno de terras caídas em diferentes cidades, aparecimento de grandes bancos de areia no meio dos rios, capacidade reduzida de navios por conta do baixo nível do rio, deslizamentos de terra, e seca total de alguns rios próximos ao rio principal.

A escassez de chuvas durante períodos de seca também torna a vegetação mais suscetível ao fogo, resultando em incêndios florestais que podem se propagar rapidamente, exacerbando o desmatamento. Até novembro, o Amazonas contabilizou 19.580 focos de calor no ano de 2023.

Até novembro, o Amazonas contabilizou 19.580 focos de calor no ano de 2023. O estado fechou o ano com quase 20 mil queimadas, alcançando o pico de focos de calor no mês de setembro e outubro, segundo um levantamento feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023). Por conta disso, Manaus ficou entre as cidades com a pior qualidade do ar no mundo em outubro de 2023, a capital amazonense registrou 387 μg ³ de poluentes, o que indica efeitos graves na saúde dos moradores da região.

6. CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas no artigo, é evidente que a seca na Bacia Amazônica em 2023 teve impactos significativos e abrangentes. A caracterização dessa seca como "excepcional" pelo Serviço Geológico do Brasil destaca a gravidade e a extensão que evento extremo climático causou nas cidades no interior do Amazonas. O evento extremo atingiu no mês setembro de 2023, chuvas abaixo da média climatológica em toda região, caracterizando todas as bacias monitoradas com déficit de precipitação. Os fenômenos El Niño (aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico) e aquecimento anômalo das águas superficiais do Atlântico Tropical Norte favoreceram uma condição de subsidência (movimento vertical do ar de cima para baixo) sobre grande parte da região inibindo a formação de nuvens e por consequência redução dos volumes de chuva observados. No mês setembro de 2023, chuvas abaixo da média climatológica predominaram em toda região caracterizando todas as bacias monitoradas com déficit de precipitação. Tais fenômenos permaneceram nos meses seguintes de outubro e novembro de 2023.
Quanto aos resultados, o presente estudo utilizou dados dos boletins de monitoramento emitidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), registros das Defesas Civis dos Estados e informações veiculadas na mídia, com objetivo de criar uma linha do temporal dos eventos que correlaciona o monitoramento hidrológico com os impactos observados nas cidades Amazônicas da vazante de 2023 ocorrida na Bacia Amazônica, sobretudo, na calha do Rio Solimões.

Quantos aos resultados, através da análise dos boletins de monitoramento hidrológico, registros da defesa civil e das informações veiculadas na mídia observou-se como com o

agravamento do evento extremo e redução nos níveis dos rios dificultou a navegação fluvial e aumentou o risco de incêndios florestais, colocando em perigo não apenas as áreas naturais, mas também as comunidades próximas. Além disso, a exposição de bancos de areia e a diminuição do volume de água aumentaram o risco de acidentes e erosão das margens dos rios. As consequências da seca afetam negativamente a subsistência das populações locais, suas atividades econômicas e o bem-estar geral das comunidades.

7. REFERÊNCIAS

Coelho, C., Cavalcanti, I., Ito, R., Luz, G., Santos, L., Nobre, C. A., ... & Pezza, A. B. (2013). Secas na Amazônia: Causas e Consequências. In: **As secas de 1998, 2005 e 2010. Analise climatológica** (pp. 89-116). São Paulo: Oficina de Textos Press.

Do Amaral Cunha, A. P. M., Marchezini, V., Lindoso, D. P., Saito, S. M., & dos Santos Alvalá, R. C. (2019). The challenges of consolidation of a drought-related disaster risk warning system to Brazil. Sustainability in Debate, 10(1), 43-76.

Fisch, G., Marengo, J. A., & Nobre, C. A. (1998). Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta amazônica*, *28*, 101-101.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2023) **Programa Queimadas**. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas. Consulta em dezembro de 2023.

Marengo, J. A., Borma, L. S., Rodríguez, D. A., Pinho, P., Soares, W. R., & Alves, L. M. (2013**). Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation.** American Journal of Climate Change. Vol.2 No.2.

Schöngart, J., & Junk, W. J. (2020). **Clima e hidrologia nas várzeas da Amazônia Central.** ***Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável***, 44-65. Fonte: CRED, Human cost of disasters: an overview of the last 20 years 2000-2019. 2019. Disponível em: https://www.undrr.org/publication. Acesso em: 11 de fev. 2024.

Sena, J. A., Beser de Deus, L. A., Freitas, M. A. V., & Costa, L. (2012). **Extreme events of droughts and floods in Amazonia: 2005 and 2009**. *Water resources management*, *26*, 1665-1676.

Serviço Geológico do Brasil – SGB. 59º BOLETIM DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO AMAZONAS. Sistema de Alerta Hidrológico – SAH Amazonas. Dezembro de 2023. Disponível em https://www.sgb.gov.br/sace/amazonas/

United Nations Office for Disaster Risk Reduction - UNDRR. (2023). Regional assessment report on disaster risk in Latin America and the Caribbean (RAR 2021). Disponível em https://www.undrr.org.

INTERFACES ENTRE O PLANEJAMENTO URBANO E O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO MUNICIPAL: UMA ANÁLISE PARA A CIDADE DE BELO HORIZONTE, MG, BRASIL

C. C. Ferreira, R. M. Loura e E. S. de Assis

RESUMO

Este trabalho visa gerar dados em escala municipal para auxiliar na discussão nacional sobre os impactos das legislações locais no conforto térmico e no consumo energético de residências. Foram utilizados dados do consumo residencial de energia entre 2011 e 2021, além de tipologias e morfologia das edificações e renda da população. Três modelos representativos multifamiliares e três unifamiliares foram simulados no software EnergyPlus para obter o consumo de energia e conforto térmico no período de 2011 a 2021. Os consumos foram analisados individualmente e multiplicados pelo número de edificações daquela tipologia na cidade para avaliar o impacto das variações. Os resultados indicaram a influência da cor das paredes externas e do tamanho das aberturas no conforto térmico e no consumo de energia. Conclui-se que a legislação local carece de elementos para evitar o aumento do consumo de energia, destacando a necessidade de integrar parâmetros edilícios ao planejamento energético municipal.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as áreas urbanas são tema central no debate sobre as mudanças climáticas. O crescimento e adensamento destas áreas tem impacto direto no consumo de energia, tanto pelo aumento de unidades construídas em si, quanto pela baixa qualidade de muitas destas unidades, o que tende a ser agravado pelas mudanças climáticas, gerando uma demanda de condicionamento artificial para a obtenção de conforto nos ambientes. À exemplo, Belo Horizonte em 2010 possuía 768.865 domicílios (IBGE, 2010), atualmente são 890.126 domicílios, representando um aumento de 16,8% (IBGE, 2024)

Alguns dados de referência sobre o consumo energético do setor residencial apontam esta tendência de aumento acompanhando o crescimento e adensamento das cidades. Em 2022, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) (EPE, 2023), o setor residencial apresentou uma participação de 27% no consumo final de energia elétrica no país. Para o período de 2005 a 2022, houve um aumento de consumo de energia elétrica no setor residencial de 3,8% (EPE, 2023).

Crescimento análogo pode ser observado no consumo de energia elétrica para o setor residencial do estado de Minas Gerais, pertencente à Região Sudeste do Brasil, com maior concentração populacional do país. A Fig. 1 apresenta a evolução do consumo de energia para o setor em Minas Gerais para o período de janeiro de 2022 a fevereiro de 2024, último dado disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2024).

Acompanhando a tendência nacional e estadual, Belo Horizonte, a capital, possui o registro de consumo de energia elétrica para o setor residencial para o período de 2011 a 2021 (Fig. 2) e, através destes dados, é possível constatar um aumento de consumo no setor.

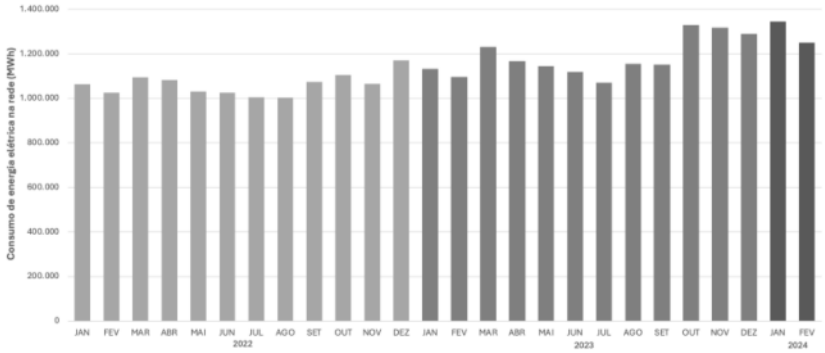


Fig. 1 Consumo mensal de energia elétrica para o setor residencial de Minas Gerais a partir de 2022

Fonte: adaptado de (EPE, 2024)

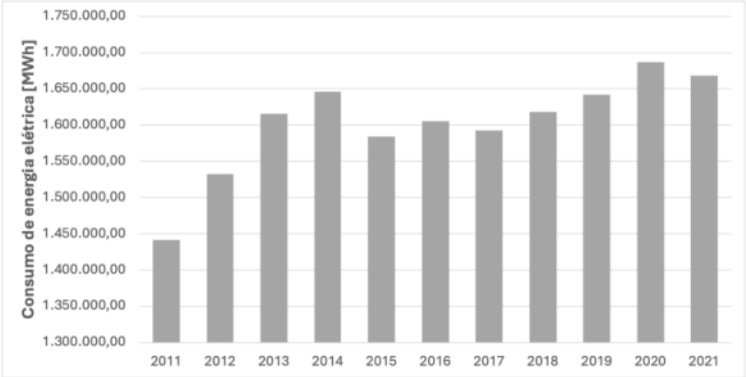


Fig. 2 Consumo mensal de energia elétrica para o setor residencial de Belo Horizonte para o período de 2011 a 2021

Fonte: (PBH , 2020)

Para as áreas urbanas evidencia-se assim a relevância das discussões quanto à relação entre o planejamento urbano e a mudança do clima. Um dos aspectos que mais impactam esta relação é o consumo de energia nas cidades, cuja matriz ainda é fortemente dependente de combustíveis fósseis, responsáveis pela geração dos gases de efeito estufa. Acrescenta-se a esta questão o fato de que estas áreas hoje são altamente dependentes da energia gerada externa ao seu território, existindo o desafio de suprir as demandas energéticas de forma a minimizar os impactos ambientais e a emissão de gases de efeito estufa que agravam a situação climática. Apesar da relevância para o momento atual, há uma dificuldade em articular o planejamento energético municipal ao planejamento urbano em razão da ausência de dados neste âmbito.

Segundo Grubler *et al*. (2012), as características das cidades são determinantes na demanda de energia nestas e não as características dos consumidores individuais. São diversos os parâmetros urbanos com influência na conservação e no consumo de energia de uma cidade,

destacando-se a forma urbana entre eles (Moghadam *et al.*, 2017; Silva *et al*., 2017). Contudo, há uma ausência de dados consistentes que relacionem a forma urbana e o consumo de energia, o que resulta em um desafio na caracterização em si do efeito da forma urbana nesse. Tem-se o conhecimento que dentre os atributos para a caracterização da forma urbana, a densidade destaca-se na influência da demanda de energia das cidades, mas ainda sim a caracterização dos seus efeitos não estão evidentes (Silva *et al*., 2017).

Segundo Collaço *et al*. (2019), o Planejamento Energético Urbano integra dois campos distintos e atualmente separados: o Planejamento Urbano e o Planejamento Energético. Em razão disto, há ainda uma dificuldade na definição de termos e uma ausência de dados que contribuam na compreensão das demandas energéticas, assim como as possibilidades de atuação nos problemas e oportunidades. Embora as legislações citem a eficiência energética das edificações, há uma incoerências entre as políticas (Collaço *et al*., 2019).

O objetivo deste trabalho é analisar os impactos de tipologias distintas de habitações no consumo energético de edificações residenciais para a promoção de conforto térmico na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, buscando contribuir para a geração de dados ao nível municipal para o país e para reflexões sobre a integração do planejamento urbano e energético na escala municipal.

2 METODOLOGIA

As análises do presente trabalho foram desenvolvidas a partir de simulações no *software* EnergyPlus versão 23.1.0 para a obtenção dos dados de consumo de energia de edificações de referência para o setor residencial de Belo Horizonte. As etapas metodológicas são: 1) caracterização dos domicílios na cidade de Belo Horizonte; 2) definição das edificações de referência a serem utilizadas nas simulações; 3) modelagem das edificações e elaboração dos arquivos de simulação; 4) obtenção dos dados de consumo de energia; e 5) tratamento dos dados.

Para se entender a influência dos parâmetros urbanísticos no consumo de energia da edificação foram adotadas as seguintes variações: de planta e área, tamanho da abertura e absortância das paredes externas.

2.1 Caracterização dos domicílios de Belo Horizonte

Belo Horizonte possui atualmente 890.126 domicílios particulares permanente, de acordo com IBGE, com uma média de 2,60 moradores por domicílio (2022). Há uma predominância da classe socioeconômica C (salário médio mensal de 3,5 salários-mínimos) (IBGE, 2022). Em 2010, o número de domicílios era de 762.075 com 3,11 moradores cada. Portanto, a cidade teve redução da população entre 2010 e 2022, acompanhado de elevação do número de domicilios e do consumo de energia no setor residencial.

A Secretaria Municipal de Política Urbana da Prefeitura de Belo Horizonte disponibiliza painéis interativos com informações sobre as tipologias de usos e ocupação do solo para o ano de 2021. A partir do Painel Interativo de Estudos Urbanos da Secretaria Municipal de Política Urbana da Prefeitura de Belo Horizonte para o ano de 2020 (PBH, 2020) foram obtidos os dados referentes ao uso do solo e à morfologia para cada bairro da cidade de Belo Horizonte. Segundo dados da Prefeitura de Belo Horizonte, as seguintes morfologias de edificações residenciais são reconhecidas na cidade: edificação de até 4 pavimentos,

conjunto de edificações de até 4 pavimentos, edificação de 5 a 8 pavimentos, conjunto de edificações de 5 a 8 pavimentos, edificações com mais de 8 pavimentos, conjunto de edificações com mais de 8 pavimentos. A partir dos dados disponibilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH, 2020) obteve-se as proporções destas morfologias no território da cidade, conforme é apresentado na
Fig. **3**. De acordo com estes dados, constata-se o predomínio de edificações com até 4 pavimentos que somam 73,63% da área da cidade ao se considerar as edificações e o conjunto de edificações de até 4 pavimentos. As edificações de 5 a 8 pavimentos representam 9,54% da área e as edificações de mais de 8 pavimentos representam 2,14% da área do município. Nota-se assim a predominância de edificações mais baixas na cidade.

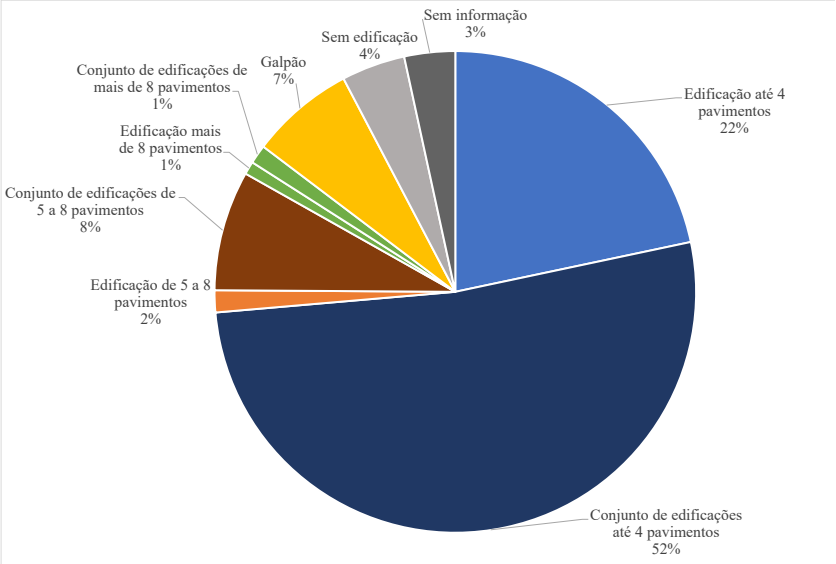


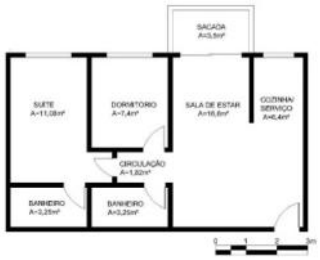
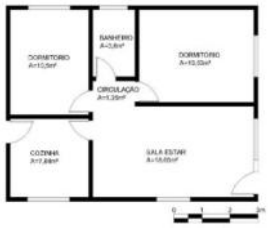
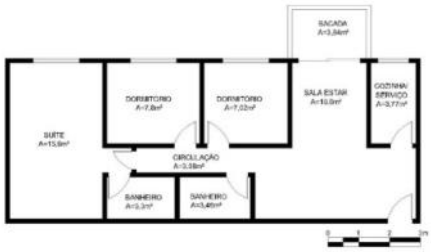
Fig. 3 Gráfico de distribuição percentual de área por morfologia de edificação
Fonte: adaptado de Bh Maps (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2020).

2.2 Definição das edificações de referência para Belo Horizonte

Autores como Sorgato (2015), Teixeira *et al.* (2015) e Telles (2016) dedicaram-se a caracterização do setor residencial brasileiro com o objetivo de identificar modelos a serem adotados como referência do parque imobiliário residencial brasileiro. Dentre os modelos identificados, seis foram selecionados para o estudo: três modelos unifamiliares com diferenciações nas áreas construídas e três modelos multifamiliares (com 2 dormitórios e 3 dormitórios), conforme Quadro 1. A seleção dos modelos foi feita de modo a contemplar tanto residências multi como unifamiliares, segundo as diferenciações de tipologias existentes nas regiões socioeconômicas de Belo Horizonte.

A especificação das envoltórias foi fundamentada nas informações levantadas pela pesquisa Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH): ano base 2019 (Eletrobras, 2019), que identificaram o predomínio de domicílios com fechamentos de paredes como alvenaria de tijolo cerâmico de 14 cm com revestimento externo (19 cm) e cobertura com laje de concreto (10 cm) e telha de barro. A absortância das paredes externas foi variada em 0,3 (cores claras) e 0,7 (cores escuras).

Quadro 1 Modelos de edificações residenciais analisados multifamiliar e unifamiliar

Modelos multi.	Planta	Modelos uni.	Planta
01	 Área = 53,3 m^2	04	 Área = 30,7 m^2
02	 Área = 60,85 m^2	05	 Área = 55,5 m^2
03	 Área = 66,8 m^2	06	 Área = 142,9 m^2

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

2.3 Caracterização do consumo das edificações residenciais

Os parâmetros de entrada de cargas internas de iluminação e equipamentos (e suas respectivas rotinas) adotados foram os referenciados pelos dados da pesquisa Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial: ano base 2019 (Eletrobras, 2019) para a classe socioeconômica C (predominante em Belo Horizonte) para a Região Sudeste, a qual pertence Minas Gerais, sendo este o dado de maior detalhe. Desta forma, todos os domicílios terão o mesmo consumo de energia para iluminação e equipamentos, com exceção dos equipamentos ventiladores utilizados pela Classe C para condicionamento ambiental.

2.4 Simulações para a determinação das horas de desconforto por calor e do consumo de energia

Para as análises por simulação, foram construídos modelos das edificações residenciais representativas no EnergyPlus®, sendo considerado como uma zona térmica cada um dos ambientes que compõem os domicílios. Para as edificações multifamiliares foram

considerados quatro pavimentos, morfologia predominante em Belo Horizonte. As paredes em contato com unidades habitacionais adjacentes foram consideradas adiabáticas.
Os parâmetros de entrada de pessoas e a respectiva rotina de ocupação dos ambientes seguiram o especificado pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (Brasil, 2012) e foram mantidos constantes em todas as simulações realizadas.

Foi incluída veneziana de proteção solar no arquivo de simulação. A rotina considera que a veneziana está oferecendo sombreamento a 100% da área de abertura quando a temperatura externa é superior a 25ºC. Para temperaturas inferiores, a veneziana oferece sombreamento em 50% da área, conforme o modelo de esquadria disponível no mercado brasileiro.

Para uma avaliação mais precisa do impacto da ventilação no desempenho térmico da edificação, optou-se por simular a ventilação natural no módulo "*Airflow Network*" do EnergyPlus. Os coeficientes de pressão foram calculados pelo programa. Os coeficientes de descarga adotados foram de 0,65 para as portas e de 0,6 para as janelas, valores recomendados para as aberturas adotadas.

Foi considerado o controle nas janelas e portas internas pelo modelo de conforto adaptativo da ASHRAE 55, com o objetivo de que a janela seja considerada fechada quando houver desconforto por frio. A porta de entrada foi considerada sempre fechada.

2.5 Arquivos climáticos

Para as análises anuais foram gerados arquivos climáticos específicos para cada do período analisado, 2011 a 2021, a partir dos dados climáticos para a cidade de Belo Horizonte disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (INMET, s.d.).

2.6 Dados de saída das simulações

As variáveis de saída solicitadas ao *software* de simulação foram a temperatura neutra (°C) e a temperatura operativa interna das zonas térmicas (°C), em dados horários para melhor precisão da análise, observando as variações ao longo do dia e do ano.

As temperaturas neutras (Tn) são utilizadas para o cálculo da faixa de conforto (equação 1) e, em seguida, as temperaturas operativas comparadas com a faixa de conforto para a verificação da condição de conforto ou não horária para cada ambiente de permanência prolongada (dormitórios e sala). O modelo de conforto adotado foi o modelo de conforto adaptativo da ASHRAE 55 (ASHRAE, 2017). A faixa de conforto utilizada foi de 80%, de acordo com a recomendação da norma ASHRAE 55 (2017) aplicando-se a correção da faixa conforme a velocidade do ar interno.

$$T_n = 0{,}310 \times T + 17{,}8°C \pm T_{lim} \quad (1)$$

Onde:
Tn: temperatura neutra (°C)
T: temperatura externa do ar (°C)
T_{lim}: faixa de conforto utilizada de ±3,5 °C

Os horários em que as temperaturas operativas dos ambientes se encontravam acima do limite superior da faixa foram contabilizados como hora de desconforto por calor. Estas

horas foram somadas para cada modelo de referência e uma média pelo número de zonas realizado, de forma que ao final obteve-se um número único representativo de horas de desconforto por calor para a edificação.

3 RESULTADOS

Considerando que nas análises realizadas foram estabelecidas a mesma ocupação para todas as edificações e a mesma posse e uso de equipamentos elétricos, as caracterizações entre os consumos serão resultantes do uso de energia para conforto ambiental para o período em questão (2011 a 2021).

Nas Fig. 4 a 6 estão representados os resultados dos modelos de referência 01 (colunas em tons de laranja), 02 (colunas em tons de cinza) e 03 (colunas em tons de azul) para cada uma das variações analisadas: paredes claras e aberturas pequenas, paredes escuras e aberturas pequenas, paredes claras e grandes pequenas e paredes escuras e aberturas grandes.

Entre os modelos multifamiliar o maior consumo absoluto de energia (Fig. 4) foi observado no modelo 02, tendo os modelos 01 e 03 comportamentos similares em relação ao consumo de energia. A análise de consumo por área (Fig. 5) e por pessoa (Fig. 6) destaca o desempenho mais satisfatório do modelo de referência 3.

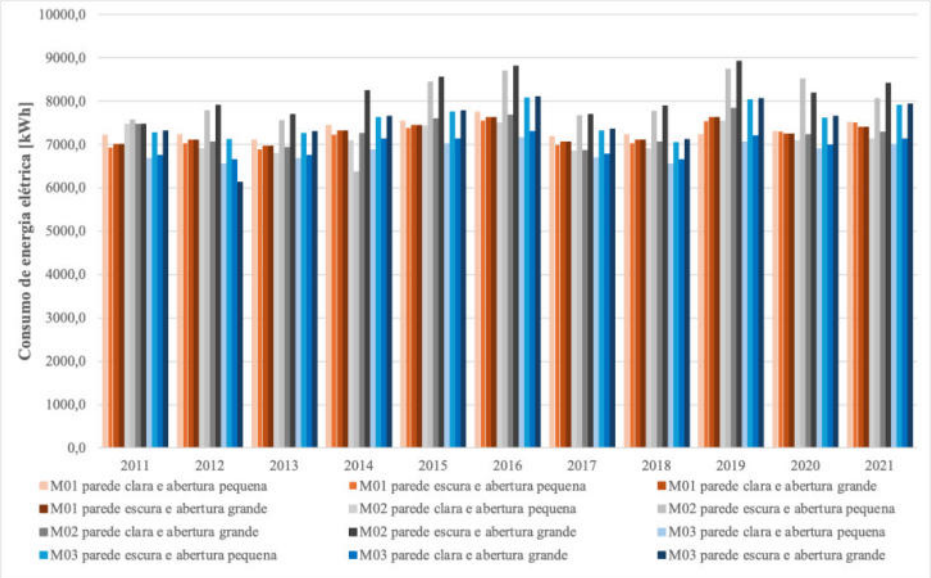


Fig. 4 Consumo de energia anual de 2011 a 2021 dos modelos de referência multifamiliar.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A alteração da dimensão das janelas que tendem a favorecer a ventilação natural não apresentaram comportamento semelhante entre os três modelos. O modelo 1 teve consumo de energia reduzido devido ao tamanho das aberturas para todos os anos analisados seja pelo ponto de vista de energia consumida absoluta, ponderada pela área ou pelo número de habitantes. O modelo de referência 2 teve comportamento oposto, ou seja, as aberturas maiores levaram a maior consumo energético, o que leva a inferência que as perdas térmicas devido a ventilação natural não foram suficientes para compensar os ganhos devido a radiação direta. O modelo de referência 3 teve comportamento mais estável no consumo devido a mudança de área de abertura, com ligeira diferença de consumo entre os casos.

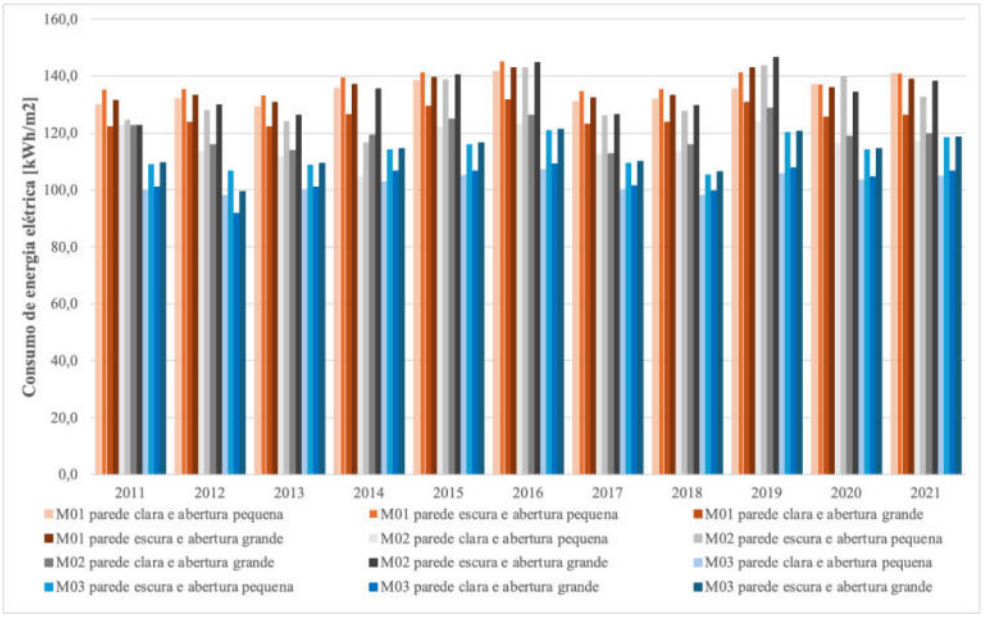


Fig. 5 Consumo de energia por área de 2011 a 2021 dos modelos de referência multifamiliar.

Fonte: Elaborado pelas autoras

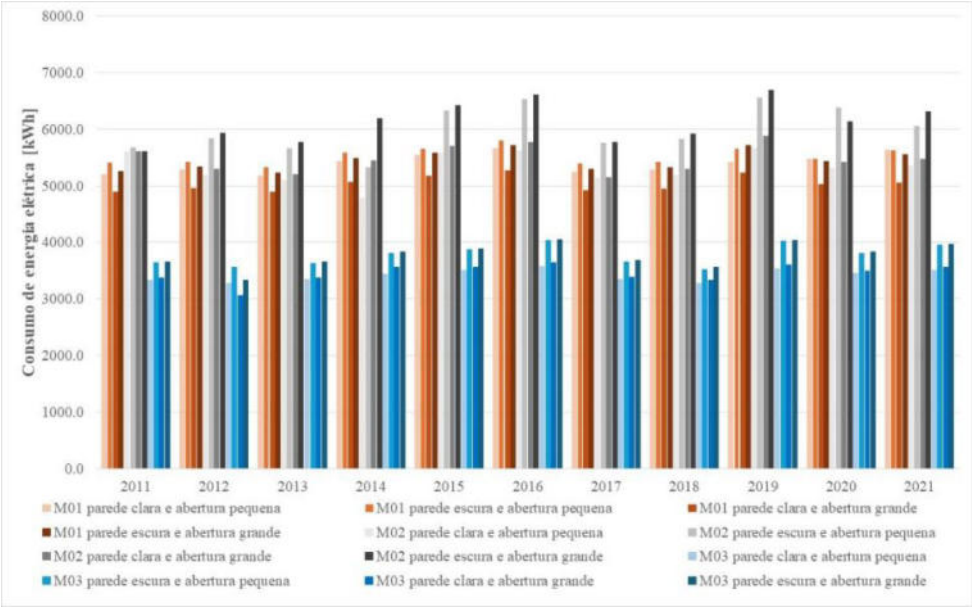


Fig. 6 Consumo de energia por pessoa de 2011 a 2021 dos modelos de referência multifamiliar.

Fonte: Elaborado pelas autoras

Observando os resultados pelo ponto de vista da absortância térmica reforçam-se os estudos que recomendam o uso de cores claras nas envoltórias para melhorar o desempenho termoenergético das edificações residenciais, pois esse foi o achado para todos os casos dos modelos multifamiliares. Entretanto, quando as paredes externas apresentavam cores escuras, o consumo das aberturas pequenas e grandes eram equivalentes. A ventilação tem atuação tímida na redução de demanda energética.

A Tabela 1 mostra a diferença média entre consumo de energia entre paredes claras e escuras para aberturas pequenas e grandes. Na média o consumo dos casos com paredes claras foi menor durante o período de análise. O modelo de referência 2 mostrou maior diferença,

possivelmente porque possui maior área proporcional de vedação vertical exposta a radiação direta.

Tabela 1 Diferenças médias entre os consumos de energia para os casos de paredes claras e escuras nos modelos multifamiliar em kWh/m²

	M01		M02		M03	
Ano	Abertura pequena	Abertura grande	Abertura pequena	Abertura grande	Abertura pequena	Abertura grande
Média	10,0	30,9	44,5	42,6	31,9	28,6

Fonte: Elaborada pelas autoras

Já na Fig. 6 estão representados os resultados dos modelos de referência 04 (colunas em tons de azul), 05 (colunas em tons de roxo) e 06 (colunas em tons de cinza) para cada uma das variações analisadas.

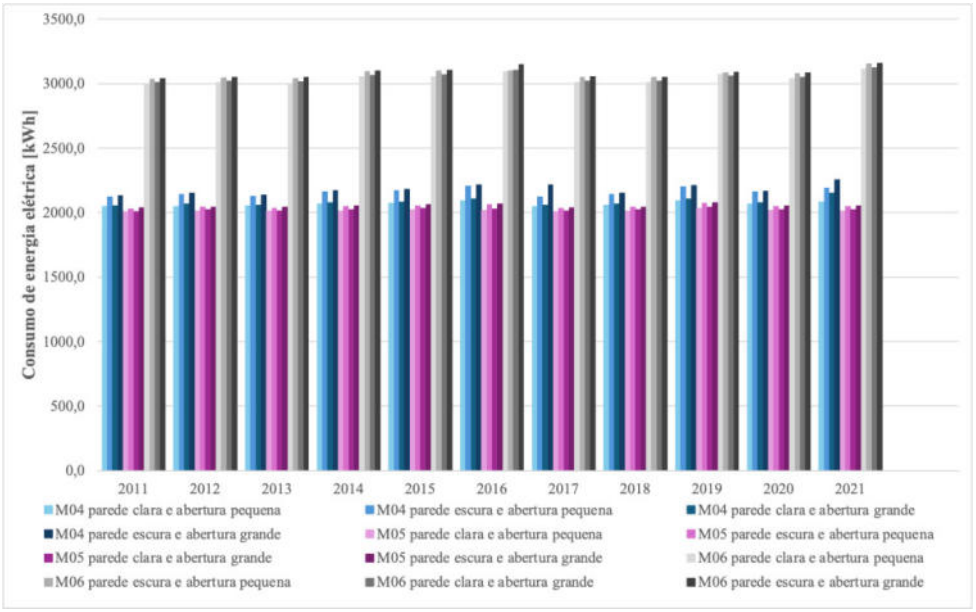


Fig. 6 Consumo de energia anual de 2011 a 2021 dos modelos de referência unifamiliar

Fonte: Elaborado pelas autoras

O maior consumo de energia absoluto anual foi observado para modelo 06, de maior área, enquanto os modelos 04 e 05 apresentaram consumo similares. Entretanto, esse modelo apresenta o menor consumo por área e um consumo por pessoa bastante próximo do modelo 5. Olhando para os resultados relativos o modelo 4 apresenta os resultados menos satisfatórios. Nos modelos unifamiliares houve pequena variação relativa de consumo devido as alterações de dimensão de abertura e cor de paredes externas nas Fig. 5 e 6. Na análise de consumo por pessoa (Fig 7) a variação de absortância se mostra mais relevante.

Os resultados permitiram constatar que o tamanho das aberturas irá ter maior influência em edificações multifamiliares, ocorrendo diferentes comportamentos entre elas. Dentre os casos avaliados, estes diferentes comportamentos podem ser resultantes da geometria da edificação e orientação das aberturas em relação à direção dos ventos. Uma investigação que aprofunde neste ponto se faz necessária. Os resultados também deixaram evidente a maior influência da cor das paredes externas no consumo de energia das edificações multifamiliares.

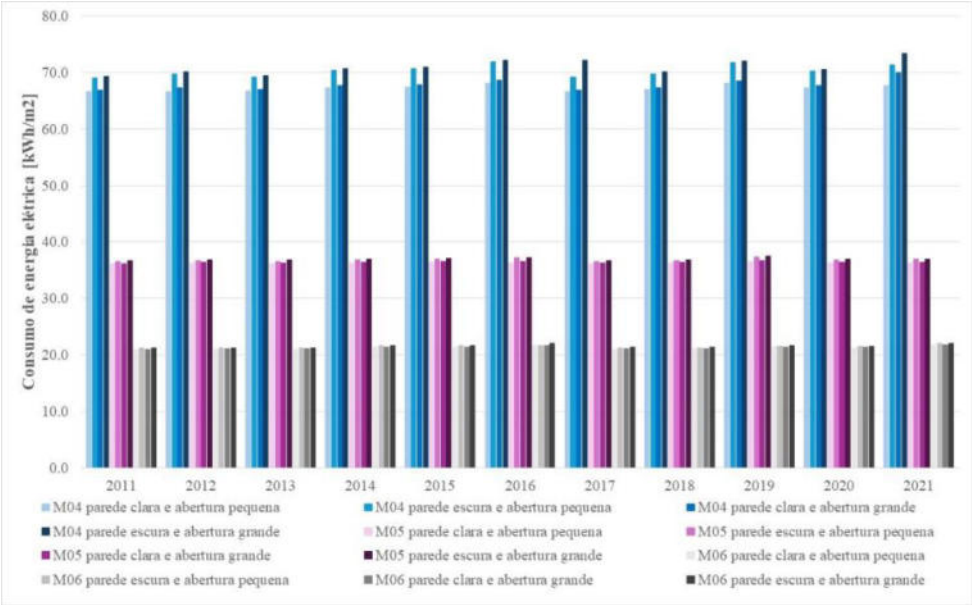


Fig. 7 Consumo de energia por área de 2011 a 2021 dos modelos de referência unifamiliar.

Fonte: Elaborado pelas autoras

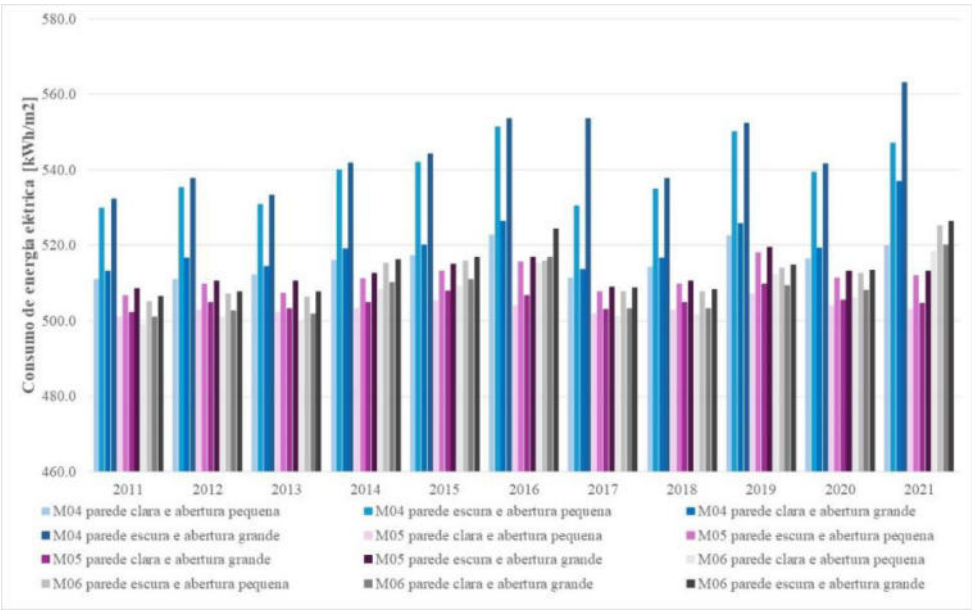


Fig. 8 Consumo de energia por pessoa de 2011 a 2021 dos modelos de referência unifamiliar.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A Tabela 2 evidencia que a diferença de consumo para os dois tamanhos de abertura é proporcionalmente muito pequena, sugerindo que nestes casos, para o clima de Belo Horizonte, não seja uma variável significativa.

Tabela 2 Diferenças médias entre os consumos de energia para os casos de paredes claras e escuras nos modelos unifamiliar em kWh/m²

	M04		M05		M06	
Ano	**Abertura pequena**	**Abertura grande**	**Abertura pequena**	**Abertura grande**	**Abertura pequena**	**Abertura grande**
Média	3,0	3,2	0,6	0,5	0,2	0,2

Fonte: Elaborado pelas autoras

Pode-se então constar que o alinhamento do planejamento de uso e ocupação do solo precisa investigar com atenção o desempenho energético do parque edificado local. Além de recomendações já conhecidas, como cores claras para envoltória e dimensão das aberturas, é relevante perceber que a área da unidade habitacional pode levar a uma demanda energética maior relativa para alcançar condições satisfatórias de conforto térmico. A área mínima das unidades habitacionais é um instrumento comum de política urbana seja para aumentar a densidade demográfica de algumas áreas de cidade, seja para mantê-la baixa. Esse trabalho sugere que edificações com unidades habitacionais com áreas muito pequenas podem ter maior consumo de energia para alcançar a situação de conforto. São necessários outros estudos para confirmar esse achado, pois em sendo um fato recorrente, as políticas públicas de habitação de interesse social podem estar incentivando diretamente a construção de edificações com maior consumo energético.

Por fim, ao se comparar o consumo de energia em edificações multifamiliares e unifamiliares percebe-se que o consumo da habitação em edificação multifamiliar tem consumo significativa maior que o das habitações unifamiliares para todos os tipos de análises feitas. Entretanto, não se pode simplesmente recomendar o incentivo a habitações unifamiliares em uma cidade com a densidade demográfica de Belo Horizonte – 6.988,18 habitantes/km² (PBH, 2020).

4 CONCLUSÃO

Esse artigo atingiu seu objetivo de analisar os impactos de tipologias distintas de habitações no consumo energético de edificações residenciais para promoção de conforto térmico na cidade de Belo Horizonte.

Foi possível perceber que as habitações unifamiliares têm consumo energético significativamente inferior que os modelos de referência multifamiliares. Além disso, o uso de revestimentos escuros nas vedações verticais impacta, em níveis diferentes, o consumo de energia dos modelos. Portanto, seria interessante que a legislação de uso e ocupação do solo oferecesse, ao menos, uma orientação para se evitar revestimentos de alta absortância térmica. Já a ampliação da dimensão das aberturas como estratégia para redução do consumo de energia não se mostrou eficiente em todos os modelos. Houve casos que o ganho térmico por radiação direta não foi compensado pela perda térmica devido a ventilação natural, o que pode ser explicado pela morfologia da edificação que não favoreceu a ventilação cruzada. Por fim, os resultados deste estudo sugerem que a área da unidade habitacional pode ser um instrumento para auxiliar a redução do consumo de energia para conforto térmico em residências. São necessários estudos mais amplos para confirmar a tendência encontrada. Considerando que Belo Horizonte é uma cidade com densidade demográfica relativamente alta, seria salutar investigar se o número de pavimentos das edificações multifamiliares também tem impacto no consumo de energia para conforto térmico das residências.

5 REFERÊNCIAS

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

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

COLLAÇO, F. M. A.; SIMOES, S. G.; DIAS, L. P.; DUIC, N.; SEIXAS, J.; BERMANN, C. (2019). The Dawn of urban energy planning – Synergies between energy and urban planning for São Paulo (Brazil) megacity. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, pp. 458-479

ELETROBRAS (2019). **Pesquisa de posse e hábitos de equipamentos elétricos na classe residencial**, Rio de Janeiro.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA) (2023). **Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022**, Rio de Janeiro.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA) (2024). Consumo **Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas).** [Online] Available at: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica [Acesso em 20 abril 2024].

GRUBLER, A., et al. (2012). Urban Energy Systems. In: **Global energy assessment: Toward a sustainable future**. Cambridge University Press, p. 1307–1400.

IBGE (2024). **Censos Demográficos 2010 e 2022**, Rio de Janeiro.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. [Online] Available at: https://bdmep.inmet.gov.br [Acesso em 26 maio 2023].

PBH (2020). **Painel Interativo de Estudos Urbanos: Tipologia (2018)**. [Online] Available at: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzQxNmU2YTAtNDI2YS00NDA2LWJmMDUtM2FmYjUxZWM2MjFmIiwidCI6IjVkNzdmY2E1LWIxZDEtNDI3OS1iNzk3LWEzYTY1NzA2Y2YxOSJ9 [Acesso em 10 outubro 2023].

Moghadam, S. T., Delmastro, C. & Corgnati, S. P., 2017. Urban energy planning procedure for sustainable development in the built environment: A review of available spatial approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 165, pp. 811-827.

Silva, M., Oliveira, V. & Leal, V., 2017. Urban Form and Energy Demand: A Review of Energy-relevant Urban Attributes. **Journal of Planning Literature**, 42(4), pp. 346-365.

Sorgato, M. J. (2015). **A influência do comportamento do usuário no desempenho térmico e energético de edificações residenciais**, Florianópolis.

Teixeira, C. A.; Invidiata, A.; Sorgato, M. J.; Melo, A. P.; Fossati, M.; Lamberts, R.. (2015)**. Levantamento das características de edifícios residenciais brasileiros**, Florianópolis.

Telles, C. d. P. (2016). **Proposta de simplificação do RTQ-R**, Viçosa.

AGRADECIMENTOS
Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e CNPq para o desenvolvimento desta pesquisa e à Gerência de Custos (GCUST) da Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão (SMPOG) da Prefeitura de Belo Horizonte pelos dados fornecidos.

A INFLUÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS URBANAS E EDILÍCAS NA TEMPERATURA DO AR DO AMBIENTE INTERNO: UM ESTUDO NO CLIMA TROPICAL BRASILEIRO

L. Noda, A. V. P. Lima, C. P. Leão, S. Leder e H. Gomes

RESUMO

A morfologia urbana impacta as condições térmicas das edificações, influenciando a qualidade do ambiente interno e o conforto dos usuários. Neste estudo, investigou-se a influência do contexto urbano em construções unifamiliares e multifamiliares em uma cidade litorânea no Nordeste brasileiro com clima tropical quente e úmido. A pesquisa de campo resultou em dados coletados em habitações, nos ambientes utilizados para trabalho remoto típico de escritório, com monitoramento por cinco dias consecutivos e registro da variável térmica temperatura do ar interno. Foram obtidas 121 amostras distribuídas em 25 bairros do município. Como resultado das análises relativas à temperatura do ar interno, foram identificadas diferenças em função da densidade do bairro, significativas no período das 00:00h às 06:00h. A significância das relações em resolução horária sugere que, para modelos de predição, a influência de cada variável microclimática ou edilícias/urbana deve ser considerada em horários específicos.

1 INTRODUÇÃO

A morfologia urbana desempenha um papel central nas condições internas das edificações, uma vez que o adensamento do entorno construído pode impactar o gradiente térmico, comprometendo a qualidade do ambiente interno e o conforto do usuário. Na construção civil, há grande interesse em estimar as temperaturas internas de edifícios ocupados e as variações térmicas diárias (Moreira et al., 2022). Devido ao seu processo de urbanização, a cidade apresenta um clima particular, conhecido como clima urbano. A retirada da vegetação, a inserção de superfícies urbanas, as construções, a verticalização e a circulação de pessoas e veículos contribuem para a modificação das propriedades físicas e químicas, além dos regimes dos ventos, aumentando o aquecimento local. As temperaturas superficiais são mais altas em locais bastante verticalizados, com alta densidade demográfica e escassez de vegetação (Lombardo e Fruehauf, 2021).

A configuração espacial e a geometria urbana influenciam a modificação do comportamento das variáveis climáticas, evidenciando a importância da relação da forma urbana com os aspectos térmicos do local e dos usuários. Portanto, para promover a qualidade térmica do ambiente, é necessário entender como cada fator atua (Cruz, 2018). O homem vem influenciando as variações climáticas na escala local, principalmente no que diz respeito ao

aumento populacional e ao avanço das tecnologias. As atividades humanas interferem no comportamento do clima, mesmo que não sejam percebidas diretamente (Bernardes e Mendes, 2012).

Moreira et al. (2022) supõem que, quando as temperaturas externas estão próximas das desejadas para o ambiente interno, o usuário promove a integração entre os ambientes para a redução das temperaturas. Contudo, se as temperaturas externas se tornam indesejadas para o interior, o usuário age de modo a reduzir as trocas entre os dois ambientes e aumentar a diferença entre a temperatura interna e externa. Mirzaei et al. (2012 e 2015) afirmam que as correlações entre o espaço interno e o exterior raramente são consideradas, mesmo que os riscos relacionados ao calor ocorram principalmente no interior das edificações, pois a qualidade do ambiente interno está associada ao ambiente de sua vizinhança. Os dados de sua pesquisa apontam que as condições térmicas interiores são impactadas pela vizinhança, pelas características do edifício e pela sua utilização.

Considerando que o clima externo influencia o interno, é necessário identificar a influência das temperaturas externas no ambiente interno. É importante entender como transformar os dados de clima urbano em critérios de predição do conforto do usuário em ambientes internos. Uma pesquisa em Detroit relaciona as temperaturas internas e externas em residências de idosos, utilizando as temperaturas externas, as características da edificação e da vizinhança. Comprovou-se que as exposições internas ao calor na cidade excedem a faixa de conforto entre os ocupantes (White-Newsome et al., 2012).

Neste estudo, tem-se como objetivo investigar a influência do contexto urbano, da densidade de construção do bairro, da verticalização e da altura da unidade habitacional (para edifícios multipavimentos) na temperatura do ar interno em construções unifamiliares e multifamiliares distribuídas em uma cidade litorânea no Nordeste brasileiro, com clima tropical quente e úmido.

2 MÉTODOS

Este estudo baseou-se em uma pesquisa conduzida em residências localizadas em João Pessoa (Figura 1), uma cidade litorânea da região Nordeste do Brasil caracterizada pelo clima quente e úmido. A pesquisa de campo consistiu na coleta de dados ambientais térmicos em ambientes de trabalho em habitações, durante oito semanas, no período da pandemia de COVID-19 (maio a julho de 2020) – período no qual houve uma ampla adoção do trabalho remoto em residências, também denominado work-from-home (WFH) (Kramer e Kramer, 2020).

2.1 Medições das variáveis ambientais

Nas residências, as variáveis ambientais internas, temperatura do ar (Tar, ˚C) e umidade relativa (UR, %), foram registradas por sensores com dataloggers de pequeno porte HOBO U10 e HOBO U12, do fabricante OnSET (Tabela 1). Esses dispositivos foram escolhidos devido ao fácil manuseio e à pouca interferência na mobilidade no local monitorado. Os equipamentos foram calibrados por uma entidade especializada e previamente testados por comparação com uma segunda estação de coleta de dados, também calibrada. As diferenças entre os resultados dos sensores HOBO ficaram dentro da faixa de precisão definida pelo fabricante.

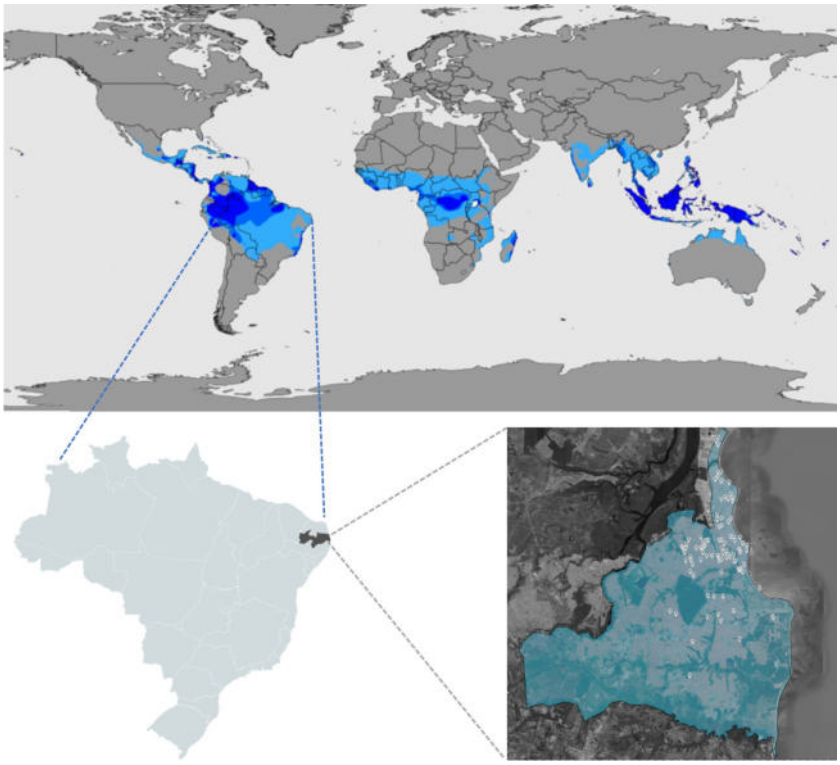


Fig. 1 Localização de João Pessoa (em baixo, à direita), com destaque para regiões globais com clima tropical de monções - Am (acima). Adaptado de Kotek et al. (2003) e PMJP (2024).

Tabela 1 Características dos equipamentos utilizados na pesquisa de campo.

EQUIPAMENTO	VARIÁVEL	FAIXA DE MEDIÇÃO	PRECISÃO	RESOLUÇÃO
HOBO U-12 (10 unidades)	T ar	-20 a 70 °C	±0,35°C (de 0 a 50°C)	0,03°C a 25°C
	UR	5 a 95%	±2,5% (de 10% a 90%)	0,03%
HOBO U-10 (10 unidades)	T ar	-20 a 70 °C	±0,4°C (de 0 a 40°C)	0,1°C a 25°C
	UR	25 a 95%	±3,5% (de 25% a 85%) ±5% (de 25% a 95%)	0,07%

A sistematização da coleta de dados foi planejada no mês que antecedeu a pesquisa em campo. Participantes voluntários com mais de 18 anos foram convocados por canais digitais, tendo como critério o desempenho de atividades típicas de escritório de maneira remota em horário comercial (entre 8:00 e 18:00) e em dias úteis (segunda a sexta-feira). A amostra obtida, por conveniência, foi dividida em grupos de 20 voluntários por semana, durante o período estipulado para a coleta de dados, conforme o protocolo demonstrado na Figura 2.

O equipamento era entregue na residência do voluntário aos domingos, previamente programado, e o monitoramento das variáveis ambientais começava na segunda-feira subsequente, às 00:00, com registros horários. O participante era instruído a instalar o sensor no ambiente onde realizava suas atividades remotas. Os pesquisadores foram envolvidos na decisão do melhor local para instalação, conforme recomendação da ASHRAE para medições de variáveis térmicas (ASHRAE, 2013). A altura foi padronizada em 1,1 m do nível do piso. Além disso, foi orientado que o datalogger fosse fixado em um local próximo

à mesa de trabalho do ocupante, sem incidência direta de fontes específicas de calor, onde permaneceu por cinco dias consecutivos, até seu recolhimento no sábado seguinte.

Os investigadores abstiveram-se de alterar as condições ambientais nas instalações, deixando aos ocupantes a tarefa de utilizar os sistemas e ajustar o ambiente de acordo com suas preferências individuais. Os dados horários correspondentes ao ambiente externo foram obtidos de bases de dados INMET (INMET, 2024) e REDEMET (REDEMET, 2023), referentes ao mesmo intervalo de medições internas.

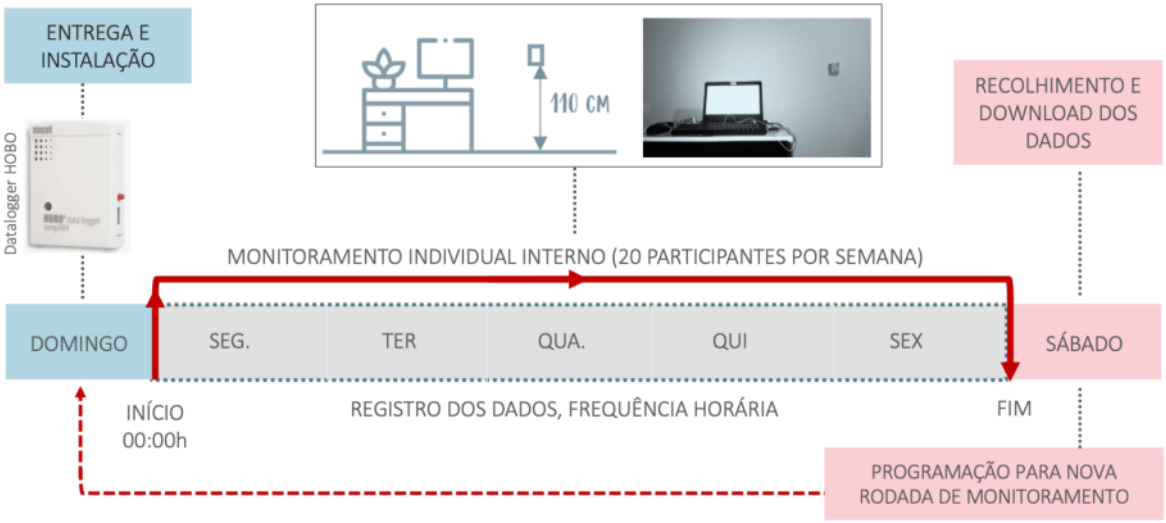


Fig. 2 Esquema do protocolo de medição semanal para a coleta de dados nas residências.

2.2 Tratamento e sistematização dos dados

Para cada residência, foram registrados em planilhas os conjuntos de dados contínuos da Temperatura do ar (Tar) e Umidade Relativa (UR), internos e externos, com frequência horária durante os cinco dias de monitoramento. Os dados relativos aos ambientes internos não apresentaram valores faltantes. Os dados externos, por sua vez, apresentaram lacunas: 9,13% para temperatura do ar e 9,30% para umidade relativa. Para esses dados ausentes, foram considerados valores horários anteriores ou posteriores, do mesmo dia.

Como os objetos do estudo estão distribuídos em diversos bairros do município, foram atribuídas a cada residência categorias relacionadas às características edilícias: (a) tipologia da edificação, (b) pavimento da unidade habitacional; e urbanas: (c) localização em relação ao litoral e (d) densidade populacional do bairro (PMJP, 2024) (Tabela 2). O agrupamento em três categorias de densidade populacional resulta da análise dos resultados da Caracterização da Amostra, conforme demonstrado no tópico 3.2.

Para fins de análise, foram utilizados os resultados médios/horários dos cinco dias de monitoramento, resultando em 24 dados horários para cada variável, por residência. As análises foram realizadas nos softwares Excel, SPSS e Orange Data Mining. Testes ANOVA foram conduzidos para verificar diferenças significativas entre médias.

Tabela 2 Variáveis urbanas e edilícias atribuídas às residências.

VARIÁVEIS	CATEGORIAS
(a) Tipologia	● Residência unifamiliar com 1 ou 2 pavimentos ● Edifício multifamiliar.
(b) Pavimento (onde ocorreu medição)	● Térreo e 1º pavimento; ● Entre 2º e 6º pavimento; ● Entre 7º e 11º pavimento; ● Acima do 12º pavimento.
(c) Localização em relação ao litoral	● Próximo ● Central ● Afastado
(d) Densidade populacional do bairro *	● < 45 hab./hectare ● Entre 46 e 79 hab./hectare ● > 80 hab./hectare

* Utilizados valores oriundos do Censo Demográfico 2010 (PMJP, 2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contexto climático

Situada na costa litorânea do Brasil, a cidade de João Pessoa (7,11°S; 34,86°O) possui clima quente e úmido, com uma estação chuvosa bem definida e uma estação seca, classificada como Monção Equatorial (Am) de acordo com a classificação atualizada do clima de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006). Apresenta pequena amplitude térmica, com médias anuais de temperatura em torno dos 27°C e um intervalo médio de 5°C entre temperaturas máximas e mínimas, podendo ser observados períodos chuvosos (abril a junho) e secos (novembro a fevereiro). No período do estudo (25/05/2020 a 27/07/2020), João Pessoa registrou a temperatura do ar máxima de 31,6°C e mínima de 20,5°C, com umidade relativa média entre 44% e 95% (INMET, 2024).

3.2 Caracterização da amostra

Excluindo os participantes situados em municípios da região metropolitana e considerando apenas aqueles que apresentaram a totalidade dos dados do monitoramento interno, foram alcançadas, no período pré-definido para a coleta de dados, 121 residências distribuídas em 25 bairros do município (Figura 3), constituindo uma amostra não probabilística por conveniência. Destas, 26% são edificações residenciais unifamiliares e 74% edificações multifamiliares. A maior parte dos ambientes monitorados encontrava-se no pavimento térreo ou 1º (40%), seguidos de 26% entre o 2º e 6º pavimento, 17% entre o 7º e 11º pavimento e 17% acima do 12º pavimento. Em relação ao litoral, 42% das residências situam-se na faixa mais próxima, 50% estão em área central e 8% estão mais afastadas da faixa litorânea. Durante a pesquisa, apenas 8% relataram o uso de climatização artificial, sendo predominante o uso da ventilação natural pelos ocupantes dos ambientes investigados.

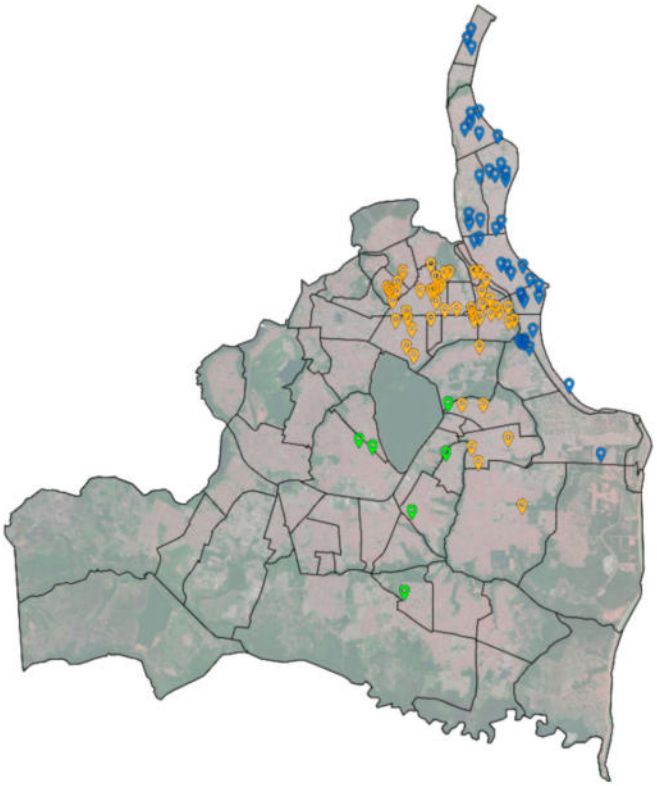


Fig. 3 Localização das residências investigadas no município de João Pessoa (nas cores azul, amarelo e verde). Adaptado de PMJP (2024).

A partir da análise da distribuição da amostra em relação à densidade demográfica do bairro e às categorias de pavimento e proximidade do litoral (Figura 4), foi possível identificar três intervalos de densidades demográficas predominantes, que motivaram a categorização adotada no estudo: (a) menor que 45 habitantes/hectare; (b) entre 46 e 79 hab./hectare; e (c) acima de 80 hab./hectare. A distribuição em relação à proximidade do litoral evidencia a característica do município quanto à maior densidade populacional nos bairros litorâneos (Figura 4b).

3.3 As variáveis ambientais

Do registro e monitoramento em campo, têm-se os resultados sintetizados na Tabela 3. Nos ambientes internos, em relação ao ambiente externo, identifica-se uma menor oscilação da temperatura do ar, assim como valores dessa variável superiores à condição externa, chegando a atingir 31,08ºC. Nas Figuras 5 e 6, é possível identificar que a temperatura média do ar externo foi inferior à interna no período noturno, enquanto no intervalo das 10:00 às 16:00 a temperatura interna foi superior. Internamente, quando se consideram os valores médios horários nos dias de monitoramento, há uma oscilação entre 26ºC e 28ºC. É importante destacar que os ambientes estavam em uso durante o horário investigado.

Em relação à umidade relativa do ar, nos ambientes internos essa variável oscilou entre 58,80% e 98,40%. Quando se consideram os valores médios horários nos dias de monitoramento, têm-se valores em torno de 75% para as condições internas. No horário entre 10:00 e 17:00, a UR interna foi, em média, superior à externa.

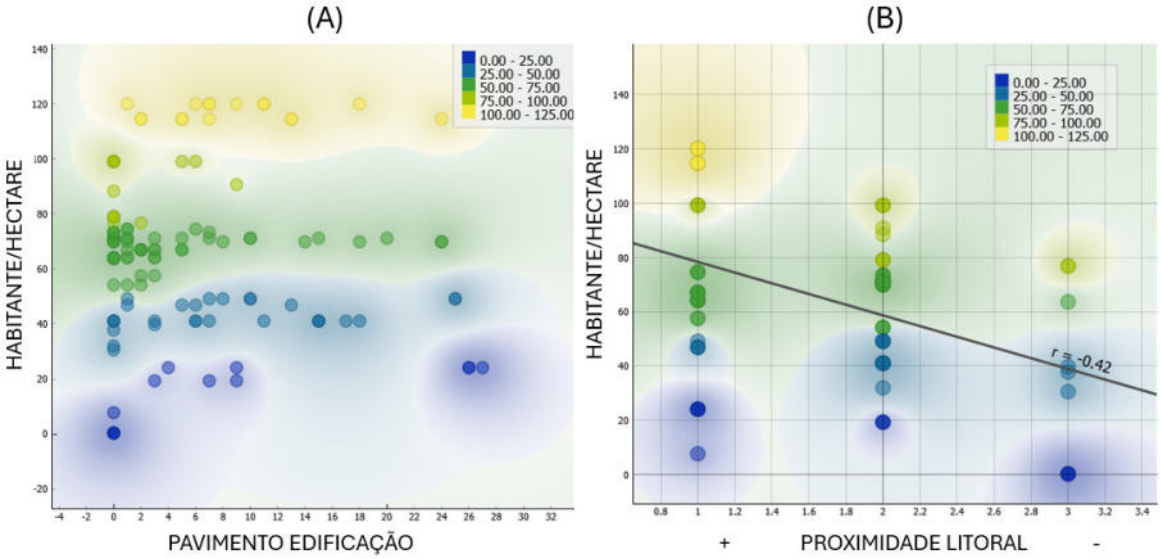


Fig. 4 Distribuição da amostra em relação à densidade demográfica com as categorias (A) pavimento da edificação e (B) proximidade do litoral, com destaque por cor à intervalos de densidade demográfica.

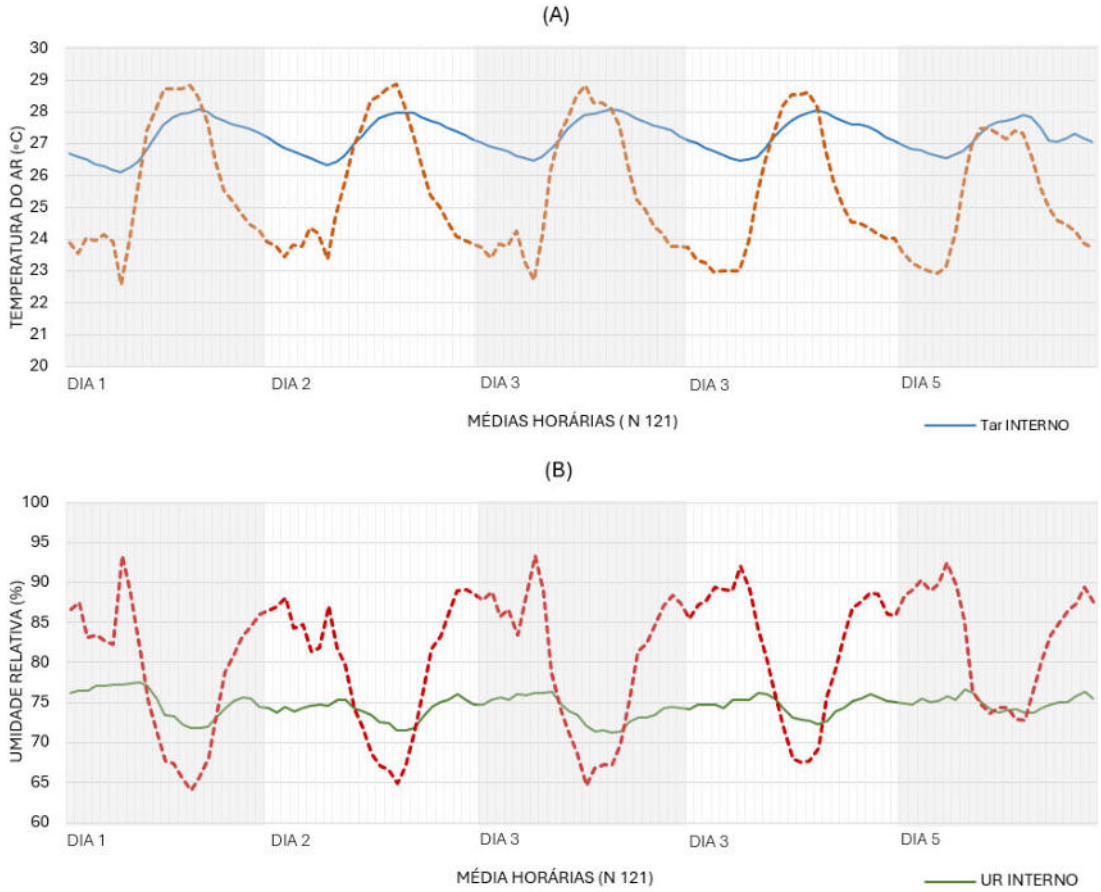


Fig. 5 Médias horárias para cinco dias de medição da temperatura do ar (A) e umidade relativa (B) resultantes da pesquisa em campo.

Tabela 3 Resultado das variáveis ambientais.

	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão
Temp. ar interna (ºC)	20,21	31,08	27,23	27,27	1,16
Temp. ar externa (ºC)	21,20	30,30	25,44	24,98	2,12
UR Interna (%)	58,80	98,40	80,61	81,60	10,06
UR Externa (%)	42,22	86,94	74,54	75,40	5,94

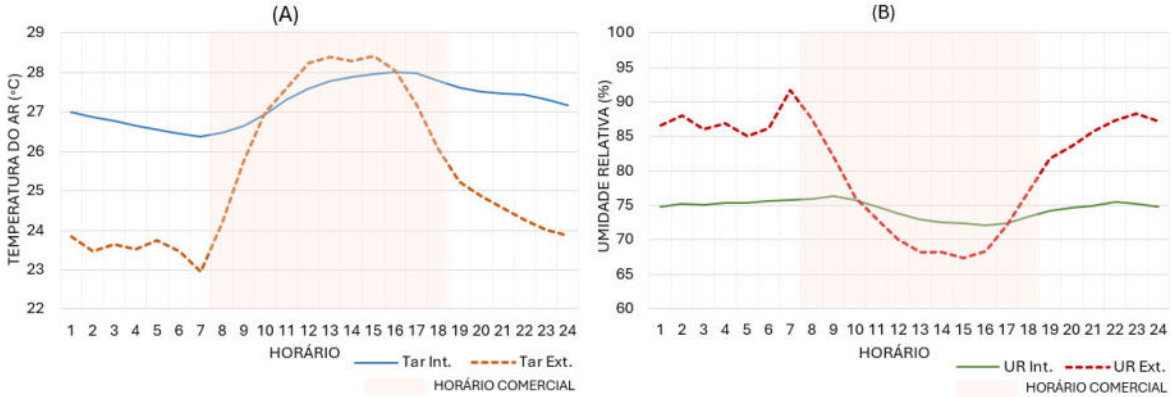


Fig. 6 Médias horárias da temperatura do ar (A) e umidade relativa (B) resultantes da pesquisa em campo, considerando os cinco dias e N = 121.

As Figuras 7 e 8 apresentam os resultados das médias horárias para a temperatura do ar interno em relação às categorias atribuídas para as residências investigadas, conforme apresentado na Tabela 2: tipologia (Fig. 7A) e pavimentos (Fig. 7B), proximidade do litoral (Fig. 8A) e densidade demográfica do bairro (Fig. 8B).

Nos resultados das médias da temperatura do ar em relação à tipologia, as habitações unifamiliares apresentaram um comportamento mais próximo ao observado no ambiente externo, cuja amplitude oscila ao longo do dia. No horário comercial, entre 08:00 e 18:00, as médias da temperatura do ar foram superiores nas edificações unifamiliares. Elas também apresentaram maior amplitude térmica, chegando a uma variabilidade de 2°C no intervalo do horário comercial. Nas habitações multifamiliares, notadamente os edifícios, por sua vez, apresentaram uma menor oscilação. É possível observar uma diferença de quase 1°C entre esses dois tipos de edificações das 14:00 às 17:00 (Fig. 7A).

A categorização em relação ao pavimento da unidade investigada, no contexto da edificação onde se insere, não resultou em diferenças expressivas na temperatura do ar interno. Edificações térreas apresentaram um valor médio horário ligeiramente superior no período da tarde.

Quando se consideram as atribuições categóricas vinculadas ao contexto urbano das unidades habitacionais (proximidade do litoral e densidade demográfica do bairro, conforme Figura 8), é possível observar a influência dessas variáveis na temperatura do ar interno nos ambientes investigados. As edificações mais afastadas do litoral apresentaram valores inferiores àquelas situadas próximas ao litoral mais adensado, a partir da meia-noite até as

14:00, sendo a diferença mais expressiva no final do período da manhã. A densidade demográfica do bairro, por sua vez, foi a variável que mais influenciou a temperatura do ar interno: aquelas localizadas em bairros com densidade inferior a 45 habitantes/hectare, entre 18:00 e 11:00, apresentaram valores inferiores àquelas em bairros com adensamento entre 46 e 120 habitantes/hectare. Essa diferença foi estatisticamente significativa entre a meia-noite e 08:00 (p-valor < 0,05 nos horários de 00:00, 07:00 e 08:00 e p-valor < 0,005 entre 01:00 e 06:00).

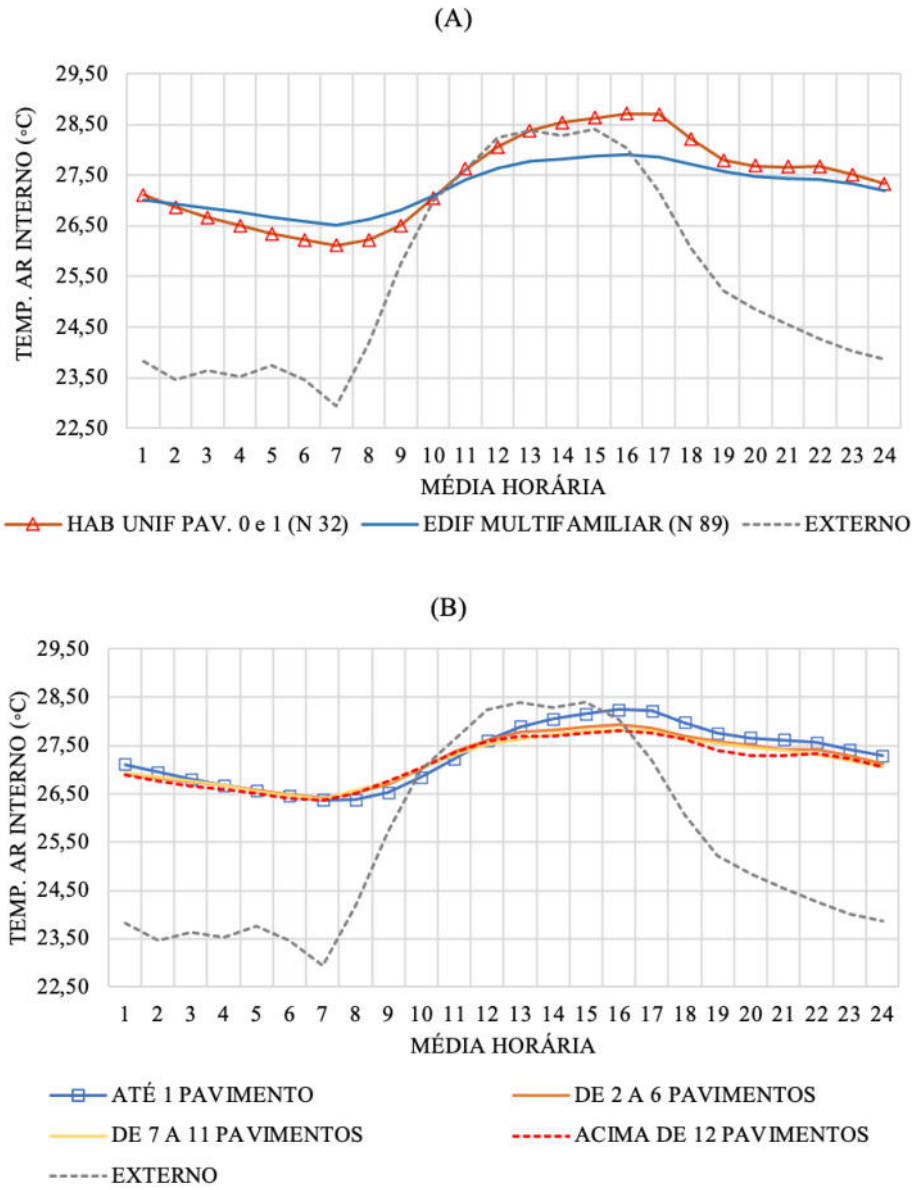


Fig. 7 Médias horárias para temperatura do ar interno em relação às categorias atribuídas para as residências investigadas: tipologia (A) e pavimentos (B).

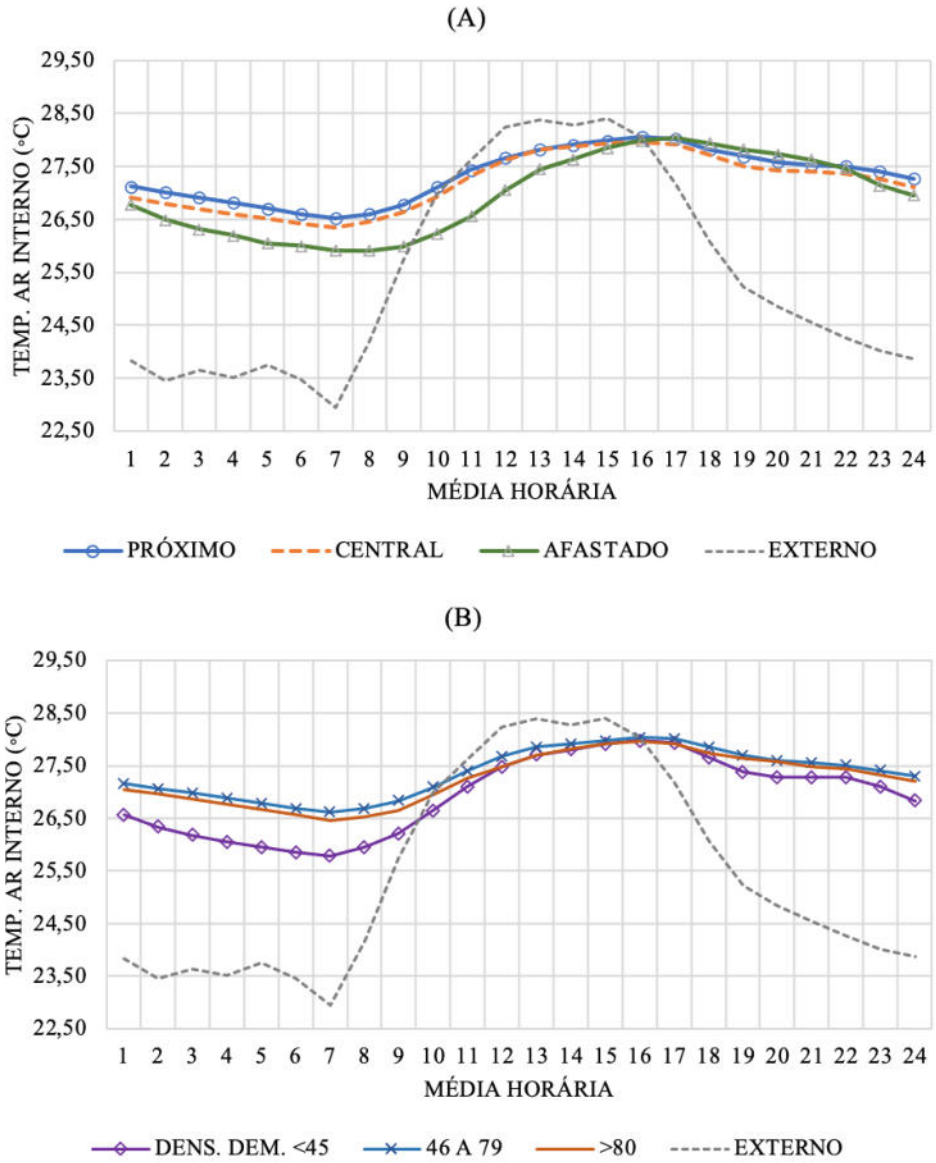


Fig. 8 Médias horárias para temperatura do ar interno em relação às categorias atribuídas para as residências investigadas: proximidade do litoral (A) e densidade demográfica do bairro (B).

4 CONCLUSÃO

O estudo é resultado da pesquisa de campo conduzida em João Pessoa, Brasil, cidade litorânea caracterizada por clima quente e úmido, que registrou a temperatura do ar e a umidade relativa em ambientes internos de 121 residências. Os registros horários, em cada residência, foram realizados por cinco dias ininterruptos, totalizando dois meses de coleta de dados. Foram atribuídas às amostras categorias relacionadas à tipologia da edificação, características edilícias, localização na malha urbana e densidade demográfica do bairro onde se inserem.

Os resultados indicam que a temperatura do ar foi mais elevada em residências unifamiliares com até dois pavimentos, em comparação às residências em edifícios multipavimentos. Sugere-se que este fato pode estar relacionado a um entorno imediato mais adensado devido à crescente tendência de verticalização dos bairros originalmente constituídos por lotes

residenciais. Soma-se a isso o fato de que as condições de ventilação natural nas edificações sofrem influência da delimitação dos seus lotes, pois a permeabilidade dos muros impacta o comportamento dos ventos (Costa, Labaki, Lages, 2023). Esses fatores podem obstruir o acesso à ventilação nas construções mais próximas do solo, uma variável que influencia diretamente as trocas de calor e a temperatura interna das edificações. A ocorrência da temperatura do ar interno mais elevada nas edificações com até dois pavimentos também pode estar associada à radiação solar no plano da cobertura, uma vez que, para localidades de baixa latitude é significativa.

Residências localizadas em bairros com densidade inferior a 45 habitantes/hectare, entre 18:00 e 11:00, apresentaram médias horárias para a temperatura do ar interna inferiores às daquelas em bairros com adensamento entre 46 e 120 habitantes/hectare, demonstrando a influência do adensamento urbano nas condições térmicas internas da edificação.

Esses resultados destacam a importância da inserção de variáveis urbanas em conjunto com variáveis edilícias na modelagem e predição do conforto térmico do ambiente interno e do consumo energético da edificação. Por outro lado, a significância das relações em resolução horária sugere que, para modelos de predição, a influência de cada variável deve ser considerada em horários específicos.

5 REFERÊNCIAS

ASHRAE (2017). ANSI/ASHRAE **Standard 55-2017: Thermal environmental conditions for human occupancy.** American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA, 2017 ISSN 1014-2336.

Bernardes, F. F. e Mendes, P. C. A. (2012) Urbanização e sua influência no aumento da temperatura média no município de Uberlândia/MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.77 – 88.

Costa, I. P. C. da; Labaki, L. C.; Lages, A. Efeitos da incorporação de muros no comportamento da ventilação natural em habitações populares térreas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 39-62, jul./set. 2023. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. doi: 10.1590/s1678-8621202300030067

Cruz, Maiara da Silva. (2018) Estudos climáticos em vales urbanos: Análise em cenários de ocupação do solo no vale do reginaldo em Maceió - AL. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Alagoas.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em abril de 2024.

Kramer, A. e Kramer, K. Z. (2020) The potential impact of the COVID-19 pandemic on occupational status, work from home, and occupational mobility. **J Vocat Behav** 119: 103442. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103442

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. e Rubel F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorol. Z.** 15: 259–263. https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130

Lombardo, M. A. e Fruehauf, A. L. (2021) Clima Urbano nas metrópoles e seus impactos ambientais. **9° Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável.**

Mirzaei, P. A., Haghighat, F., Nakhaie, A. A., Yagouti, A., Giguère, M., Keusseyan, R. e Coman, A. (2012). Indoor thermal condition in urban heat Island – Development of a predictive tool. **Building and Environment**, 57, 7–17. doi:10.1016/j.buildenv.2012.03.018

Mirzaei, P. A., Olsthoorn, D., Torjan, M., e Haghighat, F. (2015). Urban neighborhood characteristics influence on a building indoor environment. **Sustainable Cities and Society**, 19, 403–413. doi:10.1016/j.scs.2015.07.008

Moreira, J. A.; Fernandes, L. C.; Amorim, R. P. de L.; Leder, S. M.; Fontão, P. A. B. Estimativa de temperaturas internas horárias de um apartamento ocupado em Curitiba (clima Cfb) utilizando regressão linear. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022.

PMJP. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Atlas Municipal de João Pessoa.** Disponível em: <https://filipeia.joaopessoa.pb.gov.br>. Acesso em abril de 2024.

REDEMET. (2020) Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <https://www.redemet.aer.mil.br>. Acesso em abril de 2023.

White-Newsome, J. L., Sánchez, B. N., Jolliet, O., Zhang, Z., Parker, E. A., Timothy Dvonch, J. e O'Neill, M. S. (2012). Climate change and health: Indoor heat exposure in vulnerable populations. **Environmental Research**, 112, 20–27. doi:10.1016/j.envres.2011.10.008

À SOMBRA DA SAÚDE: O PAPEL DA OBSTRUÇÃO URBANA NA ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA

L. Q. Leal, S. M. Leder

RESUMO

As sombras urbanas são alternativas para melhoria da qualidade dos espaços, mas seu excesso reduz os benefícios do sol, como a exposição à radiação UVB para síntese da vitamina D. O objetivo da pesquisa é avaliar o impacto das obstruções urbanas na atenuação da radiação ultravioleta para fins de saúde pública. Medições de radiação foram realizadas sob a copa de árvores com diferentes fatores de céu visível (SVF) com análise estatística descritiva e testes comparativos dos dados. Os resultados indicam que a atenuação da radiação UV é evidente sob árvores densas com baixo SVF, enquanto sombras urbanas com 30% de visão de céu atingem valor máximo de 4,58mW/cm². A pesquisa aponta caminhos de convivência com a radiação solar UV, cuja exposição em excesso ou insuficiente é deletéria à saúde. Conhecer o impacto da vegetação na radiação UV fornece critérios para geração de espaços urbanos saudáveis.

1 INTRODUÇÃO

Espaços verdes urbanos podem ser considerados áreas naturais capazes de trazer melhorias ao bem-estar humano, seja pelo alívio aos pedestres proporcionado pela arborização e redução das cargas térmicas (Yin *et al.*, 2022), como também pelo acesso à energia vital do sol, em especial da radiação solar visível e a ultravioleta. Com os avanços nas pesquisas sobre a ação da radiação UV no organismo humano, após a década de 90, novos desafios surgiram no âmbito da saúde pública, em especial, a possível prevenção de diversas doenças (Diffey, 2006). Pequenas doses diárias de exposição à luz solar trazem melhorias à saúde, sobretudo para sintetização da vitamina D (Holick, 2011). Por outro lado, a exposição excessiva não só produz o desconforto eritemal, como também aumenta o risco de danos à pele (Mullenders, 2018) e aos olhos (Delcourt *et al.*, 2014) a longo prazo.

A incorporação de espaços verdes e infraestrutura verde nas cidades desempenha um papel fundamental na mitigação das consequências da crescente urbanização. Os ecossistemas urbanos exercem diversas funções essenciais, incluindo a regulação climática, a retenção de águas pluviais, a melhoria da biodiversidade e benefícios culturais, estéticos e de salubridade. Esses espaços, não apenas contribuem para a qualidade de vida dos residentes urbanos, mas também para a sustentabilidade ambiental das cidades (Fernandes; Barreto Junior, 2017; Wolch *et al.*, 2014). No panorama atual das mudanças climáticas, ambientes urbanos sombreados são vistos como

imprescindíveis para saúde, particularmente em zonas de clima quente e úmido (Smithers *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2022). Os benefícios das árvores urbanas para a saúde humana são comprovados quando também envolvem temas relacionados com a redução da poluição do ar, das concentrações de ozônio a nível do solo e da temperatura, mesmo sob efeito de ilha de calor (Knight *et al.*, 2021).

Para avaliar a qualidade e o bom planejamento de áreas sombreadas no meio urbano é importante caracterizar a morfologia urbana com sombra natural ou construída e ainda seus impactos na visibilidade do céu. A literatura apresenta alguns métodos para estimativa do fator de céu no meio urbano, como a simulação computacional com base em fotografia hemisférica com lente olho de peixe (*fisheye*). Inicialmente aplicado em climatologia urbana (Steyn, 1980), introduzindo o conceito de projeção equiangular com correção geométrica de imagens olho de peixe em cânions urbanos, este método captura uma matriz de pixels de cada imagem, distinguindo a porção celeste e a porção obstruída (Steyn *et al.*, 1986). Seu conceito parte da divisão da imagem em uma grade polar formada por anéis concêntricos (padrão n = 36) com larguras iguais (Chapman *et al.*, 2001; Middel *et al.*, 2017). O resultado é a soma da contribuição de céu visível de cada anel. Algumas soluções permitem rastreamento dos pixels em softwares com auxílio de imagens digitais que automatizam o cálculo do SVF, a exemplo do *RayMan* (Matzarakis, 2018).

Edifícios e vegetação são os principais elementos de interferência no ambiente urbano, tendo o SVF como indicador mais utilizado para análise de obstruções resultantes do auto-sombreamento do edifício, de sombras proveniente de geometrias urbanas adjacentes e de variáveis ambientais como a incidência de radiação solar. Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o impacto das obstruções urbanas na atenuação da radiação ultravioleta à luz da salubridade pública. Assim, a influência da morfologia urbana, seja natural ou edificada, no acesso ao céu e a magnitude da radiação UV foram averiguados pelas porções obstruídas da abóbada celeste.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi dividido em 3 etapas: (1) Descrição do objeto de estudo, definido por áreas urbanas sombreadas, estações sob copa de árvores e caracterização das espécies arbóreas; (2) Verificação da disponibilidade de céu por meio do indicador Sky View Factor; (3) Medições de radiação ultravioleta; e (4) Análise estatística.

2.1 Descrição do objeto de estudo

As medições foram realizadas na cidade de João Pessoa/Paraíba, no nordeste brasileiro, localizada a 7° Sul e 34° Oeste com altitude de 43m (Figura 1a). Parâmetros meteorológicos do município atingem médias de temperaturas de 27°C (± 2,5°C), umidade relativa de 74% (± 11,6%) e radiação global de 1.502,8 KJ/m² com pico no mês de janeiro (INMET, 2023). Dois recortes urbanos foram escolhidos para realização do experimento. O primeiro está localizado no bairro Jardim Oceania, no Parque Parahyba II, caracterizado pela presença de pouca vegetação e com maior ocorrência de sombreamento por árvores isoladas, e o segundo no Bairro de Manaíra, delimitado pela Praça Silvio Porto, onde apresenta arborização com diversas espécies agrupadas e com entorno adensado por edifícios multipavimentos (Figura 1b).



Fig. 1 (a) Localização da área de estudo e (b) delimitação dos bairros e recortes urbanos

A escolha das estações de medição ocorreu com a seleção de diferentes espécies arbóreas caracterizadas por padrões distintos de sombreamento. A seleção abrangeu desde espécies mais densas e perenes em seu ciclo de vida até as mais jovens e caducifólias, caracterizadas pela perda sazonal das folhagens. Adicionalmente, foram identificadas as sombras decorrentes de edifícios circunvizinhos ou de outras árvores. A Figura 2 ilustra as três estações de medição, sendo denominadas: (a) *Leucaena leucocephala* (cient.) ou Leucena (pop.), (b) *Pachira Acquatica* (cient.) ou Munguba (pop.) e (c) *Handroanthus heptaphyllus* (cient.) ou Ipê Rosa (pop.).



Fig. 2 Estações de medição selecionadas por espécie arbórea (a) Leucena; (b) Ipê Rosa; (c) Munguba

As características das espécies quanto à geometria e ao ciclo de vida foram detalhadas na Tabela 1. Por meio dos registros fotográficos, foi realizado uma estimativa das dimensões das árvores, redimensionando e ajustando conforme uma escala real predefinida (Figura 2). As alturas totais

variaram de 7,00m a 10,40m, com troncos de aproximadamente 2m de altura, e as copas apresentaram diâmetros acima de 8m (entre 8m e 11m). As folhas são, em sua maioria, bipinadas opostas em ramos com folículos e os frutos envolvidos em cápsulas ou vagens.

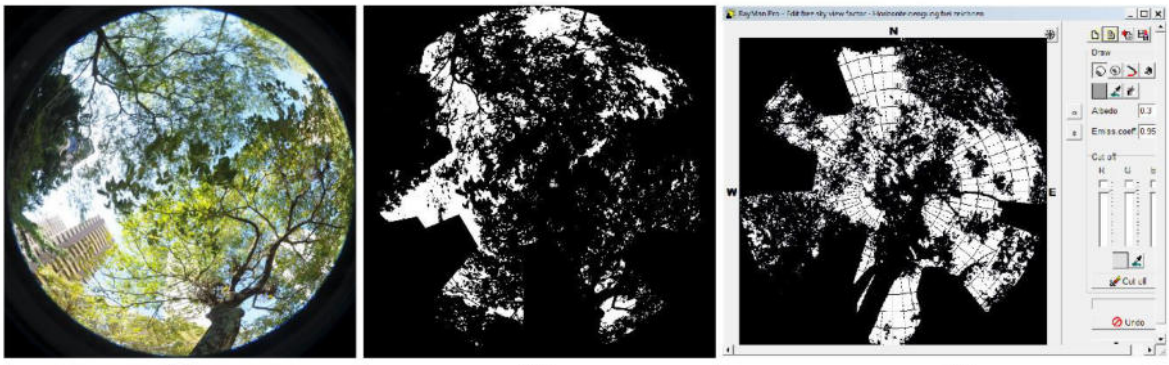
Tabela 1 Características das espécies

Espécies	Altura total	Altura tronco	Diâmetro da copa	Diâmetro do tronco	Ciclo de vida
Leucena	7,70m	2,20m	11,80m	0,85m	Perene
Munguba	10,40m	2,00m	11,10m	0,40m	Perene
Ipê Rosa	7,60m	2,20m	8,55m	0,22m	Caduca

Cada estação foi classificada pela estratégia de sombreamento identificada por observação *in loco*, sendo caracterizadas por: (a) Árvore isolada, quando há apenas de uma única árvore sem bloqueio por edifícios ou outra vegetação – Leucena; (b) Apenas árvores, quando ocorre a sobreposição de árvores de várias espécies sem interferência de edifícios – Munguba; e (c) Combinadas, quando o sombreamento é gerado por árvores e elementos construídos (edifícios do entorno imediato) – Ipê Rosa.

2.2 Verificação da obstrução do céu

Os impactos do entorno nas três estações foram averiguados utilizando o indicador Sky View Factor (SVF), um dos mais aplicados para classificação das obstruções resultantes do auto-sombreamento do edifício e das sombras proveniente de geometrias urbanas adjacentes. Para estimativa do SVF, foi utilizado o programa *Rayman* com base em imagens hemisféricas em formato 1080x1080px (Figura 3a), posicionada ao centro, tangenciando os quatro lados, e com arquivo de extensão bitmap ou *.bmp* (Figura 3b).



(a) (b) (c)

Fig. 3 (a) Imagem hemisférica; (b) Imagem Bitmap; (c) Software Rayman

Outra particularidade é a verificação a orientação da imagem, sendo a referência do Norte geográfico no topo (Matzarakis, 2018). No programa, a estimativa do indicador SVF (Figura 3c) é feita através da captura de uma matriz de pixels, distinguindo a porção celeste em pixel 255, ou branco, e a porção obstruída em pixel 0, ou preto (Steyn *et al.*, 1986). A estimativa do SVF pode ser extraída com aplicação da lei dos cossenos, considerando o ângulo sólido da abóbada, ou com a contagem de pixels, que determina o SVF geométrico. Os valores resultantes atingem escala entre 0 e 1, sendo completamente obstruído e com céu aberto desobstruído, respectivamente.

2.3 Medição de radiação ultravioleta

Os dados de exposição à radiação solar foram coletados com a utilização do equipamento Confortímetro SENSU. Desenvolvido pelo Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas dos Materiais – LMPT/UFSC, o equipamento foi construído para a medição e monitoramento de variáveis microclimáticas associadas ao conforto térmico (Figura 4a). Especificamente para essa pesquisa foi adicionado o sensor ML8511 (LAPIS, 2013; Serrano *et al.*, 2022), que possui um fotodiodo sensível às faixas UVA e UVB fornecendo uma saída analógica de tensão linearmente relacionada à intensidade UV (Figura 4b) com resposta espectral nos comprimentos de onda entre 280 e 400nm e pico em 365nm em microwatt por centímetro quadrado – mW/cm². O equipamento foi calibrado com o Radiômetro GUV-2511 (*Ground-based Utraviolet Radiometer – Biophere Instruments Inc.*) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sediado em Natal/RN.

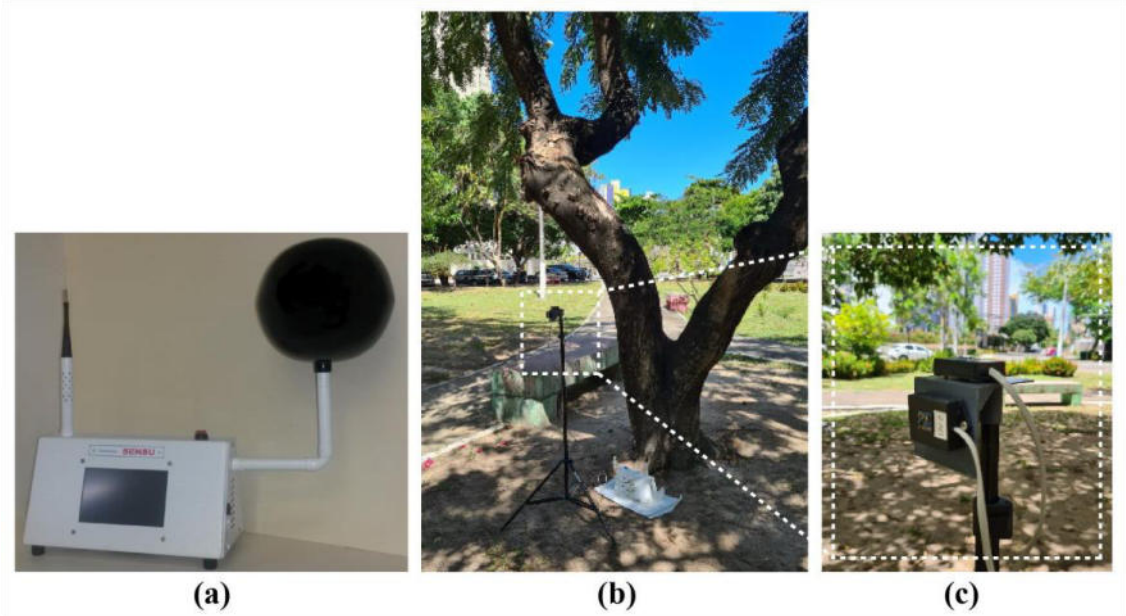


Fig. 4 (a) Confortímetro SENSU; (b) Estação de medição; e (c) Sensor fixados no tripé

Para as medições, o sensor UV (Sensu) foi posicionado sobre um plano horizontal (utilizando um tripé) instalado em estações de medição sob a copa das árvores em análise nessa pesquisa com distância de aproximadamente 1,00m da base do tronco (Gies *et al.*, 2007) e altura de 1,20m acima do solo. As medições foram realizadas nos meses de agosto, setembro, outubro de 2022 e janeiro de 2023. Foram programados registros a cada minuto em dois recortes temporais: 7h às 12h (no início do dia até o meio-dia solar); 12h às 17h (início da tarde até final do dia), sendo medidos em dias distintos e não consecutivos. Os ângulos de elevação solar variaram de 11° a 64° para este período de amostragem.

2.4 Análise estatística

Para análise dos dados, foi realizada a etapa de pré-processamento para remoção de valores ausentes ou inconsistentes e, assim, não comprometer a precisão dos resultados. Além disso, os dados foram estruturados com a criação de tabelas e gráficos de modo a facilitar as análises. As variáveis independentes estudadas foram as Estações de medição, categorizadas de acordo com a árvore predominante (Munguba, Ipê Rosa e Leucena) e o Período de medição, definido por faixa horária e por turno (manhã e tarde).

A variável dependente foi representada pelos valores de Radiação UV em mW/cm², medidos sob a copa das árvores. Os impactos das sombras urbanas foram avaliados segundo o SVF e verificados o quanto o indicador explica a variabilidade da radiação incidente em cada estação. A normalidade dos dados foi testada com o teste de Lilliefors, indicado para amostra populacional com mais de 50 ocorrências. Para avaliar a homogeneidade das variâncias foi aplicado o teste de Levene. O nível de significância foi estabelecido como $\alpha > 0,05$ para ambos os testes.

Análises descritivas dos conjuntos de dados foram realizadas para determinação das médias, desvios padrão e medianas. Para uma melhor visualização da distribuição e variabilidade dos dados, gráficos de histogramas e boxplots foram gerados, permitindo a identificação do comportamento dos dados e possíveis valores discrepantes. Os dados com distribuição não normal foram representados pelas medianas e aplicados teste não-paramétrico de comparação múltipla de Kruskal-Wallis (hipótese nula = igualdade estatística entre as distribuições ou medianas). Este teste dispensa pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, determina os efeitos da incidência de radiação UV nas áreas sombreadas, bem como as diferenças apresentadas nos turnos. Na sequência, utilizou-se o teste post-hoc de Dunn com a correção de Bonferroni para testar se as diferenças entre comparações múltiplas são significativas. Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando a plataforma Anaconda com aplicações na interface JupyterLab e instalação de pacotes (pandas, matplotlib, seaborn e numpy), onde foram criados e executados scripts python (Anaconda, 2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No âmbito das estatísticas descritivas, os dados gerais totalizaram 2496 ocorrências, cujas variáveis foram radiação UV (mW/cm²) em áreas sombreadas, Sky View Factor, Estações e Turno. Observou-se pelo histograma e boxplot ilustrados na Figura 5 que a radiação UV exibiu uma distribuição assimétrica à esquerda e que há uma predominância de valores baixos. Foi possível identificar uma maior frequência de dados discrepantes nas medições de ultravioleta com máxima de 4,53mW/cm², média atingindo 0,45mW/cm² e desvio padrão de 0,63W/cm². Foi aplicado o teste de normalidade (Lilliefors) e para todas as estações os dados de radiação UV não apresentaram distribuição normal (p-valor < 0,05). Também foram identificadas que não havia igualdade de variâncias quando aplicado o teste de Levene, não sendo, portanto, dados homogêneos.

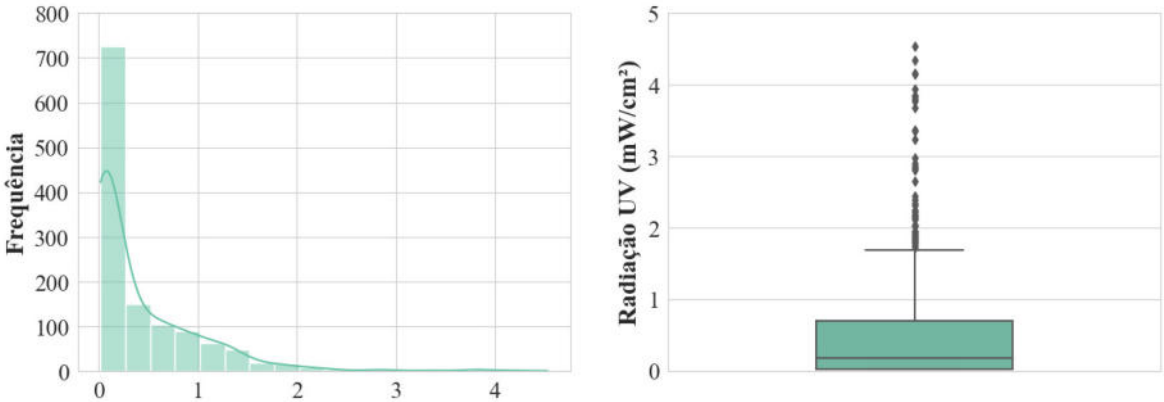


Fig. 5 Distribuição da radiação UV nas estações

As características das estações de medição de radiação UV são apresentados na Tabela 2. A estação Leucena, caracterizada por apresentar baixo impacto do entorno, foi denominada como isolada com variação de condição de céu entre os turnos. Já a Munguba apresentou combinação de árvores de mesma espécie e de alta densidade folear, observada *in loco* e avaliada pelas dimensões (altura e largura da copa e altura total da árvore) e concentração das folhas com predominância de céu parcialmente nublado em ambos os turnos. Ao contrário da Munguba, a estação Ipê Rosa se destacou pela presença do céu aberto no turno da manhã e parcialmente nublado à tarde, tendo o tipo de sombreamento caracterizado por elementos construídos – edifícios – e por obstrução de árvores. As medições de radiação UV ocorreram de agosto de 2022 a janeiro de 2023 e obtiveram duração do sol por turno variando de 7 a 98 minutos.

Tabela 2 Características gerais das estações de medição

Espécies	Data	Turno	Duração do sol/turno (min)	Condição de céu	Tipo de sombreamento
Leucena	13/10/2022	Manhã	98	Claro	Isolada
	04/01/2023	Tarde	31	Parcial. nublado	
Munguba	01/08/2022	Manhã	7	Parcial. nublado	Apenas árvores
	21/09/2022	Tarde	10	Parcial. nublado	
Ipê Rosa	10/08/2022	Manhã	7	Claro	Árvore + edifícios
	12/09/2022	Tarde	90	Parcial. nublado	

A Figura 6 ilustra as imagens hemisféricas e as representações do SVF por estação. Observou-se uma variação do SVF, tendo 0,05, 0,18 e 0,31 como representativo das estações Munguba, Leucena e Ipê Rosa, respectivamente. As obstruções causaram maior impacto nas áreas fora do alcance solar (zonas mais à Norte e à Sul) e próximo ao horário do meio-dia. Estas áreas são comumente comprometidas pelas dimensões do tronco e pela região central da copa, se assemelhando ao bloqueio dos edifícios de entorno no início e fim do dia. Ainda, o tempo de incidência solar foi inferior na estação de menor SVF com apenas 7 minutos de duração no turno da manhã.

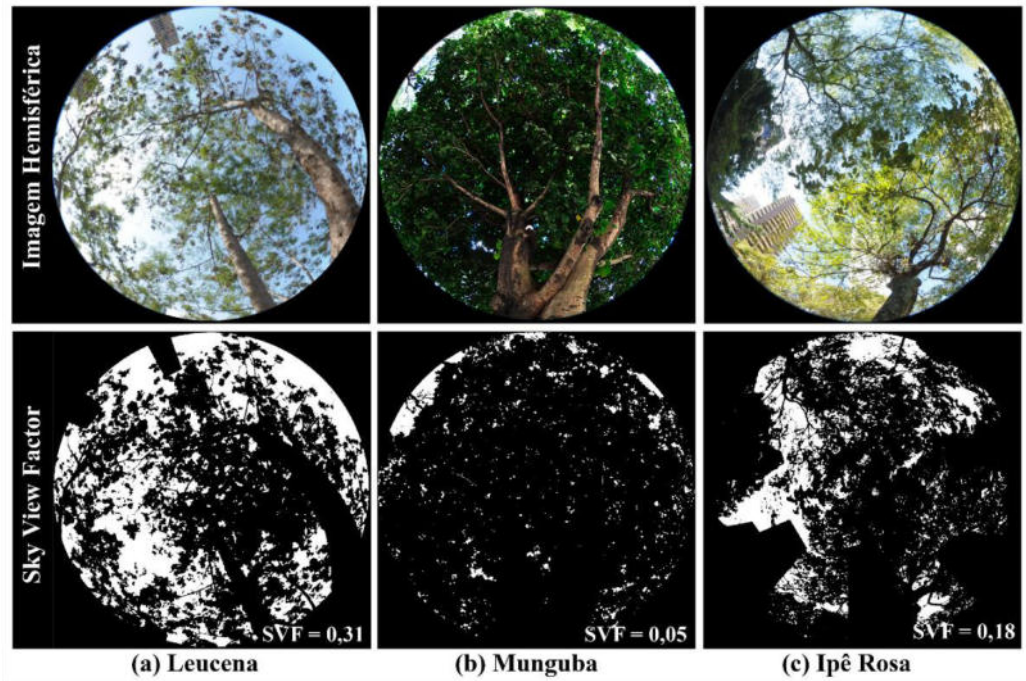


Fig. 6 Imagens hemisféricas e SVF das estações

Como os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade foram violados, utilizou-se teste não-paramétrico, o Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn com a correção de Bonferroni, para comparação múltipla entre as estações e os turnos. Diante da variação entre os fatores de céu (SVF) e o padrão de sombreamento entre os turnos, observou-se que há diferenças significativas entre as estações e entre os períodos de medição, tendo como resultado dos testes p-valor abaixo do nível de significância estabelecido ($\alpha > 0,05$). Isso reflete o quanto o céu visível e a condição de céu podem impactar nas incidências de radiação UV e representar um elemento de atenuação para fins de proteção solar no meio urbano.

O comportamento das distribuições dos dados de radiação UV nas três estações de medição pode ser observada na Figura 7. Em especial, a estação Munguba apresentou mais eventos tendendo a zero. As estações Ipê Rosa e Leucena apresentaram maiores ocorrências de dados discrepantes acima do terceiro quartil, indicado pelos valores máximos de 2,83 e 4,53, respectivamente. Estes dados são atribuídos às frequentes lacunas entre as folhas, muitas vezes pelo deslocamento com a ação dos ventos. Notavelmente, a estação com menor obstrução de céu, ou seja, maior porção de céu visível apresentou maiores ocorrências de radiação UV. Em contrapartida, o Ipê Rosa apresentou maiores ocorrências de vazios ou fração de céu visível por se tratar de uma árvore caduca em fase de perda das folhagens.

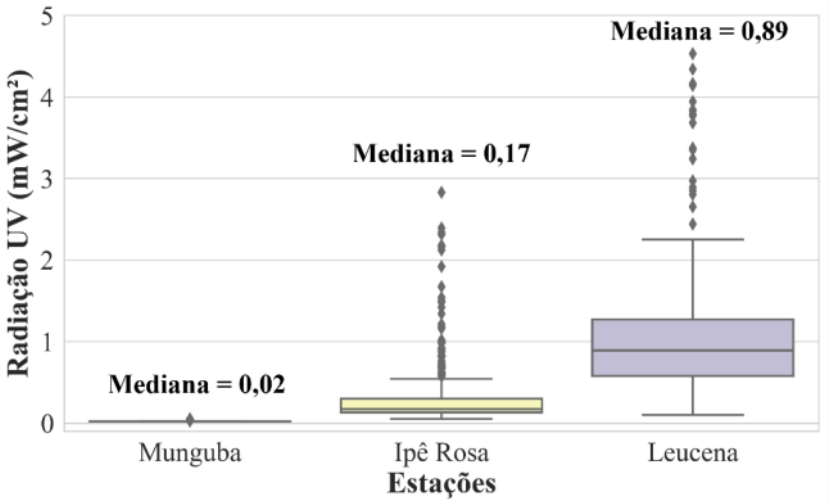


Fig. 7 Distribuição dos dados de radiação UV

Fazendo um paralelo entre as medianas dos dados, observou-se que a variação dos fatores de céu acompanha a medida de tendência central das estações, o que reflete no impacto da visão do céu com um possível aumento das incidências de raios UV, mesmo em áreas urbanas sombreadas. Munguba, a de menor fração de céu visível com aproximadamente 5%, apresentou mediana inferior a 0,10 mW/cm², enquanto o Ipê Rosa com quase 20% de céu visível atingiu 0,17 mW/cm². A radiação UV na estação Leucena também acompanhou o aumento de fator de céu visível (SVF = 0,31), alcançando mediana de 0,89 mW/cm².

Apesar do Ipê Rosa ser uma árvore caducifólia, cujo ciclo de vida é caracterizado pela perda das folhas no período entre inverno e primavera, as obstruções dos edifícios foram mais significativas na redução da visibilidade de céu do que a própria morfologia da árvore. No entanto, observou-se que o turno da manhã é mais obstruído, sendo favorável para diminuição da radiação UV, mas ocorreu maior redução nas incidências à tarde, sobretudo pela predominância da condição de céu parcialmente nublado.

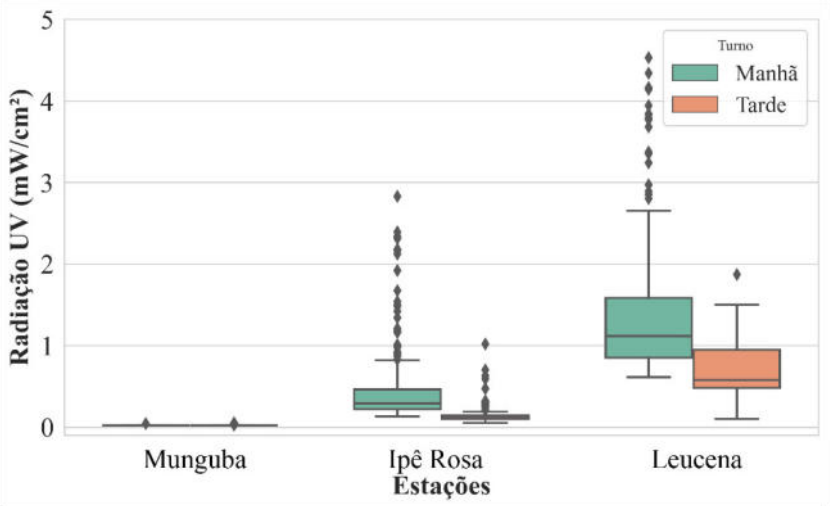


Fig. 8 Distribuição dos dados de radiação UV por turno

Mesmo com uma baixa interferência de obstruções de árvores e edifícios do entorno, a estação Leucena foi analisada sob efeito exclusivo de uma única espécie com padrão de sombra isolado. Nesta estação também foi observada uma disparidade dos dados entre os turnos em decorrência da maior presença de nuvens após o meio-dia. Quanto à estação Munguba, não apresentou diferença significativa entre os turnos, gerando valores bem abaixo dos encontrados nas outras estações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou a atenuação da radiação ultravioleta (UV) em áreas sombreadas na cidade de João Pessoa/PB, considerando variáveis como radiação UV, Sky View Factor (SVF), estações de medição e turno. As obstruções tiveram maior impacto nas áreas fora do alcance solar e próximo ao meio-dia, comprometendo as áreas pelas dimensões do tronco e região central da copa. A relação entre a fração de céu visível e a incidência de radiação UV foi observada, com a estação de menor e maior SVF apresentando variação na incidência de UV. As árvores caducifólias, como o Ipê Rosa, têm impacto significativo na redução da visibilidade do céu, principalmente nos períodos de perdas das folhas.

A composição de árvores sobrepostas apresentou fração visível de céu bem restrita (SVF inferior a 5%), acarretando maior atenuação de raios UV. Já na obstrução do céu da Estação próximas a 15%, outros fatores foram determinantes para a redução nas incidências da radiação UV. Um deles se deve às distinções dos padrões de sombreamento entre os turnos (manhã e tarde) e ainda a variação da condição de céu, a qual foi avaliada apenas a predominância nos horários de medição. Em situações em que edifícios e árvores coexistem, os padrões de sombras se assemelharam quanto à obstrução do céu. As zonas obstruídas por edifício apresentaram similaridades com as áreas bloqueadas por troncos, quando em maior dimensão, e por árvores, quando em maior densidade de copa.

Assim, este estudo ressaltam a importância das características morfológicas dos espaços verdes urbanos e refletem o quanto a atenuação das áreas sombreadas no meio urbano pode ser um indicativo para zonas protetivas contra exposição solar excessiva e possíveis riscos de queimadura. Essas descobertas evidenciam os benefícios potenciais das áreas verdes sombreadas em ambientes urbanos, destacando também sua contribuição para a manutenção da saúde.

5 REFERÊNCIAS

Anaconda. Guia de uso do Anaconda. Disponível em: https://docs.anaconda.com/anaconda/user-guide/getting-started/. Acesso: maio de 2024.

Chapman, L., Thornes, J. E., Bradley, A. V. (2001). Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets. **Theoretical and Applied Climatology**, 69, 81–89.

Delcourt, C. *et al*. (2014) Lifetime exposure to ambient ultraviolet radiation and the risk for cataract extraction and age-related macular degeneration: The alienor study. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 55, n. 11, p. 7619–7627.

Diffey, B. (2006). Do we need a revised public health policy on sun exposure? **British Journal of Dermatology**, v. 154, n. 6, p. 1046–1051.

Fernandes, M. R., Barreto Junior, W. R. (2017). Association between physical activity and vitamin D: A narrative literature review. **Revista Da Associação Médica Brasileira**, 63(6), 550–556.

Gies, P., Elix, R., Lawry, D., Gardner, J., Hancock, T., Cockerell, S., Roy, C., Javorniczky, J., Henderson, S. (2007). Assessment of the UVR Protection Provided by Different Tree Species. **Photchemistry and Photobiology**, 83, 1465–1470.

Holick, M. F. (2011) Vitamin D: A D-Lightful solution for health. **J Investig Med**, v. 59, n. 6, p. 872–880.

INMET (2013). **Banco de dados meteorológico para ensino e pesquisa-João Pessoa/PB**. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: maio de 2024.

Knight, T., Price, S., Bowler, D., Hookway, A., King, S., Konno, K., Richter, R. L. (2021). How effective is 'greening' of urban areas in reducing human exposure to ground-level ozone concentrations, UV exposure and the 'urban heat island effect'? An updated systematic review. **Environmental Evidence**, 10(1), 12.

Lapis, S. (2013). **ML8511 - UV Sensor with Voltage Output.** Disponível em: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/LightImaging/ML8511_3-8-13.pdf. Acesso em: maio de 2024.

Matzarakis, A. (2018). **Rayman Pro: A tool for Applied Climatology.** Disponível em: https://www.urbanclimate.net/rayman/. Acesso em: maio de 2024.

Middel, A., Lukasczyk, J., Maciejewski, R. (2017). Sky view factors from synthetic fisheye photos for thermal comfort routing—A case study in Phoenix, Arizona. **Urban Planning**, 2(1), 19–30.

Mullenders, L. H. F. (2018) Solar UV damage to cellular DNA: From mechanisms to biological effects. **Photochemical and Photobiological Sciences.** Royal Society of Chemistry. 17(12), 1842-1852.

Serrano, A., Abril-Gago, J., García-Orellana, C. J. (2022). Development of a Low-Cost Device for Measuring Ultraviolet Solar Radiation. **Frontiers in Environmental Science**, 9.

Smithers, R. J., Doick, K. J., Burton, A., Sibille, R., Steinbach, D., Harris, R., Groves, L., Blicharska, M. (2018). Comparing the relative abilities of tree species to cool the urban environment. **Urban Ecosystems**, 21(5), 851–862.

Steyn, D. G. (1980). The calculation of view factors from fisheye-lens photographs: Research note. **Atmosphere - Ocean**, 18(3), 254–258.

Steyn, D. G., Hay, J. E., Watson, I. D., Johnson, G. T. (1986). The determinantion of sky view-factors in urban environments using video imagery. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, 3, 759–764.

Wolch, J. R., Byrne, J., Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities "just green enough." **Landscape and Urban Planning**, *125*, 234–244.

Yin, S., Wang, F., Xiao, Y., Xue, S. (2022). Comparing cooling efficiency of shading strategies for pedestrian thermal comfort in street canyons of traditional shophouse neighbourhoods in Guangzhou, China. **Urban Climate**, 43, 101165.

PRODUÇÃO DE TIJOLOS PRENSADOS COM RESÍDUOS DA MINERAÇÃO DA PEDRA CARIRI, CEARÁ, BRASIL.

R. de O. Fernandes, S. L. de A. Santos, A. N. Rabelo, R. N. P. Teixeira, H. B. F. Almeida, F. B. de Lima Filho

RESUMO

A extração e beneficiamento da Pedra Cariri, no sul do Ceará (Brasil), gera grandes volumes de resíduos sólidos causando a degradação dos recursos naturais. Este trabalho investiga possibilidades de aproveitamento dos resíduos gerados da mineração da Pedra Cariri para a produção de tijolos prensados. A metodologia incluiu a coleta de amostras de solos e de resíduos da Pedra Cariri, ensaios de caracterização física, fabricação de tijolos prensados de solo com substituição parcial por resíduos da Pedra Cariri nas proporções de 10%,15% e 20%. Avaliação da qualidade dos tijolos, através de ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água, indicaram viabilidade técnica com resistência média superior a 2,0 Mpa e absorção inferior a 20%. Assim, o material de construção proposto pode minimizar os impactos dos resíduos sólidos das indústrias de mineração e da construção civil, além de mitigar os efeitos das mudanças climáticas e fortalecer a economia da região.

1. INTRODUÇÃO

Na Chapada do Araripe, sul do Ceará, Brasil, encontra-se uma vasta área composta por calcário sedimentar laminado popularmente conhecido por Pedra Cariri. A extração deste recurso mineral é a principal renda econômica dos municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda, que os utilizam, principalmente, como revestimento em pisos e paredes (Castro, *et al.*, 2009).

Um dos problemas na mineração da Pedra Cariri é o grande volume de resíduos gerado, provenientes principalmente da serragem, que em 2007 já ultrapassaram de 1 (um) milhão de m^3 (Castro, *et al.*, 2007) causando diversos impactos, incluindo poluição do solo e da água, com assoreamento dos mananciais locais. A porcentagem de perda do material, ou seja, os resíduos, chegam a ser 70% da produção (Vidal, *et al.*, 2007). A geração de resíduos é um problema comum nas indústrias de mineração e construção civil (Santos *et al.*, 2023), mesmo que se tenha buscado estratégias e tecnologias para diminuir os impactos causados ao meio ambiente (Geng *et al.*, 2017; MacNaughton *et al.*, 2018).

A demanda por habitações e outras infraestruturas urbanas associadas ao crescimento acelerado das cidades (UN-Habitat, 2022) tem aumentado a pressão sobre os recursos naturais (Wang *et al.*, 2018; UNEP, 2019), além de ampliar o volume de resíduos sólidos urbanos. No Brasil, a indústria da construção civil, em particular, representa de 40% a 70% dos resíduos sólidos urbanos (Oliveira *et al.*, 2020). O uso de soluções construtivas que

reduzam e/ou aproveitem os resíduos gerados pelas indústrias da mineração e da construção civil é uma ação importante na proteção dos recursos naturais e na mitigação das mudanças climáticas (IPCC, 2023).

Diversos estudos comprovam o potencial na utilização de resíduos em diferentes áreas da construção civil (Medeiros *et al.*, 2020; Ângelo and Simões, 2023; Costa *et al.*, 2024). O resíduo da Pedra Cariri, por exemplo, foi avaliado para produção de concreto (Moura, *et al.*, 2013), embora os resultados tenham mostrado redução da resistência à compressão e a tração ao substituir parcialmente o cimento pelo resíduo da Pedra Cariri. Outro estudo avaliou a produção de pedra artificial para revestimento com o resíduo da Pedra Cariri (Bezerra *et al.*, 2022) e os resultados mostraram absorção de água cinco vezes menor que a pedra natural, mas por outro lado houve perda de resistência à compressão e à flexão. O rejeito do calcário laminado foi caracterizado e avaliado para produção de tijolos e telhas cerâmicas, com potencialidade de incorporação de até 10% deste resíduo (Menezes *et al.*, 2010).

Uma alternativa de material de construção sustentável é a produção de tijolos prensados de solo-cimento com a substituição parcial do solo por resíduos da mineração da Pedra Cariri (Santos, *et al.*, 2022). O uso desta tecnologia, além de minimizar os impactos ambientais das indústrias de mineração e da construção civil, reduz em até 40% os custos de alvenaria em edificações principalmente por não necessitar de revestimento e pintura. Vantagens adicionais incluem; pouco resíduo na obra, conforto térmico e acústico da habitação, facilidade executiva da alvenaria e das instalações elétrica e hidráulica, uma vez que, os tijolos geralmente possuem um sistema de encaixe e furos que facilitam a passagem de tubos e cabos.

Considerando os impactos negativos tradicionalmente causados pelas indústrias de mineração e construção civil e as vantagens ambientais na produção do tijolo prensados de solo-cimento, este estudo tem o objetivo de apresentar possibilidades de uso dos resíduos oriundos da mineração da Pedra Cariri para a produção de tijolos prensados de solo-cimento com a substituição parcial do solo.

As características ecológicas do material de construção proposto neste estudo, com destaque para a baixa demanda de energia e emissão reduzida de carbono, estão em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas principalmente aqueles associados a indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), ação contra a mudança global do clima (ODS 13), vida na água (ODS 14) e vida terrestre (ODS 15).

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e coleta de materiais

A pesquisa foi realizada na Região Metropolitana do Cariri (RMC) que é composta por nove municípios localizados no sul do estado do Ceará, Brasil (figura 1), com 633.326 mil habitantes, dos quais se concentram quase metade (46%) no município de Juazeiro do Norte (IBGE, 2022), onde foi coletado o solo (figura 2a) e realizado os ensaios dos materiais. Os resíduos (figura 2b) foram obtidos, em formato de lascas, no Centro de Tecnologia Mineral do Cariri (CTMC), em Nova Olinda, um dos locais da extração e o corte do mineral para diferentes tamanhos e acabamentos. Todo o material foi coletado de forma manual com auxílio de enxada e pá.

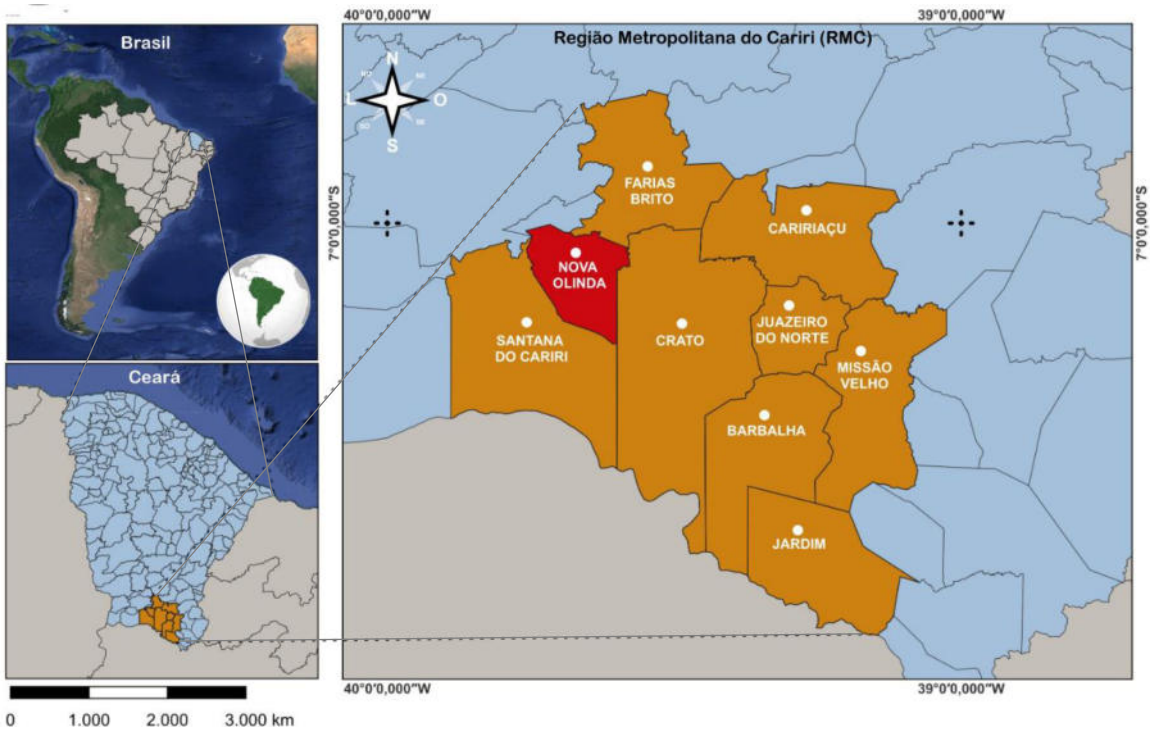


Fig. 1 Mapa de localização da Região Metropolitana do Cariri (RMC) e do município de Nova Olinda

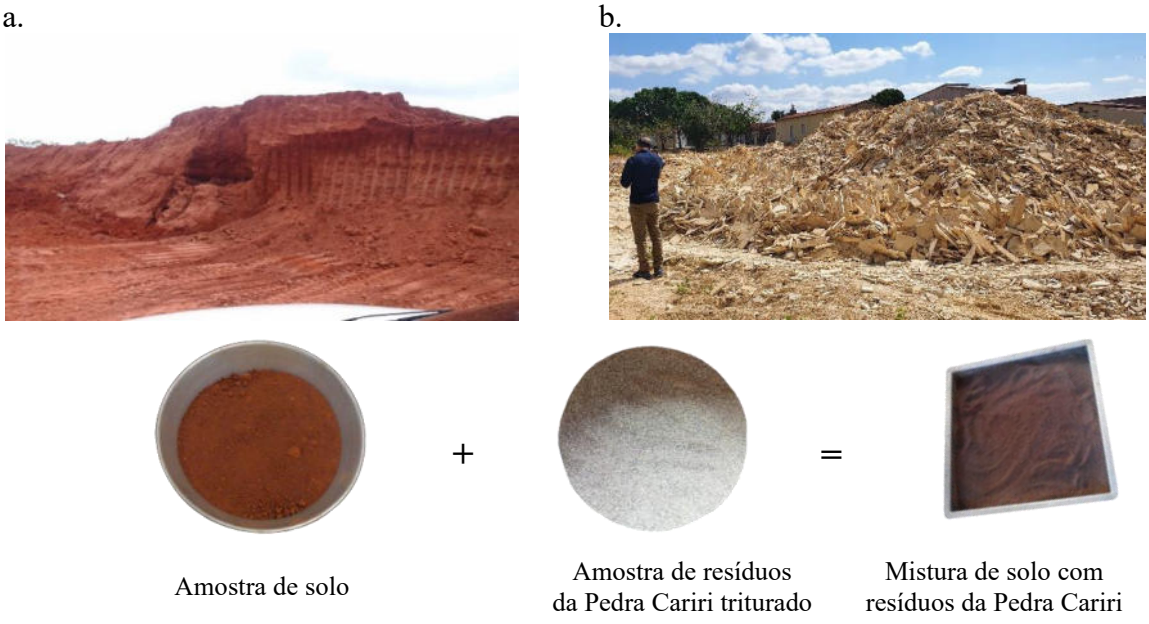


Fig. 2 Amostras de solo (a) e de resíduos da Pedra Cariri (b) usados na produção dos tijolos prensados.

As etapas metodológicas da pesquisa (figura 2) incluíram a coleta de amostras de solo e resíduos da mineração da Pedra Cariri (1), caracterização física do material coletado (2) incluindo os ensaios de granulometria e de limites de consistência. A última etapa contemplou a produção e avaliação dos tijolos prensados (3) moldados com substituição parcial do solo por resíduos da Pedra Cariri nos percentuais de 10%, 15% e 20%.

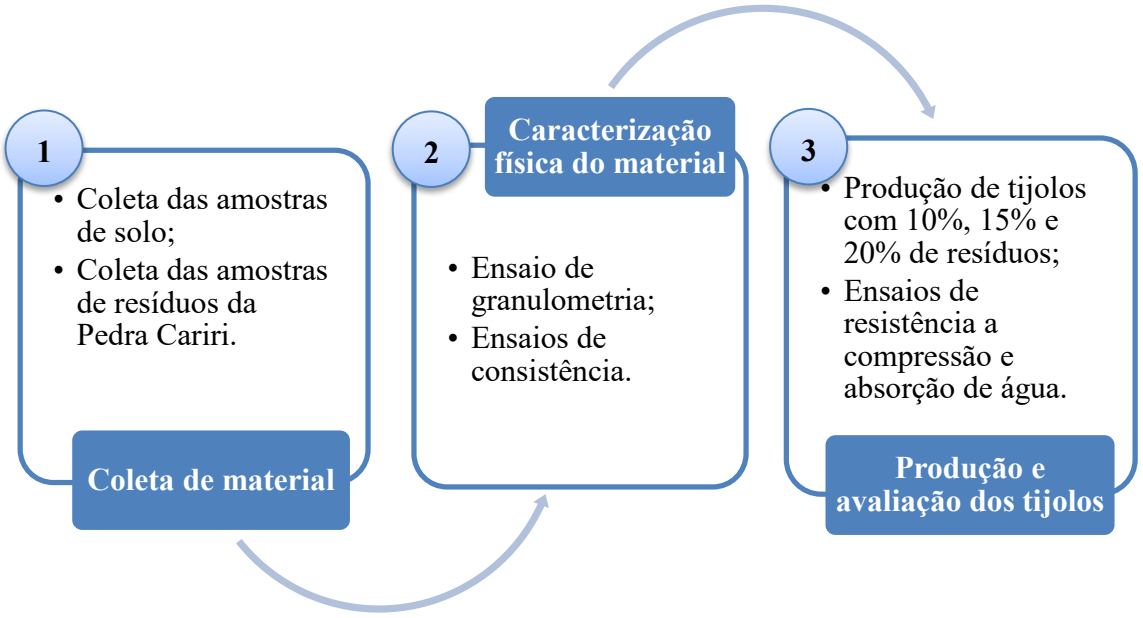


Fig. 2 Etapas gerais da metodologia adotada na pesquisa

2.2 Ensaios de caracterização física do material

Foram realizados ensaios de granulometria e de consistência do material para verificar sua adequação à norma NBR 10833 (ABNT, 2012) que estabelece as características ideais do material para a produção de tijolos prensados de solo-cimento. O solo ideal segundo a norma citada deve apresentar 100% de material passando na peneira n° 4 (4,8 mm); 10% a 50% passando na peneira n° 200 (0,075 mm), Limite de Liquidez ≤ 45% e Limite de Plasticidade ≤ 18%. O ensaio de granulometria seguiu as recomendações da NBR 7181 (ABNT, 1984a), enquanto os ensaios de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP), que avaliam a consistência do material, seguiram as normas NBR 6459 (ABNT, 1984b) e NBR 7180 (ABNT, 1984c), respectivamente. O Índice de Plasticidade (IP), foi também determinado e segundo a NBR 10833 deve ser inferior a 6%.

Os resíduos da Pedra Cariri (figura 2b) foram triturados de maneira a se adequarem à granulometria sugerida pela NBR 10833. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios da Universidade Federal do Cariri (UFCA) e Universidade Regional do Cariri (URCA), localizados em Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

2.3 Produção e avaliação dos tijolos

Os tijolos foram produzidos (figura 3a) da mistura de solo com resíduo triturado da Pedra Cariri nas proporções de 10%, 15% e 20%, adição de água e cimento CP-II com auxílio de uma prensa manual para o processo de prensagem. A quantidade de cimento usado foi na proporção 1:10 (cimento: solo substituído por resíduo da Pedra Cariri nas três proporções). Os tijolos foram secados por um período de 14 dias em ambiente protegido do sol e com manutenção de umidade pelos primeiros 7 dias.

Após a secagem ou cura, os tijolos tiveram sua qualidade avaliada através dos ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água. Nove amostras de tijolos foram serradas ao meio com uma serra mármore e capeadas, tendo a superfície horizontal regularizada (figura 3b) para avaliação da resistência à compressão (figura 3c) que seguiu as

recomendações da norma NBR 8492 (ABNT, 1984d). Essa norma estabelece resistência mínima individual de cada tijolo em 1,7 Mpa e média mínima de 2,0 Mpa. O ensaio de absorção seguiu a norma 8491 (ABNT, 1984e) que recomenda a absorção individual dos tijolos prensados em até 22% e média em 20%.

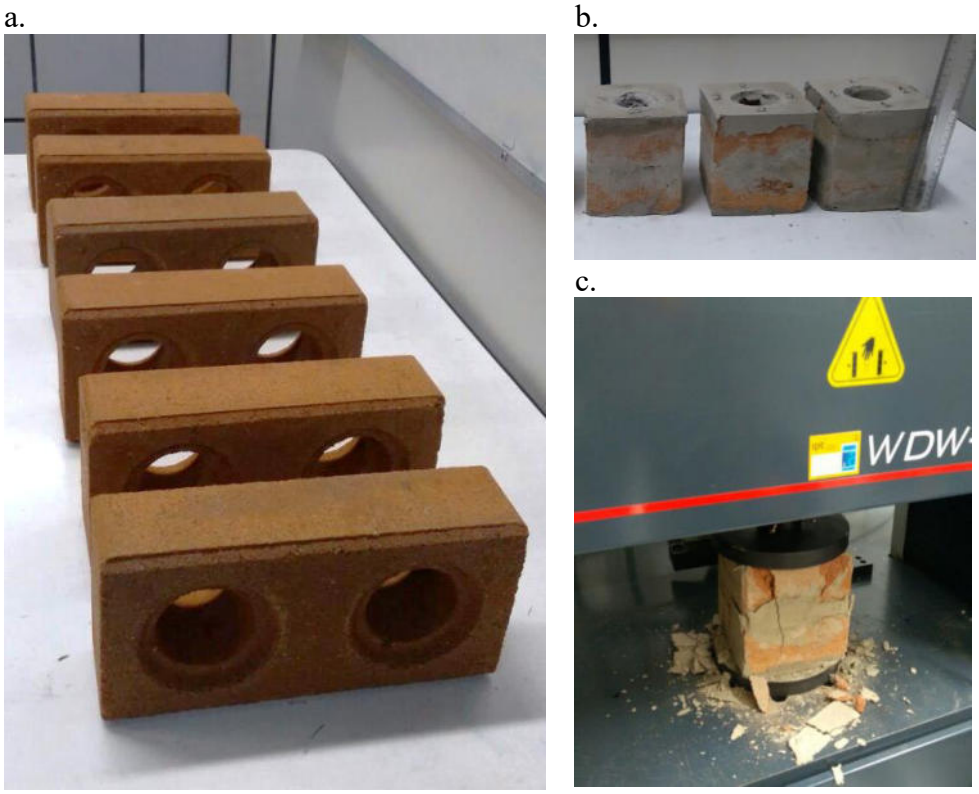


Fig. 3 Amostras dos tijolos fabricados (a), corpos de prova (b) e avaliação da resistência à compressão (c).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios de granulometria, Limites de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP) do solo natural demonstraram a sua adequação para produção de tijolos prensados de solo-cimento segundo as especificações da norma NBR 10833 (ABNT, 2012).

No ensaio de granulometria do solo natural 100% passaram na peneira 4,8 mm e 44,8% na peneira 0,075 mm, que para última peneira está no intervalo recomendado de 10% a 50%. O LL, LP e IP foram; 23,1% (≤ 45%), 16,8% (≤18%) e 6,2% (≈ 6%), respectivamente, em acordo com a última norma citada (tabela 1).

Tabela 1 Limites de consistência do solo natural e do solo com substituição parcial por resíduos da Pedra Cariri nos percentuais de 10%, 15% e 20%

Resíduo da Pedra Cariri (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Solo natural (sem resíduo)	23,10	16,80	6,00
10	26,89	16,10	10,78
15	25,53	15,65	9,88
20	23,81	13,25	10,56

Após a substituição parcial do solo por resíduos da Pedra Cariri nas proporções de 10%, 15% e 20% houve aumento nos limites de consistência, mas o LL continuou inferior a 45% e o LP inferior a 18% em acordo com a NBR 10833. Por outro lado, o IP não se enquadrou nas especificações recomendadas e superou levemente o limite de 6%.

A qualidade dos tijolos produzidos da mistura de solo com resíduos da Pedra Cariri se mostrou adequada para uso em edificações segundo os parâmetros de resistência à compressão simples e absorção de água (figura 4). Dessa forma, a resistência à compressão foi superior ao mínimo individual de 1,70 Mpa e 2,0 Mpa para a média das amostras (figura 4a). A absorção (figura 4b) não ultrapassou o percentual máximo de 22% para as amostras individualmente e média de 20% exigido pela NBR 8491/1984.

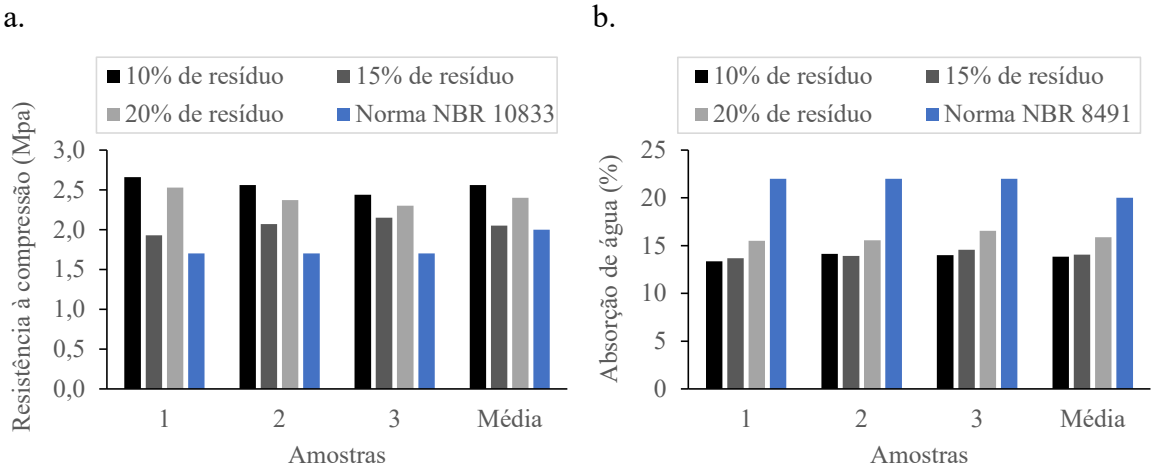


Fig. 4 Valores de resistência à compressão simples (a) e absorção de água (b) das amostras para os percentuais de 10%, 15% e 20% de resíduos.

Os tijolos que apresentaram, melhor qualidade, com maior média de resistência à compressão (2,56 Mpa) e menor média de absorção de água (13,84%) foram as amostras produzidas com o percentual de resíduos de 10%, o que pode sugerir aumento na porosidade dos tijolos com acréscimo dos resíduos da Pedra Cariri. Dessa forma, o aumento de 5% de resíduos no material aumentou também a absorção de água e reduziu a resistência à compressão.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um material de construção sustentável com diversas vantagens ambientais entre as quais está a redução do volume de resíduos sólidos proveniente da mineração da Pedra Cariri, extraída no município de Nova Olinda, Ceará, Brasil, através do seu aproveitamento para produção de tijolos prensados.

Os ensaios de qualidade dos tijolos produzido com resíduos da Pedra Cariri nos percentuais de 10%, 15% e 20% em substituição ao solo, apresentaram resultados satisfatórios segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com os melhores resultados para o menor percentual (10%) de resíduos, cujo teor resultou na maior resistência média à compressão de 2,56 Mpa e menor absorção média de água de 13,84%.

Os tijolos prensados produzidos com solo-cimento e resíduos oriundos da mineração da Pedra Cariri, além de ser considerado um material de construção sustentável, por ter baixa

demanda de energia e água e redução das emissões dos gases de efeito estufa, podem ser uma excelente alternativa no aproveitamento dos resíduos da Pedra Cariri, que atualmente é um problema ambiental nos locais de extração desse mineral. Dessa forma, o material de construção proposto pode minimizar os impactos locais causados pelos resíduos sólidos gerados pelas indústrias de mineração, além de mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Os autores reiteram a viabilidade técnica de aproveitamento da Pedra Cariri para produção de tijolos prensados destacando a necessidade de investigações com diferentes percentuais de resíduos e variações na dosagem de cimento.

5 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (2012). **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica-Procedimento**. *NBR 10833.* Rio de Janeiro: ABNT, 2° Edição.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984). **Tijolo maciço de solo-cimento**. **NBR-8491.** Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984). **Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência a compressão simples e absorção de água**. **NBR 8492**. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984a). **Solo – Análise granulométrica**. NBR 7181. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984b). **Solo-Determinação do limite de liquidez. NBR 6459.** Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1984c). **Solo-Determinação do limite de plasticidade**. **NBR 7180.** Rio de Janeiro: ABNT.

Ângelo, F.A. and Simões, G.F. (2023) Tijolos ecoeficientes de barro cru com resíduos sólidos e efluente industrial utilizando tecnologias não convencionais, **Ambiente Construído**, 23, pp. 131–148. Available at: https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000200667.

Bezerra, A.K.L. Silva, L. A., Araújo, L. B. R., Cabral, A. E. B. (2022) Production and characterization of artificial stone for coating with limestone waste laminated in polymeric matrix, **Ambiente Construído**, 22, pp. 23–33. Available at: https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000400625.

Castro, N.F., Campos, A.R. de and Vidal, F.W.H. (2007) **Melhoras técnicas na lavra e na proteção do patrimônio e meio ambiente do Arranjo Produtivo Local de Calcários do Cariri - CE**. Available at: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/181 (Accessed: 21 April 2024).

Castro, N.F., Mello, E.F. and Vidal, F.W.H. (2009) O APL Calcário do Cariri no contexto do ordenamento do território, in. **CETEM/MCTI**. Available at: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1486 (Accessed: 21 April 2024).

Costa, L.L., Santos, F. L. D. L., Amorim Jr., N.S. de., Santana, H. A., Ribeiro, D. V., Cunha, R. D. A., César, S. F. (2024) Painel particulado de baixa densidade produzido com resíduos de sisal, **Ambiente Construído**, 24, p. e128066. Available at: https://doi.org/10.1590/s1678-86212024000100709.

Geng, S. Wang, Y., Zuo, J., Zhou, Z., Du, H., Mao, G., (2017) Building life cycle assessment research: A review by bibliometric analysis, **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** 76, pp. 176–184. Available at: https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.068.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). **Censo Demográfico 2022**. Available at: https://censo2022.ibge.gov.br/ (Accessed: 1 May 2024).

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2023) **AR6 Synthesis Report: Climate Change**. Available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ (Accessed: 21 April 2024).

Medeiros, A.B.A. de., Ingunza, M. del P. D., Galindo, A. C., Nascimento, R. M. do., (2020) Avaliação de resíduos de mineração de rochas cristalinas para uso como agregado em concreto segundo sua petrografia, índices físicos e resistência mecânica, **Matéria** *(Rio de Janeiro)*, 25, p. e. Available at: https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1195.

Menezes, R.R. Melo L.R. L., Fonsêca, F. A. S., Souto, P. M., Neves, G. de A, Santana, L. N. L. (2010) Reciclagem do resíduo da serragem de calcário laminado para produção de blocos cerâmicos, **Rem: Revista Escola de Minas,** 63, pp. 667–672. Available at: https://doi.org/10.1590/S0370-44672010000400011.

Moura, W.A., Leite, M.B., Bastos, A.J.O. (2013) Avaliação do uso de resíduo de serragem de pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais, **Ambiente Construído**, 13, pp. 07–24. Available at: https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000100002.

Oliveira, F. de A. Maués, L. M. F., Rosa, C. C. N., Santos, D. G., Seixas, R. de M. (2020) Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM, **Ambiente Construído**, 20, pp. 157–176. Available at: https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000400465.

MacNaughton, P., Cao, X., Buonocore, J., Cedeno-Laurent, J., Spengler, J., Bernstein, A., & Allen, J. (2018) Energy savings, emission reductions, and health co-benefits of the green building movement, **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, 28(4), pp. 307–318. Available at: https://doi.org/10.1038/s41370-017-0014-9.

Santos, R.L.R. dos., Rodrigues, C. de S., Leiva, G. de C., Pereira, A. B. (2023) Modelo de previsão da geração de resíduos de construção e demolição para cidades brasileiras de médio porte populacional, **Engenharia Sanitaria e Ambiental,** 28, p. e20220060. Available at: https://doi.org/10.1590/S1413-415220220060.

Santos, S.O., Pereira, D.A. and Bezerra, A.J.V. (2022) Viabilização técnica do reuso do resíduo de calcário laminado na fabricação de tijolos solo-cimento, **Ciência e Sustentabilidade**, 6(1). Available at: https://doi.org/10.56837/ces.v6i1.383.

UNEP - United Nations Environment Programme (2019) **Sand and Sustainability: Finding New Solutions for Environmental Governance of Global Sand Resources**. Available at: https://wedocs.unep.org/20.500.11822/28163 (Accessed: 26 April 2024).

UN-Habitat, United Nations Human Settlements Programme. (2022) **World Cities Report 2022**. Available at: https://unhabitat.org/wcr/ (Accessed: 21 April 2024).

Vidal, F.W.H., Fernandes, T.W.G. and Pequeno, D. A. C. (2007) Inovação tecnológica para a valorização da Pedra Cariri, CE, in. **CETEM/MCTI**. Available at: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1336 (Accessed: 21 April 2024).

Wang, T. Wang, J., Wu, P., Wang, J., He, Q., Wang, X., (2018) Estimating the environmental costs and benefits of demolition waste using life cycle assessment and willingness-to-pay: A case study in Shenzhen, **Journal of Cleaner Production**, 172, pp. 14–26. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.168.

PROJETO FOTOVOLTAICO PARA ALÍVIO DA POBREZA:ESTUDO DE CASO PARA A OCUPAÇÃO CARLOS MARIGHELLAEM FORTALEZA, CEARÁ NO BRASIL

L.F.C. Castro, L.I.S.dos Santos, A.P.H.Cavalcante

RESUMO

Países em desenvolvimento apresentam diferenças entre os valores do IDH das regiões componentes do país. Fortaleza, no Nordeste brasileiro, é um caso desse processo; considerando a população, a cidade ocupa a 4ª posição do país (2.428.678 habitantes) e IDH de 0,754, porém com variações significativas de IDHs entre bairros: 0,119 para o Conjunto Palmeiras a 0,953 para Meireles. Motivados pelos ODS 1 e o ODS 7, o presente trabalho apresenta os resultados de viabilidade técnica e financeira para implantação de um Projeto Fotovoltaico para Alívio da Pobreza (PFAP), a partir de um estudo de caso realizado para a ocupação Carlos Marighella (OCM), localizada em área em descumprimento da função social com aproximadamente 9.200,96 m², em uma das regiões periféricas da cidade de Fortaleza. O LCOE de 0,20 BRL/KWh e *payback* de 7,3 anos obtidos, tornam o projeto atrativos quando comparados com o valor da tarifa de energia elétrica baixa renda.

1 INTRODUÇÃO

Entre outros aspectos, os países em desenvolvimento são caracterizados por diferenças significativas entre os valores do IDH das regiões componentes do país, bem como entre estados federais ou mesmo entre bairros de uma cidade. O Brasil não é uma exceção, com a maioria das grandes cidades do país enfrentando problemas complexos, como o crescimento de assentamentos urbanos informais, as chamadas favelas.

Fortaleza, no Nordeste brasileiro, é um caso representativo desse processo; considerando a população, a cidade ocupa a 4ª posição do país (2.428.678 habitantes), depois de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. Fortaleza apresenta IDH de 0,754 e está dividida em 119 bairros, cada um com seu IDH; observa-se uma variação significativa: de 0,119 para o Conjunto Palmeiras, caracterizado por famílias de baixa renda, a 0,953 para Meireles, área repleta de altos edifícios residenciais e comerciais (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, n.d.).

A problemática do crescimento desordenado contribui para o aumento do número de assentamentos informais e por vezes descumpre o papel de que uma habitação, assistência aos desamparados e trabalho são garantias regidas desde 1948 via Declaração Universal dos Direitos Humanos (Organização das Nações Unidas, 1995) e na Constituição Federal brasileira vigente, conforme artigo sexto.

Porém, mais do que disponibilizar uma propriedade em si, é fundamental incentivar a dignidade, saúde física e mental dos moradores através do desenvolvimento local. Na busca por mitigar este impacto, muitas são as possibilidades existentes que tem seu marco no processo por englobar os grupos prioritários nas políticas habitacionais e de reforma agrária, assegurados constitucionalmente, uma vez que o estabelecimento de grupos prioritários reforça que essas pessoas devem ter suas necessidades atendidas.

Nesse contexto, são preferência para recebimento habitações populares segundo a Prefeitura de Fortaleza (2023): família que estão em áreas de risco, vulnerabilidade, mulheres responsáveis pelo núcleo familiar, beneficiários de programas sociais, integrante do grupo familiar com doenças graves e crônicas definidas na Lei nº 8.112, de 1990 (servidor público) e Lei nº 8.213, de 1991 (setor privado). Ao passo que as cidades se expandem, maior a demanda por políticas públicas de desenvolvimento social, a exemplo, o Plano Diretor (Prefeitura de Fortaleza, 2009). É, neste sentido, que a constituição garantiu aos municípios uma forma de avanço dessas regiões e suas receptivas áreas metropolitanas ao observar a última década como parâmetro, a participação social e outros planos de desenvolvimento em alicerce com o bem-estar coletivo PDDU (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano).

Com a dominância dos centros urbanos, as áreas de periferia lutam contra a escassez de atividades, violência e isolamento. Saúde, comércio, educação e lazer são disponibilizados em polos distantes e de maneiras diferentes, necessitando que os indivíduos usem alguma forma de deslocamento para ter maiores oportunidades (Aragão *et al*., 2021). Contudo, o maior desafio para sociedade não é ter políticas públicas adequadas, mas fazer com que cheguem até onde são necessárias: áreas periféricas e rurais.

Essa falta de capilaridade, ou seja, a ineficiência do Estado e sociedade em proteger grupos vulnerabilizados, é o plano de fundo para que haja conflitos agrários, luta por moradia e surgimento de invasões ou ocupações clandestinas, por outro lado, as classes dominantes conseguem as melhores localizações na distribuição espacial das cidades e distritos (Souza e Samora, 2022). Haja vista que, as desigualdades no território brasileiro sempre foram temas de interesse, debatidas antes mesmo da constituição vigente criada em 1988. A função social, primeiramente citada em 1934, estabelecia que a propriedade deveria ser de interesse social e coletivo (Gomes e Moraes, 2019).

Neste cenário, quais as formas possíveis de promover justiça social e desenvolvimento sustentável em uma área de ocupação irregular? Motivados por iniciativas, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em particular o ODS 1 – Erradicação da Pobreza e o ODS 7 – Energia Limpa e Acessível (ONU, 2022), o presente trabalho apresenta os resultados dos estudos de viabilidade técnica e financeira para a implantação de um Projeto Fotovoltaico para Alívio da Pobreza (PFAP), a ser implantado na ocupação Carlos Marighella, localizada em área em descumprimento da função social com aproximadamente 9.200,96 m², em uma das regiões periféricas da cidade de Fortaleza, estado do Ceará – Brasil (Barreto, 2022). A fim de solucionar essa questão, este trabalho visita a comunidade Carlos Marighella, observando os problemas cotidianos, opta por soluções viáveis e não dependentes apenas de ações governamentais.

Desde a década de 70 que os sistemas fotovoltaicos vêm sendo utilizados como forma de melhorar a qualidade de vida da população e de reduzir a pobreza, seja pelo acesso à eletricidade ou por garantir acesso básico a água potável.

Historicamente, entre 1979 e 1981, os SFVBA foram instalados com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento do Sudão (PNUD), do Banco Mundial (BM) e da Participação Intermediária Tecnológica Grupo de Desenvolvimento, com o objetivo de avaliar o desempenho de plantas entre 100 e 300 Wp para irrigação em áreas rurais de Mali, Filipinas e Sudão. Baseado nessa experiência e nas encontradas no estado da arte, o objetivo deste artigo é apresentar os resultados do projeto de viabilidade técnica e financeira para a implantação de um Projeto Fotovoltaico para Alívio da Pobreza (PFAP), a ser implantado na ocupação Carlos Marighella, localizada em área em descumprimento da função social com aproximadamente 9.200,96 m², em uma das regiões periféricas da cidade de Fortaleza, estado do Ceará – Brasil.

Assim, analisar tecnicamente os resultados do PFAP, busca além de viabilizar a implantação deste, reduzir as desigualdades no meio com a promoção de serviços acessíveis às zonas periféricas e desenvolvimento humano, uma vez que a OCM está inserida em uma Zona de Requalificação Urbana 2, com base no Plano Diretor de Fortaleza (PDPFOR). A metodologia utilizada é um estudo de caso iniciado com levantamento local dos indicadores de pobreza multidimensional (Acesso a água, saneamento, acesso à energia, infraestrutura etc.), e posterior levantamento de necessidade energética da ocupação, para elaboração do PFAP.

Os resultados esperados incluem sugerir melhorias na rede de distribuição, mas, igualmente o fortalecimento da comunidade, com participação dos moradores e o uso de energias renováveis.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Uso de energias renováveis para alívio da pobreza

A partir dos resultados obtidos dos projetos implantados em áreas rurais de Mali, Filipinas e Sudão, foram identificadas questões importantes: o grande potencial de aplicação em áreas rurais e a necessidade de melhorar a confiabilidade dos equipamentos e reduzir os custos associados. Após esses projetos pioneiros, um programa de cooperação começou em 1990 envolvendo a Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) e sete países (Argentina, Brasil, Indonésia, Jordânia, Filipinas, Tunísia e Zimbábue), visando avaliar o custo real e a maturidade dos sistemas (Fedrizzi, 2003).

No Brasil, o estado do Ceará (região semiárida) foi selecionado para a implementação do projeto, envolvendo 15 pequenas comunidades rurais. Para reduzir dificuldades relacionadas à manutenção e aquisição de dados, todos os locais foram escolhidos num raio de 150 km de Fortaleza, capital do Ceará. Dentre os resultados e desafios deste projeto pioneiro, foi identificado que a maioria das bombas era ligeiramente superdimensionadas, trabalhando em uma faixa operacional baixa (Aragão *et al*., 1994).

Em alguns locais, o consumo de água foi muito inferior ao estimado devido à baixa aceitação da água de poços profundos, que tem sabor diferente da água rasa de lagos ou rios devido ao seu conteúdo mineral. No domínio social, a subestimação da cultura local em alguns locais foi um ponto fraco do projeto, uma vez que o não envolvimento da comunidade local, desde o processo de concepção dos projetos até a sua entrada em operação, pode ter contribuído pelo desinteresse ou sentimento de pertencimento do projeto com a comunidade. Como consequência das atividades desenvolvidas, relacionadas à saúde, higiene e alimentação,

observou-se uma redução do número de crianças com problemas intestinais, devido ao uso de água adequada e ações de higiene.

Para além da questão da produção de eletricidade, questões relacionadas com a saúde, o empoderamento das mulheres, a formação educacional, são questões relevantes associadas à produção de energia renovável, especialmente a fotovoltaica (Gray *et al*., 2019; Maclachlan *et al*., 2017; Sadath e Acharya, 2017).

No Nepal, em 2003, a política de subsídios, a política de desenvolvimento da biomassa e a política de investimento estrangeiro já eram utilizadas no desenvolvimento de soluções renováveis, aplicadas à energia rural. Entre as soluções destacadas estão: a biomassa (biogás, fogões melhorados), as tecnologias solares (fogões solares, energia solar fotovoltaica, aquecedores solares de água e secadores solares) e as micro-hídricas (MH). O objetivo geral deste programa era favorecer o desenvolvimento rural e a redução da pobreza (Ojha, 2003) e (Bhattarai *et al*., 2018), analisaram a influência dos subsídios relacionados com o Sistema Solar Doméstico na redução da pobreza rural. Já em (Biswas *et al*., 2004), apresenta um modelo de desenvolvimento rural sustentável e redução da pobreza no Bangladesh, baseado na criação de empresas de aldeia que vendem eletricidade solar gerada a partir de tecnologias fotovoltaicas (PV). Esta investigação apresenta o modelo de negócio da eletricidade solar que é economicamente viável e já dá conta das limitações inerentes ao investimento e ao microcrédito. Ainda em Bangladesh, (Meah and Ali, 2019), investigaram as conexões entre a Tecnologia Fotovoltaica (PVT) e a redução da pobreza juntamente com a renda, aceitação social da tecnologia e acessibilidade.

Os conceitos relacionados com a pobreza energética foram associados em três grandes áreas de aplicação: a primeira grande área é a pobreza energética diretamente associada à pobreza em geral, ao rendimento mínimo e à saúde (cor verde); a segunda área está associada à habitação social subsidiada, à eficiência energética nos edifícios (cor vermelha) e a terceira área associada à vulnerabilidade energética que se centra na garantia de acesso à energia a nível económico e de saúde e que estão interligadas e dependentes de políticas públicas (azul), conforme apresentado na Figura 1 (Uche-Soria and Rodríguez-Monroy, 2020).

Atualmente, vários projetos vêm sendo desenvolvidos no Brasil com a finalidade de atender a demandas específicas como por exemplo as definidas no ODS 7 – Energia Limpa e Acessível", uma vez que o consumo de energia é frequentemente utilizado como um indicador do nível de bem-estar das sociedades modernas. Dentre os projetos desenvolvidos e destacamos os projetos de energia na comunidade Ilha das Cinzas no Pará e o Revolusolar: revolução solar nas favelas do Rio de Janeiro, são dois projetos vanguardistas nas questões de uso de FV para redução da pobreza.

A comunidade da Ilha das Cinzas é uma comunidade formada por 50 famílias, localizada na Amazônia brasileira. Deste total de famílias, 10 possuem sistemas solares instalados nas suas casas, mas os sistemas não funcionavam corretamente e por conseguinte, as famílias continuam dependentes de sistemas de geração a diesel que além de terem custos operacionais altos trazem grandes impactos ambientais.



Fig. 1 Conceitos relacionados a pobreza energética

Como forma de mitigar esse problema foi desenvolvido o projeto "Energia solar para a soberania alimentar das famílias ribeirinhas famílias ribeirinhas". Os principais objetivos deste projeto são: readequação e assistência técnica aos sistemas solares já instalados na comunidade (10 famílias); projeto e instalação de 40 sistemas solares adicionais sistemas solares adicionais para as famílias que ainda que ainda dependem de geradores a gasóleo. Estes sistemas serão utilizados para necessidades básicas, bombagem de água e/ou produção, como irrigação e fertilização (com esgoto tratado) de plantações de açaí palmeiras de açaí e para o processamento do açaí com batedeiras elétricas; Reforço das capacidades dos membros da comunidade, especialmente mulheres e jovens, para a instalação, funcionamento e manutenção das instalações solares e Promoção do intercâmbio de experiências com outras comunidades.

O projeto foi concebido com o intuito de melhorar a qualidade de vida das 50 famílias que vivem na comunidade, sendo reconhecido como comunidade solidária e inclusiva: A Ilha das Cinzas já é conhecida na região como um modelo comunidade de solidariedade e inclusão dos membros para superar os desafios locais.

Por outro lado, o projeto Revolusolar: revolução solar nas favelas do Rio de Janeiro, teve como objetivo a criação da primeira cooperativa de energia solar numa favela do Brasil, bem como a criação da cooperativa atender as demandas energéticas dos moradores das favelas Babilônia e Chapéu Mangueira, mitigando os problemas de apagão, preço e qualidade da eletricidade nestas localidades. Para além destes pontos, buscar ainda a correção do sentimento de injustiça e impotência social da dos moradores.

O projeto foi iniciado em 2021 com o objetivo de atender a 35 famílias das duas comunidades onde o engajamento dos moradores foi realizado com base no método desenvolvido, chamado Ciclo Solar, que envolve, além das instalações, formação profissional de instaladores solares, educação ambiental para crianças e jovens. A formação de uma equipe local capaz de instalar e manter os sistemas e manutenção dos sistemas, de forma a garantir a vida útil do projeto bem como a criação de autonomia local (Biswas *et al*., n.d.).

2.2 As comunidades de energia no Brasil e Portugal

As comunidades de energia (CE) estão surgindo como uma solução promissoras para mitigar a pobreza energética e as alterações climáticas, uma vez que o seu principal objetivo é obter benefícios ambientais, econômicos e sociais para os participantes, nomeadamente em termos de aumentar a produção local utilizando recursos primários renováveis.

Na União Europeia (UE), as Diretivas D2018 e D944 estabeleceram um regime comum para a promoção das CE. Considerando que no Brasil já se tem registro do uso do termo Comunidade de Energia ou ainda comunidade energética como forma de designar os projetos que tem por objetivo reduzir a pobreza energética, diversificar a matriz energética e reduzir os valores de tarifa e considerando a relevância do tema, uma comparação dos regulamentos em vigor no Brasil, Alemanha, Portugal e Espanha, pode contribuir para a mitigação de riscos, bem como economizar tempo e recursos energéticos.

A escolha dos países se deu pelo fato de que na Alemanha, existem mais de 1 modelo de negócio aplicados às CE, podendo assim ser considerado o país com maior maturidade entre os estados Estados-Membros da EU (Broska *et al*., 2022). Portugal é de especial interesse para o Brasil uma vez que em ambos os países a quota de recursos renováveis na matriz energética é semelhante, cerca de 60% em Portugal (proveniente de unidades hidroelétricas eólica e fotovoltaica) e de 60% a 70% no Brasil, principalmente hídrica. Acontece que o Brasil ainda está no início do processo de implementação da CE e a primeira autora deste artigo está e a primeira autora deste artigo está atualmente a realizar o seu doutoramento nesta área Faculdade de Engenharia do Porto - FEUP. A Espanha está também no início do processo de implementação da CE, e tem uma matriz perfil de matriz não muito diferente da portuguesa, para além de possuir centrais nucleares (cerca de 7000 MW de capacidade instalada). Os aspectos de modelo de negócio e remuneração são comparados para estes países na Tabela 1(Castro *et al*., 2022).

A escolha dos aspectos modelo de negócio e remuneração foram escolhidos para nortear possíveis soluções aderentes as aplicações para pessoas com baixa renda de forma a permitir escalonar os projetos e trazer recursos diversos as comunidades. Da Tabela 1 é possível verificar que o modelo predominante é, sem dúvida, o de cooperativa, onde somente a Alemanha possui modelos diferenciados. Ainda, no quesito remuneração, identifica-se claramente o incentivo governamental na Alemanha com o pagamento de uma tarifa fixa aos geradores e em Portugal e Espanha existe a permissão de negociação dos excedentes energéticos no mercado

Tabela 1 Comparativo entre as CEs do Brasil, Alemanha, Portugal e Espanha

ASPECTO	BRASIL	ALEMANHA	PORTUGAL	ESPANHA
Modelo de Negócio	Os projetos em vigor caracterizam-se basicamente em termos de formato cooperativo	Para além do modelo cooperativo, também apresenta o Pool de Regional e o modelo peer- 2-pares.	Os projetos em vigor caracterizam-se basicamente em termos de formato cooperativo	Os projetos em vigor caracterizam-se basicamente em termos de formato cooperativo
Remuneração	Independentemente da modalidade instalada, a remuneração baseia-se exclusivamente na compensação compensação.	Na maioria dos casos, as instalações CE têm um regime de apoio público, com um FiT paga aos proprietários das centrais. Os níveis de potência gerados pelas centrais acima de 100 kW são são negociados através de um mercado. Neste caso, é pago um prêmio ao proprietário da instalação.	O excedente de energia pode ser transacionado: a) num mercado organizado ou bilateral ou bilateral, incluindo acordos de compra de energia; b) através do participante no mercado contra o pagamento de um preço acordado entre as partes; c) Através do facilitador de mercado. No Neste último caso, o facilitador compra o excedente de energia a uma FiT regulamentada que reflecte o preço do mercado grossista.	Basicamente, existe um regime de para a geração com produção excedente. Os autoconsumidores com excedente são remunerados de acordo com o excedente horário de energia injetada na rede em de acordo com a regulamentos em vigor. No caso caso de instalações com um regime específico de remuneração para autoconsumo com excedente e sem compensação, as mesmas condições são válidas.

3 ESTUDO DE CASO PARA A OCUPAÇÃO CARLOS MARIGHELLA (COM)

Ocupação Carlos Marighella (OCM) foi iniciado em 8 de junho de 2020, quando com a coordenação movimentos sociais, 85 famílias, que moram nas proximidades da área ocupada e que perderam as condições de pagamento de aluguel devido às complicações trazidas pela COVID-19, ocupam um terreno abandonado há mais de 30 anos no bairro Mondubim, em Fortaleza. A Figura 2 apresenta o macrozoneamento da OCM, onde é possível identificar a partir do diagnóstico ambiental da área, as espécies de animais e plantas encontradas durante o reconhecimento do terreno, um estudo sobre as águas do córrego próximo e o solo encontrado.

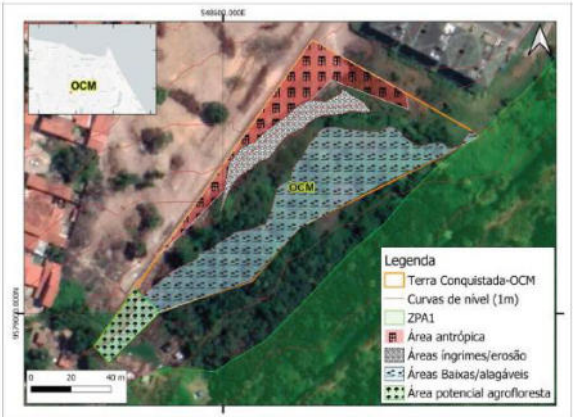


Fig. 2 Macrozoneamento da COM

Também foi produzido um zoneamento de muita importância para as famílias e para a assessoria de arquitetura, no qual eram identificadas a área ocupada pelos barracos, áreas íngremes com risco de erosão, áreas alagáveis e uma área com potencial de se transformar em uma agrofloresta. A área ocupada pelas famílias da OCM se localiza em um setor da cidade distante das principais centralidades, entretanto consiste em uma área entre bairros que está em constante valorização, claro que em escala e velocidade bem menores que as áreas do centro expandido da cidade. Além disso, a COM fica em proximidade de escolas e equipamentos de saúde, assim como de casas, prédios e condomínios ocupados destinados à população de classe média da cidade, setor do mercado imobiliário predominante na área.

Por ouro lado, não possuí esgotamento sanitário, porém, seu entorno é impactado por planos específicos prioritários do Plano Estratégico Fortaleza 2040, como o projeto de intervenção ao longo do Rio Maranguapinho e da Linha Sul do Metrô de Fortaleza (Barreto, 2022).

3.1 Premissas para o projeto de Viabilidade técnica e financeira

Foi inicialmente considerado um total de 85 habitações informais dentro da OCM. Deste total, foi considerado que 100% da população é atendimento pelo projeto de tarifa social de energia elétrica onde 50% abrangem um consumo médio/mês de 30Kwh e os outros 50% com consumo médio máximo mês de 100 kwh. Para a implantação do PFAP foi considerado a modalidade Geração Compartilhada: trata de vários consumidores reunidos em cooperativa ou consórcio para utilizar os créditos de energia gerados pela usina, conforme define a Resolução Normativa ANEEL 482/2012.

O sistema de compensação de energia permite que a diferença entre a energia gerada – consumida e a energia gerada – injetada na rede, tenha os créditos distribuídos entre os usuários da cooperativa. A proposta inicial é incluir uma área comum da OCM, onde as atividades colaborativas da ocupação que façam uso de energia elétrica sejam beneficiadas também por esse crédito.
Definida esta premissa, foi realizada a simulação para o cenário de financiamento: financiamento a partir da linha de crédito subsidiada pelo governo Federal, denominada de FNE SOL. O objetivo desta linha de crédito é financiar projetos de micro e minigeração distribuída de energia por fontes renováveis, inclusive de forma isolada, para consumo próprio do ou destinados à locação, reduzindo os custos com energia elétrica de forma sustentável para o planeta, e financiamento privado com proposta de retorno de reputação social para os investidores através da concessão de selos de sustentabilidade e créditos de carbono compartilhados, redução do IPTU com direito a dedução proporcional ao percentual de investimento no PFAP.

A mensuração do retorno para esse segundo formato, faz parte de um estudo de Tese que vem sendo desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal do Ceará e a Faculdade de Engenharia do Porto.

No que diz respeito a parte de material, equipamentos, e valores inerentes a projetos, implantação, ensaios e entrada em operação, foram realizados orçamentos com empresas credenciadas junto ao Banco do Nordeste brasileiro, como forma de mitigar riscos associados a qualidade do material e serviços a serem prestados em atendimento ao escopo previsto.

3.2 Simulação Cenário PFAP

A simulação do cenário foi realizada com base na elaboração de projeto comercial, onde foi definido junto com possível fornecedor a melhor solução sobre o ponto de vista técnico e financeiro.

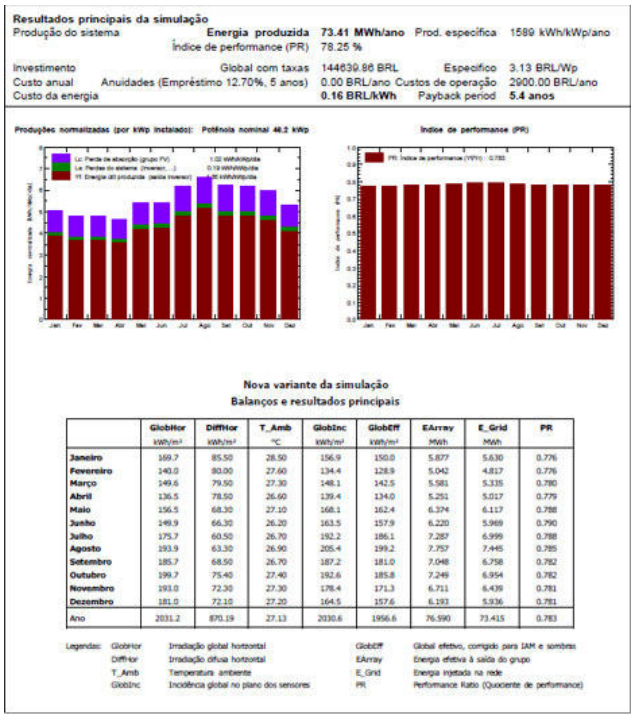
A Figura 3, apresenta as informações técnicas do sistema de onde é possível identificar características técnicas, dimensões e quantidades de módulo, bem como suas potências.
A proposta técnica contempla um total de 84 módulos sendo cada um de 550Wp. Além destes, um total de 3 inversores foram considerados para a topologia prevista.



Parâmetros da simulação	Tipo de sistema	**Sheds ilimitados**			
Orientação do plano dos módulos	Inclinação	12°	Azimute	0°	
Configuração dos sheds	Nr. de sheds	4	Sheds ilimitados		
	Esp. Entre sheds	5.60 m	Largura módulos	3.00 m	
Banda inativa	Cima	0.02 m	Baixo	0.02 m	
Ângulo limite das sombras	Ângulo de perfil limite	17.4°	Taxa de ocupação do solo (GCR)	53.6 %	
Modelos utilizados	Transposição	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm	
Horizonte	Sem horizonte				
Sombras próximas	Sombras mútuas de sheds				
Exigências do consumidor :	Carga ilimitada (rede)				
Características do grupo FV					
Módulo FV	Si-mono	Modelo	**HY-WH144P8**		
Custom parameters definition		Fabricante	RUNERGY		
Número de módulos FV		Em série	14 módulos	Em paralelo	6 strings
Número total de módulos FV		Nr. módulos	84	Potência unitária	550 Wp
Potência global do grupo		Nominal (STC)	**46.2 kWp**	Em condições de func.	42.5 kWp (50°C)
Características de funcionamento do grupo (50°C)		Umpp	535 V	Impp	79 A
Superfície total		Superfície módulos	**217 m²**		
Inversor		Modelo	**S5-GC37.5K**		
Custom parameters definition		Fabricante	Solis		
Características		Tensão de funcionamento	180-1000 V	Potência unitária	37.5 kWac
Bateria de inversores		N.° de inversores	3 * MPPT 33 %	Potência total	38 kWac
				Rácio Pnom	1.23

Fig. 3 Características técnicas da topologia proposta

Na Figura 4 podemos observar os resultados de geração prevista por dia para os meses do ano, onde vemos uma variação entre o melhor mês como sendo agosto, com aproximadamente 5,5Kwh/Kwpico/dia e o mês com menor geração sendo abril com um pouco mais de 3, 5Kwh/Kwpico/dia. Importante ainda destacar o índice de *performace ratio* de 0,783, ou seja, o nível de eficiência esperado da usina é satisfatório. Em outras palavras as perdas associadas a geração são na ordem de 0,217 ou seja aproximadamente 21%.



Resultados principais da simulação

Produção do sistema	**Energia produzida**	**73.41 MWh/ano**	Prod. específica	1589 kWh/kWp/ano	
	Índice de performance (PR)	78.25 %			
Investimento	Global com taxas	144639.86 BRL	Específico	3.13 BRL/Wp	
Custo anual	Anuidades (Empréstimo 12.70%, 5 anos)	0.00 BRL/ano	Custos de operação	2900.00 BRL/ano	
Custo da energia		**0.16 BRL/kWh**	Payback period	**5.4 anos**	

Produções normalizadas (por kWp instalado): Potência nominal 46.2 kWp

Índice de performance (PR)

Nova variante da simulação

Balanços e resultados principais

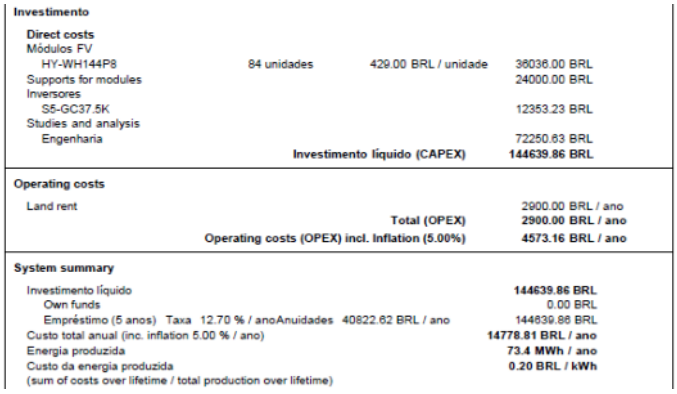
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Janeiro	169.7	85.50	28.50	156.9	150.0	5.877	5.630	0.776
Fevereiro	140.0	80.00	27.60	134.4	128.9	5.042	4.817	0.776
Março	149.6	79.50	27.30	148.1	142.5	5.581	5.335	0.780
Abril	136.5	78.50	26.60	139.4	134.0	5.251	5.017	0.779
Maio	156.5	68.30	27.10	168.1	162.4	6.374	6.117	0.788
Junho	149.9	66.30	26.20	163.5	157.9	6.220	5.969	0.790
Julho	175.7	60.50	26.70	192.2	186.1	7.287	6.999	0.788
Agosto	193.9	63.30	26.90	205.4	199.2	7.757	7.445	0.785
Setembro	185.7	68.50	26.70	187.2	181.0	7.048	6.758	0.782
Outubro	199.7	75.40	27.40	192.6	185.8	7.249	6.954	0.782
Novembro	193.0	72.30	27.30	178.4	171.3	6.711	6.439	0.781
Dezembro	181.0	72.10	27.20	164.5	157.6	6.193	5.936	0.781
Ano	2031.2	870.19	27.13	2030.6	1956.6	76.990	73.415	0.783

Legendas: GlobHor Irradiação global horizontal; DiffHor Irradiação difusa horizontal; T_Amb Temperatura ambiente; GlobInc Incidência global no plano dos sensores; GlobEff Global efetivo, corrigido para IAM e sombras; EArray Energia efetiva à saída do grupo; E_Grid Energia injetada na rede; PR Performance Ratio (Quociente de performance)

Fig. 4 Previsão de geração do sistema

Quanto ao financiamento do projeto, foi simulado considerando o FNE Sol. O financiamento apresenta ainda uma carência de 12 meses e um prazo total de liquidação de 24 anos. Além disso, o projeto apresenta um *payback* de 7,3 anos o que torna o projeto atrativo considerando que a vida útil prevista para o sistema de geração é de mais de 25 anos. De forma complementar, o Levelized Cost of Energy (LCOE) de 0,20 BRL/KWh, conforme apresentado na Figura 5.

Considerando os valores tabelados do Kwh para a população que faz uso do incentivo tarifa de energia para baixa renda, apresentado na Tabela 1, podemos concluir que o valor do LCOE é menor que o valor mais baixo da tarifa social que é o aplicado ao consumo médio até 30kWh mês em que o valor da tarifa é de 0,22758 na bandeira tarifária verde. Ou seja, o sistema proposto tem um valor de tarifa menor que a melhor condição de tarifa social do estado.



Investimento			
Direct costs			
Módulos FV			
HY-WH144P8	84 unidades	429.00 BRL / unidade	36036.00 BRL
Supports for modules			24000.00 BRL
Inversores			
S5-GC37.5K			12353.23 BRL
Studies and analysis			
Engenharia			72250.63 BRL
		Investimento líquido (CAPEX)	**144639.86 BRL**
Operating costs			
Land rent			2900.00 BRL / ano
		Total (OPEX)	**2900.00 BRL / ano**
		Operating costs (OPEX) incl. Inflation (5.00%)	**4573.16 BRL / ano**
System summary			
Investimento líquido			**144639.86 BRL**
Own funds			0.00 BRL
Empréstimo (5 anos) Taxa 12.70 % / anoAnuidades 40822.62 BRL / ano			144639.86 BRL
Custo total anual (inc. inflation 5.00 % / ano)			**14778.81 BRL / ano**
Energia produzida			**73.4 MWh / ano**
Custo da energia produzida			**0.20 BRL / kWh**
(sum of costs over lifetime / total production over lifetime)			

Fig.5 Resumo LCOE

Importante destacar que os valores das tarifas sofrem alteração de acordo com as cores apresentadas na Tabela 2. Essa metodologia é chamada de bandeira tarifária e sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica. Para tanto, as cores das Bandeiras (verde, amarela ou vermelha) indicam se a energia custará mais ou menos em função das condições de geração de eletricidade (Enel Ce, n.d.).

Tabela 2 Tarifas de eletricidade baixa renda – bandeiras tarifárias

Tarifa Enel Ceará			
Residencial Baixa Renda (B1)	**R$/Kwh**		
	Verde	Amarelo	Vermelho
0 a 30 kWh	0,22758	0,23418	0,30635
31 a 100 kWh	0,39014	0,60218	0,46891
101 a 220 kWh	0,58522	0,60218	0,66399
ACIMA 220 kWh	0,65024	0,66909	0,72901

4 CONCLUSÕES

O artigo apresentou o resultado de um estudo de caso fazendo análise de viabilidade técnica e financeira para a implantação de um PFAP na OCM, realizando ainda uma análise comparativa com o programa de tarifa social do governo federal brasileiro.

O PFAP se apresenta exequível sobre o ponto de vista técnico e financeiro, outrossim, o valor do LCOE para o PFAP é menor que o melhor proporcional apresentado pela tarifa social de energia elétrica. Ademais, estes programas não são concorrentes entre si, ou seja, a OCM pode se beneficiar tanto da tarifa social quanto do benefício de compensação de créditos.

Contudo, o artigo, através da análise quantitativa e comparativa dos dois programas e considerando as experiências relatadas no estado da arte, sugere que as prioridades para alterações do marco legal da geração distribuída no Brasil, considerem para além do modelo de cooperativa, a possibilidade de venda do excedente, uma vez que este modelo já tem se mostrado eficientes em países como Portugal e Espanha.

A venda do excedente de energia pode proporcionar o reinvestimento na CE, agregando valor e serviços prioritários para a própria comunidade como iluminação em áreas comuns, sistemas de irrigação automatizados dentre outros.

5 REFERÊNCIAS

Aragão, P.M.C., de Carvalho, A.S., Anhalt, J., 1994. Photovoltaic water pumps for small communities in the semi-arid notheastern region of Brazil. **12TH European Photovoltaic Solar Energy Conference.**

Aragão, T.A., Soraggi, A.C.M., Corrêa, F.S., 2021. Ocupações urbanas como repertório confrontacional dos movimentos de luta por moradia. **Cadernos Metrópole 23**. https://doi.org/10.1590/2236-9996.2021-5214

Barreto, V.S., 2022. Ocupação Carlos Marighella: busca pela produção habitacional local com assessoria técnica e autogestão.

Bhattarai, D., Somanathan, E., Nepal, M., 2018. Are renewable energy subsidies in Nepal reaching the poor? **Energy for Sustainable Development 43, 114–122**. https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.01.001

Biswas, S., François, D.E., Miller, C.A., Parmentier, M.J., Chettri, N., Poganietz, W.-R., n.d. Let Communities Lead Stories and lessons on grassroots energy initiatives for sustainable futures. Arizona.

Biswas, W.K., Diesendorf, M., Bryce, P., 2004. Can photovoltaic technologies help attain sustainable rural development in Bangladesh? **Energy Policy 32, 1199–1207**. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00083-1

Broska, L.H., Vögele, S., Shamon, H., Wittenberg, I., 2022. On the Future(s) of Energy Communities in the German Energy Transition: A Derivation of Transformation Pathways. **Sustainability (Switzerland) 14**. https://doi.org/10.3390/su14063169

Castro, L.F.C., Carvalho, P.C.M., Fidalgo, J.N., Saraiva, J.T., 2022. Comparison Among National Energy Community Policies in Brazil, Germany, Portugal, and Spain, in: **International Conference on the European Energy Market, EEM. IEEE Computer Society**. https://doi.org/10.1109/EEM54602.2022.9920977

Enel Ce, n.d. Tarifas-ENEL-CE bandeira-VERDE_ Maiol22 REH-3026_220422.

Fedrizzi, M.C., 2003. Sistemas Fotovoltaicos De Abastecimento De Água Para Uso Comunitário: Lições Apreendidas E Procedimentos Para Potencializar Sua Difusão. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Gomes, C., Moraes, I., 2019. **Artigo Quinto**, "A propriedade atenderá a sua função social".

Gray, L., Boyle, A., Francks, E., Yu, V., 2019. The power of small-scale solar: gender, energy poverty, and entrepreneurship in Tanzania. **Dev Pract 29, 26–39**. https://doi.org/10.1080/09614524.2018.1526257

Hakiri, J., Moyo, A., Prasad, G., 2016. Assessing the role of solar home systems in poverty alleviation: Case study of Rukungiri district in Western Uganda (November, 2015), in: **2016 International Conference on the Domestic Use of Energy (DUE)**. IEEE, pp. 1–9. https://doi.org/10.1109/DUE.2016.7466707

Maclachlan, A., Pecen, R., Joye, N., 2017. Project education-based applied technologies for poverty alleviation, ending hunger, achieving food security and promoting sustainable Ag, in: **2017 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference (IHTC)**. IEEE, pp. 113–118. https://doi.org/10.1109/IHTC.2017.8058170

Meah, K., Ali, Md.H., 2019. Sustainable Small-Scale Photovoltaic Technology for Poverty Alleviation—a Case Study in Bangladesh, in: 2019 IEEE Green Technologies Conference(GreenTech). IEEE, pp. 1–4. https://doi.org/10.1109/GreenTech.2019.8767154
Ojha, S.K., 2003. The promotion and development of renewable energy technologies: current status and pattern of use in Nepal. I**nternational Journal of Energy Technology and Policy 1, 432**. https://doi.org/10.1504/IJETP.2003.003858

ONU, 2022. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável [WWW Document]. URL https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel (accessed 3.19.22).

Organização das Nações Unidas, O.-, 1995. Declaração Universal dos Direitos Humanos. **Comunicação & Educação 0**. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v0i3p13-17

Prefeitura de Fortaleza, 2009. LEI COMPLEMENTAR Nº 062, DE 02 DE FEVEREIRO DE 2009. **Diário Oficial do Municipio**.

Sadath, A.C., Acharya, R.H., 2017. Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India. **Energy Policy 102, 540–550**. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.056

Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, n.d. Desenvolvimento Humano, por bairro, em Fortaleza. Fortaleza.

Souza, C. de S., Samora, P.R., 2022. Urbanização precária: descontinuidades e impactos das políticas habitacionais nos assentamentos consolidados da Região Metropolitana de Curitiba. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana 14**. https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210218

Uche-Soria, M., Rodríguez-Monroy, C., 2020. Energy planning and its relationship to energy poverty in decision making. A first approach for the Canary Islands. **Energy Policy 140, 111423**. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111423

INICIATIVAS PARA AUMENTO DE COLETA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UMA PESQUISA APLICADA À CADEIA REVERSA BRASILEIRA

M. Bernardes, M. F. L. Silva, K. H. Tanaka, R. S. Lima

RESUMO

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) representam a fonte de resíduos mais crescente no mundo. No entanto, no Brasil, apenas 0,7% do total gerado é formalmente reciclado. Este estudo visa identificar os principais elos da cadeia reversa de REEE brasileira, e testar algumas estratégias para o aumento do volume formalmente coletado. Através da Pesquisa-Ação, foram aplicadas campanhas de coleta de REEE a dois elos da cadeia: o setor informal (oficinas de assistência eletrônica - OAE), e o consumidor final (público escolar). Demonstrou-se que as OAE carecem de conexão com empresas formais de coleta/reciclagem. Também se nota a alta participação dos catadores de material reciclável informais, indicando que parte dos REEE não segue o destino de tratamento seguro e certificado. Já o público escolar é um elo expressivo para a coleta de volumes importantes de REEE. Assim, evidencia-se o quanto a interligação entre os elos da cadeia é significativa para o seu sucesso.

1 INTRODUÇÃO

Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) abrangem uma ampla gama de produtos com circuitos ou componentes elétricos, entre produtos de uso doméstico ou comercial, utensílios básicos de cozinha, brinquedos, ferramentas e itens de tecnologias de informação e comunicação (TVs, telefones celulares, *laptops* etc.) (Forti *et al*., 2020). Os EEE tornam-se resíduos quando descartados sem a intenção de reutilização, sendo chamados de resíduos de EEE (REEE).

Os avanços tecnológicos e econômicos, o aumento da demanda e incentivos ao consumo proporcionaram uma redução da vida útil dos EEE e maiores taxas de substituição, com consequente crescimento na geração de REEE (Borthakur e Govind, 2017), que tem aumentado três vezes mais rápido do que a população mundial desde 2016 (Andeobu *et al*., 2021). Nesse cenário, a gestão de REEE é um dos desafios mais urgentes, uma vez que apenas 17% do total gerado mundialmente foi reciclado ou disposto corretamente em 2019 (Forti *et al*., 2020). No Brasil, o quinto maior gerador de REEE, este volume cai para apenas 0,7%.

A partir disso, a consciência ambiental e regulamentações mais rigorosas levaram governos e indústrias a pensar em gerenciamento ambiental, cadeias circulares, logística reversa (LR) e recuperação de REEE (BOUZON *et al*., 2016). A circularidade da cadeia diz respeito a restauração e regeneração de produtos, componentes e materiais, mantendo-os em seu mais alto nível de utilidade e valor pelo maior tempo possível (CE100 Brasil, 2017). A LR estabelece o fluxo eficiente e econômico de produtos do ponto de consumo de volta ao ponto

de origem, para recuperação de valor ou descarte adequado (Tibben-Lembke e Rogers, 2002). Estes conceitos ajudam a definir a cadeia reversa: o retorno de produtos pós-consumo para o ponto de origem (indústria) para recuperação e manutenção de valor, e descarte adequado daquilo que não pode ser restaurado.

No entanto, embora existam leis para conduzir a gestão de REEE, os volumes coletados formalmente permanecem baixos. Entre as razões estão falhas na disseminação de informação e na responsabilização dos integrantes da cadeia (governos, setor privado e sociedade).

Diante disso, o presente estudo trata-se de uma pesquisa aplicada à realidade do setor industrial brasileiro, com auxílio da perspectiva da principal empresa do ramo no país, aqui chamada de ST, única capaz de integrar os pontos da cadeia reversa de REEE desde a LR até a reciclagem. Este fato justifica a importância das análises. Também contribui para a geração de conhecimento sobre o efetivo funcionamento da cadeia, e para a geração de soluções aplicadas para a indústria e a sociedade. Sabe-se que a referida empresa opera aquém de sua capacidade, pois não recebe quantidade suficiente de REEE, demonstrando na prática a ineficiência do sistema brasileiro de coleta formal.

Assim, o objetivo desse trabalho é identificar os principais elos da cadeia reversa de REEE no Brasil e seus relacionamentos; e testar estratégias a fim de elevar os volumes de REEE formalmente coletados para tratamento.

2 Gestão de REEE no Brasil e normas vigentes

O Brasil é um país em desenvolvimento com a maior população e o maior PIB (produto interno bruto) da América Latina (Fundo Monetário Internacional, 2021), tendo as maiores taxas de geração de REEE de toda a América do Sul em 2019, e sendo o quinto maior gerador de REEE do mundo (2.143kt), com cerca de 10kg per capita, em que apenas 0,7% desse volume foi formalmente tratado (Forti *et al*. 2020).

Regulamentação é importante para a busca de uma boa gestão de REEE. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei em vigor no Brasil desde 2010, determina que os geradores de REEE (produtores, comerciantes, distribuidores) são obrigados a implementar sistemas de LR para tratar seus resíduos; comercializar produtos aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação adequada; e recolher e dar destinação adequada aos produtos e seus resíduos após o uso. Nesse contexto, a LR é abordada como um instrumento de desenvolvimento socioeconômico destinado a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial, para reaproveitamento ou outra destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010), e deve também incluir os catadores de material reciclável (CMR).

A legislação determina que haja mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução destes produtos para que o setor empresarial se encarregue de seu gerenciamento (SINIR, 2019; BRASIL, 2010). Individual ou coletivamente, as empresas devem gradualmente (de 2021 a 2025) coletar e destinar o equivalente em peso de 17% dos produtos colocados no mercado a partir de 2018. A legislação também define que os usuários finais (consumidores) são responsáveis pela eliminação dos seus resíduos sob determinadas condições e em locais estabelecidos pelas indústrias; estas, ou o setor privado, são responsáveis pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos e pela sua reincorporação à cadeia produtiva (reutilização, reciclagem, recuperação ou disposição final ambientalmente adequada); e

governo é responsável por supervisionar esses processos em conjunto com outros membros da cadeia, para conscientizar e educar os usuários (SINIR, 2019).

Ainda assim, esses arranjos legais permanecem em grande parte desconhecidos pelos consumidores e mal aplicados entre geradores e autoridades. Além de que a interligação dos elos da cadeia não é efetiva, faltam instrumentos formais e contínuos para fornecer a todos os integrantes da cadeia informações sobre seus respectivos papéis e possíveis sanções, e a implementação de mecanismos de coleta, reciclagem e LR (Echegaray e Hansstein, 2017; Bernardo *et al*., 2020). Barreiras como a falta de condições de infraestrutura física e logística, legislação e recursos financeiros são comuns à implementação da LR de REEE em países em desenvolvimento e, especialmente no Brasil, ainda se somam barreiras organizacionais, tecnológicas, culturais e sociais (Vieira *et al*. 2020).

Do ponto de vista social, apesar de seu trabalho ser a base para a indústria de reciclagem, os CMR são socialmente vulneráveis e carecem de assistência técnica e capacitação, não sendo incluídos na cadeia formal de REEE como determina a lei (Ferreira *et al*., 2019; Sant'anna *et al*., 2014). Para Santos e Ogunseitan (2022), atualmente, a LR existente no Brasil se deve ao mercado informal no qual os CMR desempenham um papel fundamental. No entanto, a quantidade de resíduos que circula através dos CRM não pode ser mapeada, além de que suas técnicas ineficientes e inseguras de tratamento de resíduos podem gerar riscos à saúde humana e ambiental (Cheshmeh *et al*., 2023). Deste modo, reconhecimento, regulamentação, investimentos e qualificação, oferecidos pelas empresas e autoridades públicas aos CMR, são primordiais para sua inclusão efetiva e para o cumprimento da lei (Ferreira *et al*., 2019; Demajorovic *et al*., 2016; Forti *et al*., 2020).

A soma desses fatores resulta em baixas taxas de coleta e reciclagem formais de REEE, acarretando em precarização da cadeia e perda de valor, além de gerar riscos à saúde e ao meio ambiente. Portanto, para romper essas barreiras, é preciso que toda a cadeia (consumidores, fabricantes e órgãos públicos) esteja atrelada em conformidade com os mesmos objetivos, conhecendo e assumindo sua parcela de responsabilidade, para garantir preservação ambiental e de recursos, oportunidades de inserção social, evolução tecnológica, e desenvolvimento e crescimento econômicos.

3 MÉTODO

Este estudo buscou mapear a cadeia reversa de REEE no Brasil e buscar formas para se elevar a quantidade de resíduos coletados e tratados. Para isto, foi necessária uma abordagem através da aprendizagem na prática, para a qual foi utilizada a metodologia de Pesquisa-Ação (PA). A PA é um método destinado a levantar dados, agir e criar conhecimento sobre a ação simultaneamente (Coughlan e Coghlan 2002). Há um histórico comprovado de resultados positivos obtidos ao se utilizar PA em programas de LR de gestão de resíduos (Alves *et al*. 2019; Bernardo e Lima 2017; Fagundes *et al*. 2017, Paes *et al*. 2016), uma vez que o método ajuda a resolver problemas existentes através da implementação de melhorias.

Unindo os conceitos de Mohebalizadeh e Ghazinoori (2020), Mello *et al*. (2012) e Coughlan e Coghlan (2002), a PA é definida em três etapas. A primeira é a pré-fase, quando é planejada, em que se busca entender o contexto do objeto de estudo e os objetivos da PA. A segunda é composta pelas fases principais, que formam ciclos que envolvem coleta de dados, análises, planejamento de ações, implementação de ações e avaliação dos resultados. Os ciclos e suas

atividades podem ocorrem simultaneamente. E, finalmente, a metáfase, que ocorre ao longo dos ciclos das fases principais e está relacionada ao monitoramento e aprendizado.

4 APLICAÇÃO

4.1 Planejamento da PA

Assim, a PA iniciou-se a partir do problema trazido pela empresa (ST): a necessidade de se criar estratégias para aumentar as taxas de coleta de REEE. Para isso, foi primeiro necessário identificar a cadeia reversa brasileira e seu funcionamento.

Sob a perspectiva da ST, que atua em todo o território brasileiro através de integração entre vários elos, e somado a dados da literatura, foi possível identificar os principais elos e conexões da cadeia, como ilustra a Fig. 1 a seguir.

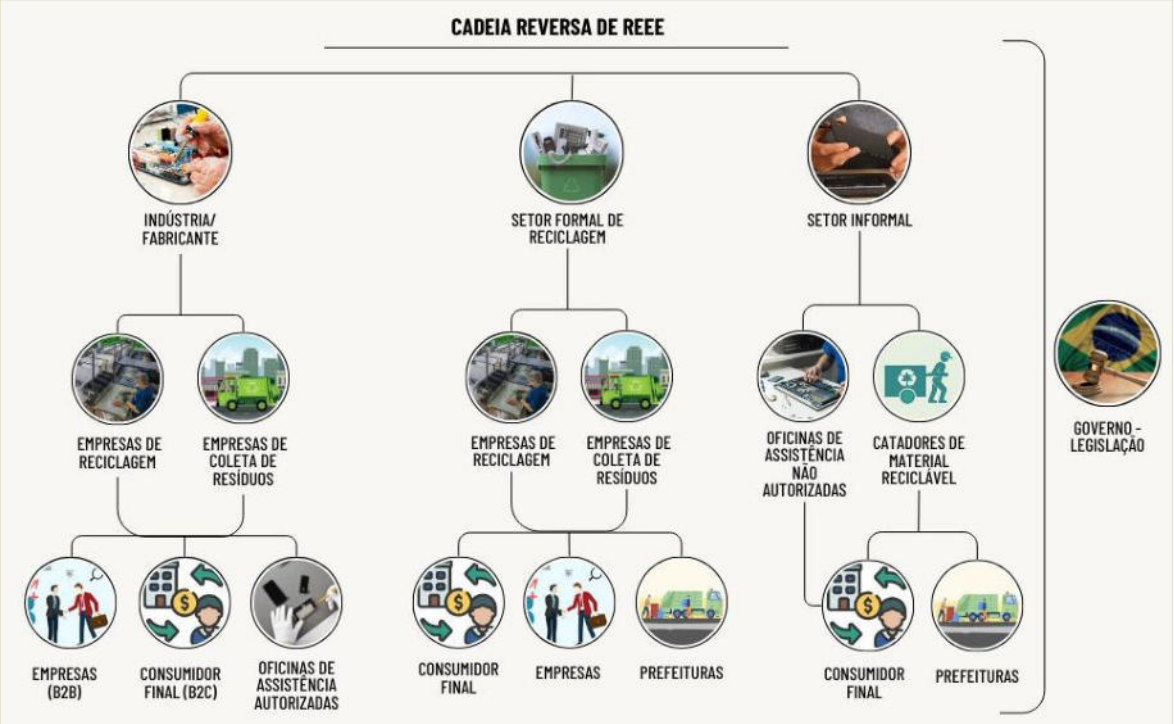


Fig. 1 Cadeia reversa de REEE brasileira

A cadeia reversa de REEE é formada por três elos: a própria indústria, o setor formal de reciclagem e o setor informal. Estes elos se desdobram em dois níveis. A indústria, ou o fabricante de EEE, é obrigado por lei a recolher parte de seus produtos pós-consumo, o que pode ser feito através de empresas de coleta e de reciclagem: através de relacionamento direto com o usuário final (B2C); através de relacionamento com empresas parceiras (B2B) e; através de oficinas de assistência técnica autorizadas pelo próprio fabricante. Já o setor formal de reciclagem atua através de empresas que realizam apenas a reciclagem dos produtos e as que realizam também sua coleta, que podem atuar via relacionamento direto com o consumidor final; relacionamentos B2B e; via parcerias com prefeituras. E setor informal de reciclagem abrange as oficinas de assistência técnica não-autorizadas, e os CMR, que também podem alcançar o consumidor final e as prefeituras. Todos esses elos são citados pela lei, ainda que esta não seja totalmente inclusiva.

Nota-se que, de fato, assim como constatado por Islam *et al*. (2021), o consumidor final é o principal ponto de partida para a gestão dos REEE, comum a todos os elos, e por isso deve ser o foco de políticas educativas, disseminação de informações e incentivos para participação na cadeia, para se garantir a gestão sustentável de REEE.

A partir desta definição, então, foi possível definir um plano de ação, que visa testar estratégias de campanhas de coleta de REEE entre alguns elos, que serão discriminadas a seguir.

4.2. Primeiro Ciclo da PA

O primeiro plano de ação foi desenvolvido para se avaliar a efetividade da estratégia de campanhas de coleta de REEE aplicadas às oficinas de assistência eletrônica (OAE) não autorizadas, representantes do setor informal, que contam com a participação do consumidor final. As ações foram aplicadas em duas cidades do sul do Estado de Minas Gerais, Itajubá e São Gonçalo do Sapucaí.

As OAE representam pequenas empresas, não dotadas de alta qualificação, tecnologia ou certificação. Os consumidores tendem a procurar as OAE para reparos de seus equipamentos, e não aos fabricantes, costume comum em países em desenvolvimento (Uriarte-Ruiz, 2022). Por isso, as OAE têm um papel mais ativo que os comerciantes de eletrônicos na mediação entre consumidores e fabricantes, apresentando-se como potenciais geradores de resíduos (Moura *et al*., 2017).

Através de uma parceria entre os pesquisadores, a AGIT (empresa de pequeno porte de coleta e destinação de diversos tipos de resíduos, sediada em Itajubá-MG), e a prefeitura municipal de São Gonçalo do Sapucaí-MG, (24.000 habitantes), foi realizada uma campanha na cidade entre novembro de 2022 e abril de 2023. Havia na cidade 15 OAE registradas no Google® no momento da campanha, que prestam assistência técnica a eletrodomésticos em geral, itens de informática e celulares. A campanha foi divulgada de forma *online* pela prefeitura, e de forma presencial por um agente da prefeitura. A Figura 2 demonstra o panfleto divulgado.



Fig. 2 Panfleto de divulgação da campanha para as OAE de São Gonçalo do Sapucaí-MG

Das 15, seis OAE participaram da coleta, que foi realizada pela AGIT em seis dias diferentes (entre nov./2022 e abr./2023) nos pontos comerciais das OAE de forma gratuita. Ao todo, foram coletados 1135kg de REEE.

A partir disso, então, foi realizada uma campanha de coleta para as OAE de Itajubá-MG (93000 habitantes). Estabeleceu-se como meta o valor de 733kg, com base na coleta realizada em São Gonçalo do Sapucaí, comparando-se a população das duas cidades, o número de OAE (que será descrito a seguir) e na realização de uma coleta única. Esta campanha abrangeu eletrodomésticos (exceto linha branca) e telefones celulares.

Foram mapeadas 40 OAE com ponto comercial registradas no Google® em funcionamento em junho/2023 em Itajubá. A campanha foi divulgada a cada uma delas via telefone/rede social ou presencialmente, com auxílio do panfleto mostrado pela Fig. 3 (entre jun. e jul./2023). Junto ao panfleto, foi divulgado que a coleta seria realizada nas instalações de cada oficina pela AGIT, de forma gratuita e em data a combinar com o responsável.



Fig. 3 Panfleto da campanha divulgado às OAE de Itajubá-MG

Após a divulgação, obteve-se 50% de abstenções nas respostas. Dentre as 20 OAE respondentes, 13 delas destinam seus REEE a CMR individuais. Três delas não possuíam material suficiente para descartar no momento, mas demonstraram interesse em participar de campanhas futuras; uma delas alegou entregar para outra empresa de coleta, e seis OAE aceitaram participar na data programada. No dia programado, no entanto, uma OAE não confirmou a participação, duas OAE estavam fechadas, e, portanto, a coleta foi realizada pela AGIT em apenas três delas.

Então, foram coletados ao todo 525kg de REEE, sendo aproximadamente 500kg em eletrodomésticos de áudio e vídeo (TVs CRT, aparelhos de vídeo e DVD, aparelhos de som), e 25kg em baterias de celular.

Notou-se que a maior parte dos equipamentos de grandes dimensões recolhidos tinha data da década de 90 aos anos 2000, como televisores e monitores CRT e caixas de som. Estes equipamentos estiveram acumulados em um depósito de uma OAE durante todos estes anos, desde que perderam sua utilidade, principalmente devido às suas grandes dimensões e a consequente dificuldade em descartá-los, mencionada pelo proprietário da OAE.

Salienta-se, também, que foi observado um padrão dos resíduos coletados nas OAE especializadas em reparos de celulares, constando apenas baterias inservíveis. Infere-se, portanto, que a maioria das partes e componentes de celulares é reutilizada informalmente dentro do próprio setor, e praticamente nada é descartado. Também se ressalta a consciência das OAE de celulares, que têm a preocupação de guardar as baterias para descarte correto e seguro. Na prática, os fabricantes não costumam reparar ou reutilizar peças de celular (Ali e Shirazi, 2023), o que é realizado pelas OAE de maneira informal, prática muito comum em países em desenvolvimento (Uriarte-Ruiz, 2022).

Por fim, a AGIT transportou e armazenou os resíduos coletados e os destinou a uma empresa gestora de REEE do Estado de São Paulo, que realiza coleta/recebimento, separação e destinação de partes de REEE para respectiva reciclagem por parceiros homologados e distinção final certificada.

Em termos práticos, a meta de volume coletado para este ciclo não foi atingida. Apesar de as OAE possuírem alto potencial de geração de resíduos, a adesão à campanha foi baixa, assim como o volume coletado. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que há poucas opções formais para o descarte de REEE das OAE. Apesar de pequena, uma porcentagem das OAE demonstrou-se interessada participar de futuras campanhas, o que realça a importância de se manter uma relação mais estreita entre OAE e as empresas formais de coleta, reciclagem e destinação de REEE. Isto pode ser realizado através da aplicação de campanhas periódicas.

As poucas opções formais de descarte levam as OAE a fazê-lo dentro do próprio setor informal, em que a disposição final dos resíduos não é conhecida ou certificada e, por isso, não se pode garantir que seja ambientalmente adequada (Moura *et al*., 2017; Guarnieri *et al*., 2016). A má gestão formal dos REEE faz com que o setor informal cresça (Cheshmeh *et al*., 2023), e a reciclagem informal leva a uma gestão ineficaz do resíduo (Pan *et al*., 2022). Neste aspecto encontra-se a alta participação dos CMR.

Nota-se a necessidade da existência de uma rede sustentável de reciclagem em nível municipal e/ou regional, envolvendo os atores que participam das atividades de coleta, seleção e destino final das rotas de lixo sólido urbano alternativas: os CMR. O incentivo às cooperativas de CMR tem fundamental importância para o aumento do volume de material coletado e triado.

De maneira geral, percebe-se a inexistência de uma conexão entre o setor informal e formal, isto é, entre as OAE/CRM e as gestoras certificadas de REEE. Isto supriria tanto a demanda de volume por parte da indústria de reciclagem, quanto as necessidades de trabalho e geração de renda do setor informal, e aliviaria o acúmulo de REEE e o consequente descarte inadequado.

4.3 Segundo Ciclo da PA

Neste ciclo testou-se uma campanha de coleta de REEE aplicada ao consumidor final, representado pelo público escolar infanto-juvenil.

Crianças em idade escolar têm elevados níveis de preocupação ambiental e consciência sobre os resíduos, além de partilharem um sentido de responsabilidade, correlacionado à adoção de comportamentos pró-ambientais, isto é, que visam conscientemente minimizar o impacto negativo das ações no mundo. Além de sua consciência, preocupação e responsabilidade, os alunos podem influenciar positivamente seus pares, familiares e sua comunidade, ao mesmo tempo em que são observadores cuidadosos de seu ambiente (Praet *et al*., 2023).

Portanto, aplicou-se uma campanha de coleta de REEE a uma escola privada da cidade de Itajubá, Minas Gerais, Brasil, compreendendo alunos do ensino fundamental até o ensino médio (78%), além de professores e funcionários (22%), ao todo 640 pessoas. A escola oferece campanhas periódicas de coleta de resíduos, o que foi um fator que justificou e contribuiu para a sua escolha. A campanha foi divulgada e ficou ativa durante um mês, em setembro de 2023, sendo anunciada presencialmente a todas as salas de aula e de forma *online* para professores e funcionários através de um cartaz (Fig. 4 a seguir), que também foi colocado no ponto de coleta definido dentro da escola. A campanha abrangeu pequenos eletrodomésticos e equipamentos de escritório. Durante a divulgação, foi interessante notar a participação e o conhecimento dos grupos de crianças dos primeiros anos do ensino fundamental, que se voluntariavam a responder corretamente à pergunta do panfleto da campanha.



Fig. 4 Panfleto da campanha de coleta divulgado na escola

Definiu-se como meta de volume a ser coletado 55kg, baseado em médias da ST e em outras campanhas realizadas. A coleta também foi intermediada pela AGIT. Não só foram coletados materiais de uso pessoal, como também material obsoleto do laboratório de informática da escola, somando-se ao todo 210kg. Este volume foi considerado satisfatório para este ciclo, uma vez que atingiu quatro vezes a meta, e sete vezes a média da ST para o mesmo período. Portanto, na prática, os resultados demonstram o alto engajamento do público em idade escolar. Portanto, como citado anteriormente, crianças em idade escolar têm alto potencial de alavancar campanhas de coleta de resíduos, de modo que tendem a atingir sucesso com este público.

5 CONCLUSÕES

De maneira geral, os resultados aqui gerados condizem com a literatura. Demonstra-se na prática que o consumidor final é parte comum e principal a todos os elos da cadeia reversa, isto é, é a partir dele que a cadeia reversa tem início e, por isso, deve ser considerado como tal na gestão de REEE. É fundamental que haja políticas de incentivo à sua participação, como pontos de coleta e ou devolução de EEE pós-consumo bem divulgados e de fácil acesso, além de políticas educativas sobre as definições e formas de descarte de REEE e, principalmente, sobre os perigos do descarte incorreto. A falha na disseminação dessas informações pode ser uma das razões para a baixa participação do consumidor, e consequentemente pelos baixos índices de REEE coletados pelo setor formal. Assim, grande parte dos benefícios ecológicos, financeiros e de preservação de recursos da recuperação e destinação correta dos REEE se perde nos fluxos da cadeia.

Observou-se, que, na prática, parece faltar um elo entre os setores formal e informal (OAE e CRM), o que seria capaz de suprir necessidades industriais, sociais e ambientais e garantiria melhor gestão de REEE. Ora, as OAE são um importante elo entre o consumidor final e o fabricante. Coletas periódicas realizadas pelo setor formal às OAE seriam capazes de angariar importantes volumes para tratamento. Assim como o setor formal pode e deve incentivar e capacitar CMR para sua maior inclusão na cadeia, uma vez que são elo importantíssimo para a LR de resíduos em geral no Brasil, no entanto, nem sempre considerados em seu papel.

Também se evidencia que estratégias de divulgação de campanhas de coleta de REEE direcionadas diretamente ao consumidor final são eficazes para o aumento do volume de REEE coletado, sendo o público escolar de nível infanto-juvenil uma potencial fonte de sucesso para campanhas periódicas de coleta.

A cadeia é, por definição, uma corrente de elos, e, portanto, uma boa gestão de REEE é composta pela integração consonante de todos os elos que compõem as atividades da cadeia. Assim, atuação conjunta dos diferentes agentes é fundamental para se atingir sucesso na gestão de REEE sob aspectos econômicos (recuperação e geração de valor), ambientais (diminuição da geração de resíduos e de emissão de poluentes, descarte correto) e sociais (geração de emprego, distribuição de renda e qualidade de vida).

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

Ali, S. e Shirazi, F. (2023) The Paradigm of Circular Economy and an Effective Electronic Waste Management. **Sustainability**, 15(1998), 1-11.

Alves, R., Ferreira, K. L. A., Lima, R. S., Moraes, F. T. F. (2019) An Action Research Study for Elaborating and Implementing an Electronic Waste Collection Program in Brazil, **Systemic Practice and Action Research**, 34, 91-108.

Andeobu, L., Wibowo, S., Grandhi, S. (2021) A Systematic review of e-waste generation and environmental management of Asia Pacific countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18(17), 1-18.

Bernardo, M. e Lima, R. S. (2017) Using action research to implement selective waste collection program in a Brazilian City, **Systemic Practice and Action Research**, 30, 593-608.

Bernardo, O., Souza, M. T. S., Demajorovic, J. (2020) Inovação na Cadeia Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos: um estudo sobre os sistemas de informação e as tecnologias de rastreamento, **Revista de Administração de Empresas**, 60(4), 248-261.

Borthakur, A. e Govind, M. (2017) Emerging trends in consumers' e-waste disposal behavior and awareness: A worldwide overview with special focus on India, **Resources, Conservation and Recycling**, 117 (Part B), 102-113.

Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C. M. T., Campos, L. M. S. (2016) Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP, **Resources, Conservation and Recycling**, 108, 182-197.

Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> [Acesso em set. 2019].

CE100 Brasil, **Uma Economia Circular no Brasil**, Fundação Ellen MacArthur, 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. [Acesso em ago. 2019].

Cheshmeh, Z. A., Bigverdi, Z., Mohammad, E., Kowsari, E., Ramakrishna, S., Gheibi, M. (2023) A comprehensive review of used electrical and electronic equipment management with a focus on the circular economy-based policy-making, **Journal of Cleaner Production**, 389, 1-21.

Coughlan, P. e Coghlan, D. (2002) Action research for operations management, **International Journal Operational & Production Management**, 22(2), 220-240.

Demajorovic, J., Augusto, E. E. F., Souza, M. T. S. (2016) Reverse logistics of E-waste in developing countries: Challenges and prospects for the Brazilian model, **Ambiente & Sociedade**, 19(2), 117-136.

Echegaray, F. e Hansstein, F. V. (2017) Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil, **Journal of Cleaner Production**, 142, 180-190.

Fagundes, L. D., Amorim, E. S., Lima, R. S. (2017) Action research in reverse logistics for end-of-life tire recycling, Systemic Practice and Action Research, 30, 553-568.

Ferreira, V. F. M., Gonçalves-Dias, S. L. F., Vallin, I. C. (2019) Inclusion of waste pickers in the reverse logistics of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) – the case study of Projeto Eco Eletro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 51, 263-281.

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., Bel, G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), Bonn/Geneva/Rotterdam, 2020.

Fundo Monetário Internacional – **International Monetary Fund 2021**. Disponível em: < https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2021/eng/>. Acesso em set 2021.

Guarnieri, P., Silva, L. C., Levino, N. A. (2016) Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case, **Journal of Cleaner Production**, 133, 1105-1117.

Islam, M. T., Huda, N., Baumber, A., Shumon, R., Zaman, A., Ali, F., Hossain, R., Sahajwalla, V. (2021). A global review of consumer behavior towards e-waste and implications for the circular economy, **Journal of Cleaner Production**, 316, 1-36.

Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., Campos, D. F. (2012) Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução, **Produção**, 22(1), 1-13.

Mohebalizadeh, S., Ghazinoori, S. (2020) Developing a Technology Roadmap for Regenerative Medicine: A Participatory Action Research, **Systemic Practice and Action Research**, 34, 377-397.

Moura, J. M. B. M., Pinheiro, I. G., Lischeski, D., Valle, J. A. B. (2017) Relation of Brazilian institutional users and technical assistances with electronics and their waste: What has changed?, **Resources, Conservation and Recycling**, 127, 68-75.

Paes, C. E., Bernardo, M., Lima, R. S., Leal, F. (2016) Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Brazilian Public Education Institutions: Implementation Through Action Research on a University Campus, **Systemic Practice and Action Research**, 30(4), 377-393.

Pan, X., C. W. Y., Wong, Li, C. (2022) Circular economy practices in the waste electrical and electronic equipment (WEEE) industry: A systematic review and future research agendas, **Journal of Cleaner Production**, 365, 1-14.

Praet, E., Baeza-Álvarez, J., De Veer, D., Holtmann-Ahumada, G., Jones, J. S., Langford, S., Dearte, J. M., Schofield, J., Thiel, M., Wyles, K. J. (2023) Bottle with a message: The role of story writing as an engagement tool to explore children's perceptions of marine plastic litter. **Marine Pollution Bulletin**, 186, 1-14.

Sant'anna, L. T., Machado, R. T. M., Brito, M. J. (2014) Os resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no exterior: diferenças legais e a premência de uma normatização mundial, **Revista de Gestão Social e Ambiental**, 8(1), 37-53.

Santos, S. M. e Ogunseitan, O. A. (2022) E-waste management in Brazil: Challenges and opportunities of a reverse logistics model, **Environmental Technology & Innovation**, 28, 1-5.

SINIR - Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, 2019. Disponível em: <https://sinir.gov.br/component/content/article/63-logistica-reversa/474-acordo-setorial-de-eletroeletronicos>. [Acesso em mar. 2022]

Tibben-Lembke, R. S. e Rogers, D. S. (2002) Differences between forward and reverse logistics in a retail environment, **International Journal of Supply Chain Management**, 7(5), 271-282.

Uriarte-Ruiz, M. (2022) Exploring the obstacles towards the creation of a circular economy: Replacement and reuse of mobile phones in Greater Mexico City, **Journal of Cleaner Production**, 374.

Vieira, B. O., Guarnieri, P., Silva, L. C., Alfinito, S. (2020) Prioritizing barriers to be solved to the implementation of reverse logistics of e-waste in Brazil under a multicriteria decision aid approach, **Sustainability (Switzerland)**, 12(4337), 1-30.

ACESSIBILIDADE E INCLUSÃO: UMA ANÁLISE SOBRE A RELAÇÃO DOS ODS COM A MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE MACEIÓ - AL.

M.J.R. Pereira, S. F. C. de Lima.

RESUMO

Este artigo surge de uma Revisão do Estado da Arte em construção ligada à temática Acessibilidade Urbana e Inclusão, objetivando o embasamento teórico de uma tese de doutorado em curso. Durante as pesquisas para a formulação da tese vislumbrou-se a relação direta entre a acessibilidade urbana, os ODS, a MUS e a inclusão socioeconômica e cultural das PCD. O objetivo deste artigo é, através dos resultados da revisão bibliográfica, ratificar a afinidade entre esses temas e sua relação com os problemas de acessibilidade identificados na cidade de Maceió. A revisão contou com a realização de uma RSL, além de consultas a diferentes fontes como livros, artigos e teses visando o embasamento teórico da pesquisa e o auxílio na produção deste artigo. Concluiu-se que os ODS, a MUS e a Acessibilidade Urbana são elementos partícipes da inclusão das PCD e que não há cidade inclusiva sem a união destes elementos.

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade é um tema recorrente e presente sempre que se fala em mobilidade urbana, porém neste artigo a acessibilidade será tratada também como um importante componente para a inclusão das pessoas à cidade, em especial as pessoas com deficiência (PCD). Este artigo é fruto de uma revisão bibliográfica ou levantamento do estado da arte de uma pesquisa em andamento para um doutoramento em curso no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Iniciou-se com uma ampla revisão da literatura direcionada à acessibilidade urbana e sua importância para a inclusão socioeconômica das PCD e, como esperado, essa pesquisa conduziu o estudo a outros temas associados à acessibilidade urbana como a mobilidade urbana sustentável (MUS) e os direitos humanos das PCD.

Segundo Gerhardt *et al.* (2009) a revisão bibliográfica de um determinado assunto procura resumir as principais concepções previamente exploradas por outros pesquisadores sobre o tema, destacando críticas e incertezas, se existirem. Tem ainda que identificar as distinções e contribuições do seu próprio trabalho em relação às pesquisas anteriores sobre o assunto (Gerhardt, T.E. *et al.,* 2009). A revisão bibliográfica deve ter um foco bem amplo inicialmente, porém com o passar do tempo e evolução da pesquisa os recortes vão acontecendo e esse "foco" vai de estreitando. Ao ajustar o "foco" e aprofundar a pesquisa bibliográfica obteve-se opiniões recentes sobre a temática abordada por autores que reforçam o que pesquisadores basilares que escreveram e ainda escrevem sobre urbanismo, acessibilidade e inclusão das PCD nas últimas décadas já vêm falando. A acessibilidade e a

inclusão das PCD estão diretamente ligadas a uma urbe mais justa e equitativa, que aceite bem as diferenças dos corpos e das atitudes de todas as pessoas, uma cidade onde se locomover não signifique risco à vida de pessoas e onde se possa estabelecer uma relação saudável e duradoura com o lugar em que se vive, trabalha, estuda e se diverte.

Lefebvre (2001) nos faz uma indagação sobre as necessidades urbanas específicas "não seriam necessidades de lugares qualificados, lugares de simultaneidade e de encontros, lugares onde a troca não seria tomada pelo valor de troca, pelo comércio e pelo lucro?" (Lefebvre, 2001). Os lugares qualificados de Lefebvre não seriam pensados especificamente para PCD, mas para todas as pessoas, certamente os lugares acessíveis nas cidades, lugares estes ainda muito difíceis de encontrar, até mesmo em áreas urbanas tomadas pela especulação imobiliária e mais dificultosos ainda de se achar nas áreas de periferia.

Atualmente, segundo o IBGE, o Brasil tem uma população de mais de 18 milhões de PCD com dois anos ou mais de idade que apresentam alguma dificuldade em ouvir, enxergar e caminhar ou subir escadas, esse número representa 8,9% da população brasileira (IBGE, 2023). Para essa população a acessibilidade é sinônimo de inclusão e de respeito aos direitos humanos. Segundo Spineli *et al.* (2020) o direito à acessibilidade urbana permite à PCD ou às pessoas com mobilidade reduzida (MR) a paridade de movimentação na cidade, sem limitações ao direito ao acesso e usufruto aos bens e serviços urbanos (Spineli, A.L.P. *et al.*, 2020). Quando somamos às PCD o contingente de pessoas com MR os números sobem vertiginosamente, são dezenas de milhões de brasileiros que têm seus direitos humanos desrespeitados por ausência de acessibilidade nas cidades. Para o entendimento do real significado de "pessoa com deficiência" adotou-se, para a produção deste trabalho, a definição usada na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei n°13.146/2015 (LBI), lei que trata em conjunto com a Constituição Federal de 1988 e com a Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPCD) da Organização das Nações Unidas (ONU) dos direitos humanos das PCD no Brasil. Para a LBI (2015), pessoa com deficiência é:

> *aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas* (Brasil, 2015).

Outro conceito também retirado da LBI foi o de pessoa com mobilidade reduzida, que é:

> *aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso* (Brasil, 2015).

A Figura 1 traz exemplos de uma pessoa com deficiência (homem adulto deficiente visual com bengala de rastreio) e de uma pessoa com mobilidade reduzida (jovem mulher com o pé engessado e uso de muletas), ambas se deslocando em uma cidade, cada uma enfrentando suas próprias barreiras a acessibilidade.



Fig.1: Pessoa com Deficiência e Pessoa com Mobilidade Reduzida caminhando em uma área urbana.

A LBI e a CDPCD são documentos importantes para as PCD e com MR, mas além desses, outro documento importante para a garantia dos direitos humanos das PCD e com MR nas cidades são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Os ODS foram estabelecidos pela ONU como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, são compostos por 17 objetivos e 169 metas destinadas a orientar os esforços globais em direção a um futuro mais sustentável e inclusivo. Para Spineli *et al.* (2021) o projeto de desenvolvimento sustentável proposto pela ONU, por meio das várias vertentes dos ODS, foi lançado em um momento muito oportuno, um período que é caracterizado por uma tendência a perpetuar discriminações e diferenciações negativas, mantendo-as fora do campo de visão do público, impedindo, de forma indireta, que as PCD tenham acesso pleno aos seus direitos humanos (Spineli, A.L.P. *et al.*, 2021).

A cidade escolhida para ser o foco deste estudo foi a capital do estado de Alagoas, Maceió. Cidade de porte médio com, segundo o IBGE (2023), mais de 957 mil habitantes. Ainda de acordo com o IBGE (2023) o estado de Alagoas conta com atualmente com 10,5% de pessoas de 2 anos ou mais de idade com alguma deficiência, um percentual acima do nacional. Pesquisar sobre a acessibilidade urbana em uma cidade média brasileira é o grande desafio do estudo em curso e este artigo pretende apresentar a relação, já estabelecida, entre a acessibilidade urbana, a inclusão da PCD, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Mobilidade Urbana Sustentável (MUS).

2 A CONVENÇÃO SOBRE OS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA E A ACESSIBILIDADE.

A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPCD) foi adotada pela ONU em dezembro de 2006 e passou a vigorar em maio de 2008. Esta Convenção foi criada como uma resposta às necessidades globais de promover e proteger os direitos das PCD, estabelece um marco jurídico e social fundamental para a promoção e proteção dos direitos humanos dessas pessoas. O propósito da Convenção é promover, proteger e assegurar o exercício pleno e equitativo de todos os direitos humanos e liberdades fundamentais por todas as PCD e promover o respeito pela sua dignidade inerente, autonomia individual e liberdade de fazer as próprias escolhas com independência.

A CDPCD tornou-se para seus Estados partes, incluindo-se aí o Brasil, um elemento norteador dos direitos humanos das PCD. O Brasil assinou a Convenção em 2007, aprovando-a posteriormente em 2008, com a promulgação do Decreto Legislativo nº 186/2008 e depois o Decreto Executivo nº 6.949/2009. Ao ratificar a CDPCD, o Brasil se comprometeu a alinhar suas leis e políticas nacionais com os princípios e disposições da Convenção, mas a principal mudança foi na forma de compreender o que é a deficiência, a

CDPCD trouxe a visão do Modelo Biopsicossocial de deficiência. Para Garcia *et al.* (2017) o Modelo Biopsicossocial une as necessidades das PCD com as mudanças necessárias em seu entorno, para que a sua participação social aconteça com mais autonomia, conforto e segurança provendo respeito aos seus direitos e a inclusão necessária (Garcia, J.C.D. *et al.,* 2017).

Depois disso algumas leis foram criadas para adequar e regulamentar os artigos da CDPCD a realidade brasileira. Leis como a Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587/2012 (PNMU) e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei nº 13.146/2015 (LBI), conquistas nas vidas de milhões de PCD e com MR que vivem no Brasil. A PNMU visa promover o transporte acessível e sustentável, facilitando a mobilidade das PCD e a LBI incorporou muitos dos princípios da CDPCD, estabelecendo diretrizes para garantir a acessibilidade, a inclusão e a igualdade de oportunidades para as PCD no Brasil. A acessibilidade é um dos princípios gerais da CDPCD, tão relevante que recebeu destaque como artigo, o Artigo 9° da Convenção. Para a melhor compreensão da importância da acessibilidade, necessário se faz o entendimento de sua dimensão real através de seu conceito. A LBI (2015) traz uma das definições mais completas sobre o tema, para a lei acessibilidade é:

> *"a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por PCD ou com MR"* (Brasil, 2015, p. 9).

Segundo o artigo 9° da CDPCD (2008) para permitir que as PCD vivam de forma autônoma e participem integralmente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes adotarão medidas adequadas para garantir que essas pessoas tenham acesso, em condições de igualdade com as demais, ao ambiente físico, aos transportes, à informação e comunicação, incluindo sistemas e tecnologias de informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertas ao público ou de uso público, tanto em áreas urbanas quanto rurais (BRASIL, 2008).

Na Figura 2 pode-se observar qual a ação mais importante a ser tomada pelos Estados Partes para a garantia dos direitos humanos das PCD no que se refere à acessibilidade e onde essas ações devem impactar. Percebe-se que, para a Convenção, a acessibilidade está ligada ao direito de ir e vir que tem impacto direto na participação socioeconômica e cultural da PCD.

Artigo 9 – Acessibilidade	
Ação?	**Onde?**
Identificação e a eliminação de obstáculos e barreiras à acessibilidade:	a) Edifícios, rodovias, meios de transporte e outras instalações internas e externas, inclusive escolas, residências, instalações médicas e local de trabalho.
	b) Informações, comunicações e outros serviços, inclusive serviços eletrônicos e serviços de emergência.

Fig.2: Ações de identificação e eliminação de barreiras.

No Brasil para a consecução desse artigo da Convenção a LBI (2015) adotou a definição de barreiras à acessibilidade como sendo:

> *"[...] qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa, bem como o gozo, a fruição e o exercício de seus direitos à acessibilidade, à liberdade de movimento e de expressão, à comunicação, ao acesso à informação, à compreensão, à circulação com segurança, entre outros".* (BRASIL, 2015, p. 08)

O Decreto Federal n°5.296 de 2004 (que trata do atendimento prioritário) já havia classificado anteriormente as barreiras como *"barreiras urbanísticas, arquitetônicas, nos meios de transporte, nas comunicações e informações"* (BRASIL, 2004, p. 03). Normalmente as barreiras urbanísticas e arquitetônicas são agrupadas em um único item e, além disso, foram incluídas posteriormente também as barreiras atitudinais e tecnológicas (ENAP, 2020, p. 11). A Convenção associa em diversos de seus artigos a acessibilidade à mobilidade urbana, trazendo uma relação que dará o direcionamento de muitas ações para a reformulação de leis e normas que tratam de urbanismo e acessibilidade. Na Figura 3 observam-se os principais artigos da CDPCD que tratam de Acessibilidade, MUS e Inclusão da PCD.

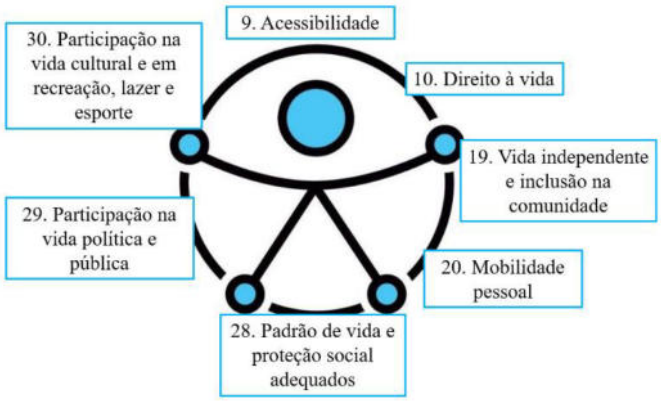


Fig.3: Artigos da CDPCD que tratam diretamente de Acessibilidade, MUS e Inclusão da PCD.

A Convenção, em seus 50 artigos, versa sobre os direitos das PCD e a legislação brasileira, desde as Leis Federais até as Municipais passaram a se adequar a essa realidade, mas no tocante à acessibilidade e sua correlação com ao direito a vida das PCD, uma vida independente e inclusa na sociedade, ainda há muito a se fazer. Muitas barreiras físicas, tecnológicas e atitudinais ainda impedem as PCD de exercer seus direitos, de participar na vida de sua cidade de várias formas, a inacessibilidade prejudica não só a mobilidade pessoal de pessoas com deficiência física, visual, auditiva, com nanismo, como também de idosos, pessoas obesas, gestantes, crianças e outras pessoas com MR.

Apesar de um enorme avanço no campo das ideias, a Convenção ainda carece de se tornar real no campo das iniciativas, não apenas advindas do poder público, mas também dos cidadãos comuns que constroem suas calçadas, defronte as suas casas, com inúmeros obstáculos as PCD e com MR.

3 OS DESAFIOS DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL, ACESSÍVEL E INCLUSIVA.

A mobilidade urbana sustentável refere-se à capacidade das cidades de proporcionar deslocamentos eficientes, seguros e acessíveis para todos os seus habitantes, ao mesmo tempo em que minimiza os impactos ambientais. Segundo Costa (2008) a Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana definiu MUS como um conjunto de políticas públicas em transporte e circulação que tem por meta promover o amplo e democrático acesso à cidade, priorizando os modos de transporte coletivos e não-motorizados, de forma efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável (Costa, 2008). Isso envolve a promoção de modos de transporte sustentáveis, como transporte público eficiente e limpo, ciclovias seguras e infraestrutura para o deslocamento pedonal de todas as pessoas.

Quando se refere aqui a mobilidade sustentável é importante ressaltar que, segundo o IPEA (2016), ela traz consigo três dimensões que auxiliam na apresentação dos pressupostos básicos de uma MUS, aonde a proteção ambiental, a sustentabilidade econômica e a justiça social tornam-se determinantes no processo de planeamento (IPEA, 2016). A Figura 4 apresenta as dimensões da mobilidade urbana sustentável.

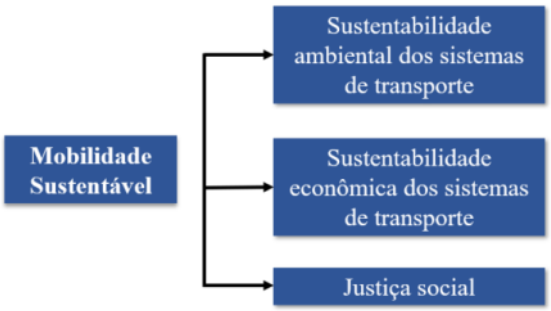


Fig. 4: Dimensões da mobilidade urbana sustentável.

Um dos elementos mais importantes que integra a acessibilidade urbana à MUS é a dimensão da Justiça Social, pois a sustentabilidade econômica e a ambiental são importantes, já que é sabido que um sistema de transporte não se mantém apenas com subvenção pública, ou seja, o lucro faz parte do jogo, porém o viés ambiental é fundamental para a garantia de um futuro que se sustente, mas nada disso importa sem a inclusão social das pessoas, em especial das PCD, que estão entre as mais vulneráveis no quesito locomoção. A Justiça Social refere-se a garantia de acessibilidade universal aos transportes, tanto relacionado ao valor das passagens, aos transportes adaptados para PCD, as gratuidades e a serviços especiais de transporte porta-a-porta para hospitais e outras instituições fornecidos a PCD e com MR em vulnerabilidade social.

Mas a MUS e a acessibilidade não se integram apenas quando falamos de transporte público, o deslocamento ou mobilidade pedonal, termo muito comum na Europa que designa o caminhar a pé, é um elo entre esses dois temas correlatos. Para Carvalho *et al.* (2023) a caminhabilidade pode ser designada como o atributo do espaço que possibilita que seus usuários o atravessem, sem preocupar-se com motivações (Carvalho, G.L.L. *et al.*, 2023). Então esse caminho só pode ser realizado por todas as pessoas, inclusive por PCD, com

autonomia, conforto e segurança se for acessível. Esse deslocamento pedonal pode ser de casa à parada de ônibus, ou à estação do metrô ou de trem, ou ainda ao trabalho, qualquer que seja o percurso só será considerado dentro dos padrões da CDPCD se for acessível e cabe ao poder público torna-los assim.

O Estatuto das Cidades, Lei Federal n° 10.257, de 10 de julho de 2001, em seu capítulo sobre Política Urbana prevê que toda cidade com mais de 20 mil habitantes terá um Plano Diretor e que este instrumento legal seria o elemento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana das cidades. O município de Maceió tem um Plano Diretor desde 2005, que está defasado, pois deveria ter sua revisão desde 2015, nele estão previstas uma série de ações para dispor acessibilidade urbana para a cidade, porém as ações não se concretizam de maneira integrada em toda cidade deixando muitas pessoas sem acesso e com inúmeras barreiras ao seu deslocamento. Para vencer as barreiras nas cidades existe um elemento importante e componente da mobilidade urbana, a rota acessível. Segundo Pereira (2021) ela apresenta-se como uma rota para que a pessoa, qualquer pessoa, mas principalmente aquela com algum grau de MR, possa acessar a todos os ambientes possíveis (Pereira, 2021). A norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas que trata da acessibilidade é a NBR 9050 atualizada em 2020, para a NBR9050 (2020) rota acessível é:

> *"trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecte os ambientes externos ou internos de espaços e edificações, e que possa ser utilizado de forma autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência e mobilidade reduzida. A rota acessível pode incorporar estacionamentos, calçadas rebaixadas, faixas de travessia de pedestres, pisos, corredores, escadas e rampas, entre outros"* (ABNT, 2020, p. 19).

Importante se faz ressaltar a esta altura que a rota acessível, anteriormente conceituada pela NBR9050/2020 deve ser uma opção e não uma determinação às PCD e com MR, pois o principal intuito da acessibilidade é que todas as pessoas consigam desempenhar suas tarefas com autonomia, conforto e segurança, autonomia inclusive de escolha se quer ou não usar a rampa, o piso podotátil, o corrimão ou a rota definida por um arquiteto. É certo que todas as PCD não tem a mesma autonomia, uma pessoa cadeirante, mas sem controle de tronco (tetraplégica) por exemplo, não conseguirá usar um sanitário acessível sozinha e necessitará do auxílio de um acompanhante, mas existem diversas outras PCD que tem um desempenho de atleta e conseguem usar uma escada ou caminhar ou ainda rodar com sua cadeira na grama, então a rota acessível deve ser uma opção para todas as pessoas que desejarem usá-la (Figura 5).



Fig.5: Exemplo de PCD com boa mobilidade graças ao uso de próteses/órteses e desempenho físico.

A correlação aqui estabelecida entre a MUS e a acessibilidade urbana é importante para que se compreenda de uma vez por todas a importância da acessibilidade, especialmente para as PCD. Segundo Spineli *et al.* (2019) acessibilidade urbana não é apenas modificar um único aspecto da vida urbana enfrentada diariamente por PCD, faz-se essencial desenvolver um projeto de acessibilidade abrangente, que leve em consideração todo o trajeto que o indivíduo pode utilizar para alcançar seus destinos ou realizar seus desejos mais simples, como se deslocar pela cidade sem dificuldades (Spineli, A.L.P. *et al.*, 2019). Este projeto abrangente de acessibilidade envolve um Plano Diretor, a MUS e um Plano de Rotas Acessíveis estruturado para atender a todas as pessoas, mas em especial aquelas que mais necessitam de acesso.

Muitas áreas periféricas da cidade de Maceió não têm nenhuma acessibilidade, rotas acessíveis que façam a ligação das residências às paradas de ônibus, estação de trem, unidades de saúde ou escolas, são elementos desconhecidos e completamente inexistentes, enquanto em outras, mais privilegiadas tem uma certa acessibilidade, porém ainda há muitos problemas. Na Figura 6 tem-se o exemplo de dois passeios públicos, o primeiro (à esquerda) no bairro do Jacintinho, periferia de Maceió, onde identificamos a irregularidade no piso, a presença de muitas barreiras e a diferença de largura no passeio. A segunda imagem (ao centro) mostra o bairro mais privilegiado da cidade de Maceió, um oposto à periferia, a Ponta Verde, onde o metro quadrado dos apartamentos chega facilmente a cinco mil reais. A calçada deveria seguir o padrão adotado e indicado em norma (terceira imagem, à direita), porém apesar do passeio ser bem largo o piso é trepidante, não tem piso podotátil ou possibilidade do uso dos muros como guia de balizamento e os elementos (postes e árvores) que deveriam estar na Faixa de Serviço estão no meio da Faixa Livre. Ou seja, mesmo nas áreas privilegiadas da cidade de Maceió ainda há muita dificuldade de acesso para as PCD e com MR.



Fig.6: Imagem de passeios públicos em diferentes bairros de Maceió com elementos irregulares e ilustração da correta divisão das faixas de um passeio.

A MUS só pode ser, de fato, considerada como tal se trouxer junto a ela a acessibilidade urbana e promover a inclusão das PCD, para tanto, como já citado anteriormente, a cidade deve ter a capacidade proporcionar aos seus moradores deslocamentos eficientes, seguros e acessíveis. As modalidades de deslocamento pedonal, os veículos não-motorizados e, preferencialmente, os coletivos devem ser priorizados em detrimentos ao transporte individual. Porém não basta minimizar os impactos ambientais, é necessário que todas as pessoas possam utilizar de todos os meios de transporte, seja através de programas de gratuidade e de tarifas justas, mas também de acessibilidade nas paradas de ônibus e estações de trens e metrôs, além da presença de rotas acessíveis ligando as casas das pessoas aos lugares que desejam frequentar.

4 OS ODS, A MUS E A ACESSIBILIDADE: POR UMA CIDADE MAIS INCLUSIVA

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma iniciativa global estabelecida pelas Organização das Nações Unidas em setembro de 2015, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Os ODS sucederam os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que foram estabelecidos em 2000 e expiraram em 2015. O lema "Não deixar ninguém para trás" é o sustentáculo da Agenda 2030.

Os ODS são compostos por 17 objetivos, que estão interconectados entre si e 169 metas destinadas a orientar os esforços globais em direção a um futuro mais sustentável e inclusivo. Eles abrangem um grande leque de questões socioeconômicas, ambientais e institucionais, incluindo a erradicação da pobreza, igualdade de gênero, saúde, educação, energia limpa, justiça social, paz e parcerias globais. Dentre os 17 objetivos alguns estão relacionados de maneira mais clara com a MUS e a acessibilidade, na Figura 7 observam-se esses objetivos e quais as suas metas mais intimamente ligadas à MUS e acessibilidade.

Os ODS que melhor se relacionam à MUS e a Acessibilidade Urbana	
ODS 3 - Saúde e Bem-Estar	Promove a redução de acidentes de trânsito e a melhoria da saúde pública através de ambientes urbanos mais seguros e ativos.
ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis	Destaca a necessidade de tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, com ênfase em transporte acessível e sustentável.
ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima	Encoraja a redução das emissões de carbono, com ênfase em transportes públicos eficientes e não motorizados.

Fig.7: ODS mais relacionados à MUS e a Acessibilidade Urbana.

Quando se discute o objetivo 3, de Saúde e Bem-Estar, obrigatoriamente deve-se recordar da definição da Organização Mundial da Saúde (OMS) que conceitua saúde como não somente a ausência de doenças, mas sim um estado de completo bem-estar físico, mental e social (BRASIL, 2008). É determinante para que esse quadro seja alcançado que as pessoas habitem uma cidade onde pode-se alcançar aos lugares com autonomia, valorizando suas capacidades pessoais, com conforto, sem ser necessário dispender um esforço maior do que se pode fazer e com segurança, isentando a pessoa de riscos a sua saúde física e mental.
A valorização da PCD pode ser obtida através do respeito ao seu direito de acesso a serviços, à educação, ao trabalho e ao lazer, respeitando sempre a diversidade de capacidades de cada PCD. Esse acesso pode ser através de uma rota acessível que permita o deslocamento da pessoa ao seu destino com ou sem o uso de transportes, caminhando ou pedalando, mas que permita a promoção de seu bem-estar psicossocial. Na Figura 8 tem-se o exemplo de programa da Prefeitura do município de Maceió que torna um trecho da praia de Pajuçara acessível a PCD ou com MR, permitindo as pessoas momentos de lazer e diversão inclusiva auxiliando a sua saúde física e mental.



Fig.8: Programa Praia Acessível da Prefeitura de Maceió.

O ODS de número 11 busca a promoção de Cidades e Comunidades Sustentáveis, esse objetivo vem se contrapondo à concentração da população mundial nas cidades e ao crescente impacto ao meio ambiente por elas gerado. A acessibilidade aparece como elemento aliado a MUS para aumentar a capacidade das cidades em se tornar mais inclusivas (acessíveis), seguras, resilientes e sustentáveis. Este objetivo em especial é o que mais apresenta proximidade às questões de acessibilidade urbana e exemplos como o da Figura 8 (Programa Praia Acessível) em Maceió são uma prova que falta a integração das ações de acessibilidade na cidade, pois uma cidade como Maceió que tem mais de 15 praias urbanas e quase 40 km de litoral só fornece um único trecho de uma praia com acessibilidade. Um Plano de Rotas Acessíveis, previsto para os Planos Diretores municipais na alteração do Estatuto das Cidades quando a LBI inclui o §3º no artigo 41 deste estatuto em 2015, poderia em conjunto com a iniciativa de um projeto de MUS prover a cidade de rotas acessíveis passíveis de uso por PCD caso assim desejassem. Silva *et al.* (2019) lembra que os municípios têm que criar um Plano de Rotas Acessíveis que permitam passeios públicos e acessibilidade no espaço urbano, principalmente em áreas com intensa circulação de pedestres e com atendimento ao público, sempre levando em conta a integração com o transporte coletivo (Silva *et al.*, 2019). Outro problema é levantado por Vanderschuren *et al.* (2021), segundo a pesquisadora em muitos casos o acesso equitativo não é previsto no planeamento dos transportes públicos, já que PCD ou com MR que usam formas auxiliares de mobilidade (muletas, bengalas ou cadeiras de rodas) encontram uma enormidade de barreiras físicas quando da utilização do transporte público em estações de metrô ou paradas de ônibus inacessíveis (Vanderschuren *et al.*, 2021).

Não tem como falar de sustentabilidade sem relacionar ao objetivo 13, de ação contra a mudança global do clima, esse ODS é parte ativa na mudança pela qual a cidade deve passar, a redução das emissões, do consumo de combustíveis fósseis e o uso racional dos transportes coletivos movidos a energia limpa, além do incentivo aos transportes não-poluentes como as bicicletas e ao deslocamento pedonal. Boa parte dessas ações se interconectam com a acessibilidade urbana através das rotas acessíveis como já discutido anteriormente neste artigo.

Destarte pode-se afirmar que os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável ao se preocupar com as PCD fazem jus ao lema “não deixar ninguém para trás”, pois a atenção com a inclusão da PCD está bem representada nos objetivos destacados. É importante frisar também que outros objetivos presentes nos ODS, além dos já citados, também estão atentos à inclusão socioeconômica e cultural das PCD, segundo Spineli *et al.* (2021) os objetivos que trazem aspectos relacionados ao acesso igualitário aos diferentes níveis da educação, da superação das diferenças como forma de inclusão, de empoderamento das PCD e da

promoção do trabalho com oportunidades para todas as pessoas seguem os preceitos da DDPCD (Spineli, A.L.P. *et al.*, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a relação aqui estabelecida entre acessibilidade, os ODS e a MUS o presente artigo reforça que para a garantia plena do respeito aos direitos humanos e a inclusão socioeconômica e cultural das PCD e com MR em uma cidade como Maceió, esses elementos têm que ser levados em conta para o estabelecimento das políticas públicas urbanas. As dificuldades e barreiras vivenciadas diariamente pelas pessoas em Maceió se tornam ainda maiores ao ser enfrentadas por PCD e com MR. Só existirá uma cidade justa e acolhedora quando ela for acessível a todas as pessoas e este artigo indicou caminhos para tal transformação.

Em uma cidade de médio porte como a capital alagoana a preocupação com a mobilidade urbana é presente e constante, órgãos públicos têm promovido mudanças no trânsito, implementação de novas linhas de ônibus e recuperação de ramais de trens urbanos, mas todas essas ações ocorrem de forma isolada, sem uma unidade e com o foco limitado à resolver problemas já existentes, sem se ocupar em antever os problemas que virão. A MUS só ocorre quando o pensamento e as ações do poder público acontecem de forma integrada e totalmente voltada à sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Constatou-se também neste artigo a falta da integração entre os propósitos dos poderes municipais (legislativo e executivo) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para tornar a cidade de Maceió um local inclusivo para todas as pessoas. As ações do poder público ainda necessitam de ordenação e integração para que a Cidade venha a se tornar um lugar que respeita às pessoas, com acessibilidade e garantia de respeito aos direitos humanos das PCD. Outro ponto abordado neste estudo mostrou que a acessibilidade urbana plena ainda não é real, apesar de iniciativas público-privadas na promoção de melhorias urbanas criando trechos de rotas acessíveis em determinados locais da cidade, porém sem a integração que apenas um Plano de Rotas Acessíveis traria. Faz-se importante lembrar que a rota acessível existe para o uso de todas as pessoas que assim desejarem, não sendo uma imposição, porém é esse elemento de acessibilidade que auxiliará as PCD ou com MR a transitarem por diversos locais com autonomia, conforto e segurança.

Certamente a revisão do estado da arte em curso trará novas informações à pesquisa de doutorado e outros trabalhos devem surgir a partir destas informações. É seguro afirmar que outras pesquisas devem abordar a temática da acessibilidade urbana e relacioná-la a inclusão e a garantia dos direitos humanos das PCD, pois essa temática é essencial à atualidade e um fator decisivo para que os objetivos da Agenda 2030 sejam alcançados e que as cidades sejam lugares mais acolhedores para todas as pessoas.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2020). **NBR 9050:2020 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**, 4. ed., Rio de Janeiro.

BRASIL (2011). Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. **Decreto legislativo**

nº 186, de 09 de julho de 2008: Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009, 4. ed., rev. e atual., Brasília, SDH/SNPDPD.

CARVALHO, G.L.L.; FRANÇA, R.F.S.M.; SILVA, E.M.; SILVEIRA, J.A.R.; SILVA, P.R.O. (2023). Usos e mobilidade pedonal como potencializadores da vitalidade urbana: um estudo de caso da Praça da Bandeira em Campina Grande-PB. **XX ENAPUR**, UFPA, Belém, 22 – 26 maio 2023.

Costa, M.S. (2008). **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Orientador: SILVA, A.N.R. Tese - Doutorado-PPG em Eng. Civil e Área de Concentração Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes - EESC da USP, São Carlos.

Dias, J.; Neto, J.S. (2021). **Comentários aos direitos da pessoa com deficiência**, 2. ed., Brasília, OAB Editora.

Garcia, J.C.D.; Instituto de Tecnologia Social – ITS BRASIL (2017). **Livro Branco da Tecnologia Assistiva no Brasil,** São Paulo, ITS BRASIL.

Gerhardt, T.E.; Silveira, D.T. (2009). **Métodos de pesquisa**, UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS, Porto Alegre, Editora da UFRGS.

Ipea (2016). **Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Rio de Janeiro, Ipea.

SILVA, P.A.J.; FREITAS JR, F.F. (2019). ADEQUAÇÃO DE ELEMENTOS URBANÍSTICOS AO ESTATUTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA: O CASO DE PELOTAS/RS. **Revista de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade**, v. 5, n. 2, p. 55 – 71.

Spinieli, A.L.P; Souza, L. P. (2020). A dimensão cidadã do direito à cidade: mobilidade urbana para as pessoas com deficiência. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 6, n. 1, p. 1 – 11.

Spinieli, A.L.P; Souza, L. P. (2020). Pessoas com deficiência e o direito à cidade: pensando a acessibilidade urbana. **Anuario de Derecho Constitucional Latinoamericano**, p. 501 – 515.

Spinieli, A.L.P; Camargo, M. S. (2021). Pessoas com deficiência e a agenda 2030 da ONU: desafios contemporâneos frente ao direito à educação inclusiva. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 5, n. 13, p. 85-93.

Vanderschuren, M.J.W.A.; Nnene, O.A. (2021). Inclusive planning: African policy inventory and South African mobility case study on the exclusion of persons with disabilities. **Health Res Policy Sys**. p. 1 – 12.

PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO PAÇO DO LUMIAR EM LISBOA

A. R. Vieira, J. M. G. Lopes, I. M. M. Martins

RESUMO

A preservação de zonas históricas de Lisboa é essencial para continuarem vivas as memórias e as identidades coletivas. Uma dessas zonas é o Paço do Lumiar em Lisboa, lugar de relevância histórica desde o século XVI possuindo inúmeras edificações de valioso interesse patrimonial e cultural. O artigo pretende mostrar que o Paço do Lumiar em Lisboa carece de uma intervenção de requalificação e reabilitação integrada do ponto de vista da sua diversidade edificada, habitacional e cultural, tendo em conta a coesão social e o desenvolvimento local. Assim, após umas breves notas sobre a história do local e de contextualização e justificação desta comunicação, faz-se uma análise do edificado, com um levantamento das anomalias observadas nos principais elementos construtivos que evidenciam essa necessidade de intervenção integrada.

1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

O Paço do Lumiar sobressai pela sua peculiaridade histórica e edificada que ao longo dos tempos conferiu especificidades a este tecido urbano, fazendo deste lugar um paradigma da cidade de Lisboa.

Conhece-se o interesse por este lugar desde a Idade Média que advém da sua topografia tendencialmente plana e da excelente qualidade do seu solo bastante favorável à fixação das primeiras comunidades agrícolas.

Por ser um lugar apreciado, em meados do século XIII, D. Afonso III manda edificar neste território um templo, onde atualmente está implantada a Igreja Paroquial de S. João Baptista do Lumiar, tornando-se este espaço uma referência para a prática religiosa e de atividades comerciais (tal como o comércio de gado no terreiro junto ao edifício).

Anos mais tarde, D. Dinis, em 1312, doa estas terras dos arredores da cidade ao seu filho bastardo D. Afonso Sanches passando-se a designar por Paços do Infante D. Afonso Sanches.

Porém, ainda no século XIV, o Rei de Portugal D. Afonso IV confisca todos os bens ao seu irmão, e altera a denominação de Paços do Infante D. Afonso Sanches para Paço do Lumiar, agregando a este lugar a povoação contigua.

Nos finais do século XV e no início do século XVI a povoação de origem medieval régia reconfigura-se com o aparecimento de quintas que abasteciam grande parte da cidade através das suas produções horto frutícolas e vinícolas e também por ser um local estratégico para a entrada na cidade de Lisboa.

Já no século XVIII, particularmente após o terramoto de 1755, que devastou grande parte de Lisboa, o Paço do Lumiar tornou-se atrativo para muitas famílias nobres que se desejavam fixar nesta zona do Lumiar em busca de bons ares. A partir deste momento, o Paço do Lumiar inicia a maior mudança na configuração do seu território, pois, apesar da sua vocação agrícola, surgem notáveis edificações como palácios, palacetes associados a grandes zonas de lazer, como jardins e quintas, realçando os valores humanistas da época e o apreço pelo espaço natural. Estas edificações tornam-se residências de nobres proprietários da sociedade da época e dos seus empregados. Até ao final do século XIX este espaço não sofreu significativas alterações morfológicas, tal como documentam registos gráficos (Figura 1).



Fig. 1 Levantamento da planta de Lisboa 7T (imagem A) e Lisboa 8T (imagem B). (Silva, 1907)

2 LOCALIZAÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO

O Paço do Lumiar localiza-se a norte do concelho da cidade de Lisboa, pertence à freguesia do Lumiar, uma das 31 freguesias mais antigas de Lisboa, tal como referido na Lei de 20 de agosto de 1654, onde se enumeraram as Freguesias e Lugares do Termo de Lisboa (Mantas, 2003).

Este lugar durante séculos destacou-se pelo seu relevante panorama histórico, arquitetónico, socioeconómico, e pela sua considerável extensão territorial. As escassas referências bibliográficas e poucos registos gráficos conhecidos, suscitaram interesse para o estudo de uma das áreas mais notáveis do edificado da Freguesia do Lumiar – o Paço do Lumiar, que agora aparenta tender a ser esquecido.

O interesse da escolha do Paço do Lumiar para este artigo, resultou da existência de apreciáveis arquiteturas num só lugar, que se consideram exemplos notáveis, como: Palácios, Jardins e Quintas, que peculiarmente estabelecem relações com as “vizinhas”

arquiteturas tradicionais portuguesas por entre a Estrada do Lumiar, o Largo de São Sebastião Baptista, a Rua Esquerda, o Largo do Paço, a Rua Direita, o Largo de São Sebastião e a Estrada do Paço do Lumiar e que configuram este território heterogéneo.

Estas arquiteturas consideradas notáveis (Figura 2) estão referenciadas pela Direção-Geral do Património Cultural como edificações de interesse público (DGPC, 2003).

Com estes atributos, o Paço do Lumiar apresenta uma morfologia urbana irregular e de pequena escala, modelado por Largos exíguos e por Ruas e Azinhagas estreitas ladeadas por um edificado compacto de predominância tradicional portuguesa e por edificações notáveis, na sua grande maioria datadas do século XVIII e XIX, onde a austeridade dos seus elementos arquitetónicos exteriores contrastam com a exuberância decorativa dos seus interiores, com pinturas, estuques e azulejos, podendo dizer-se que a cultura e a erudição artística é transportada da capital para o meio rural por esta via.

Assim, a arquitetura residencial é predominante, com testemunhos de vários estilos arquitetónicos, como o Pombalino, o Neoclássico, o Revivalista, entre outros.



Legenda: 1-Palácio dos Marqueses de Angeja; 2-Palácio do Monteiro-Mor; 3-Casa da Quinta do Barrete; 4-Quinta das Hortênsias; 5-Casa da Quinta dos Azulejos; 6-Casa no Largo de São Sebastião; 7- Jardins da Quinta de São Sebastião; 8-Quinta de Nossa Senhora da Paz; 9-Quinta de São Cristóvão; 10-Capela de São Sebastião; 11-Quinta do Conde do Paço; 12-Casa da Quinta do Pisani; 13-Igreja de São João Baptista, Igreja Paroquial do Lumiar; 14-Quinta do Espie

Fig. 2 Localização dos edifícios notáveis (2024)

No entanto, a arquitetura religiosa também se faz notar através da Igreja de São João Baptista e da Capela de São Sebastião, datadas do século XVI, ambas com estilos arquitetónicos Manuelino e Barroco.

Ressalva-se que as edificações consideradas de interesse público sofreram ao longo dos tempos alterações formais e estéticas, resultantes de incêndios havidos, do gosto dos seus proprietários ou das mudanças de uso/função a que se destinaram. Estes factos contribuíram

para um enriquecimento formal e eclético arquitetónico do edificado, reflexo da história e das memórias do lugar (Tabela 1).

Tabela 1 Utilização e localização dos edifícios de interesse público

Edifício	Data de construção	Utilização inicial	Utilização atual	Localização
1. Palácio dos Marqueses de Angeja	Séc. XVIII, XIX e XX	Residencial	Cultural (Museu Nacional do Traje)	Estrada do Lumiar
2. Palácio do Monteiro Mor	Séc. XVIII e XIX	Residencial	Cultural (Museu Nacional do Teatro e da Dança)	Estrada do Lumiar
3. Casa da Quinta do Barrete	Séc. XIX	Residencial	Sem utilização (Câmara Municipal de Lisboa)	Estrada do Lumiar
4. Quinta das Hortênsias	Séc. XVIII, XIX e XX	Residencial	Residencial (Privada)	Largo do Paço
5. Casa da Quinta dos Azulejos	Séc. XVIII, XIX e XX	Residencial	Educativa (Colégio privado)	Largo Padre Augusto Gomes Pinheiro com a Rua Esquerda
6. Casa no Largo de S. Sebastião	Séc. XIX	Residencial	Sem utilização (Privada)	Largo de São Sebastião
7. Jardins da Quinta de S. Sebastião	Séc. XVIII e XX	Residencial	Residencial (Habitação coletiva privada)	Estrada do Paço do Lumiar
8. Quinta da Nossa Senhora da Paz	Séc. XVIII e XX	Residencial	Sem utilização (Câmara Municipal de Lisboa)	Estrada do Paço do Lumiar
9. Quinta de S. Cristóvão	Séc. XVIII e XX	Residencial	Política e Administrativa (Liga dos Bombeiros Portugueses)	Largo de São Sebastião
10. Capela de S. Sebastião	Séc. XVI, XVII e XVIII	Religiosa	Sem utilização	Largo de São Sebastião
11. Quinta do Conde do Paço	Séc. XIX	Residencial	Educativa (Colégio privado)	Rua Direita
12. Casa da Quinta do Pisani	Séc. XIX	Residencial	Sem utilização (Privada)	Rua Direita
13. Igreja de S. João Baptista	Séc. XVI, XVII, XVIII e XX	Religiosa	Religiosa	Largo de São João Baptista
14. Quinta do Espie	Séc. XVIII e XIX	Residencial	Residencial (Habitação coletiva privada)	Largo de São João Baptista

Quanto às edificações de caráter habitacional que fazem parte do conjunto escolhido para este estudo, estas sofreram modificações resultantes de catástrofes e das necessidades ou do gosto dos seus moradores, o que nem sempre contribuíram para a uma melhoria global do espaço urbano.

Por fim, acresce-se que as quintas urbanas e jardins também ao longo dos tempos sofreram alterações formais, agregando e desagregando espaços e reconvertendo os seus usos, criando por vezes uma desarticulação com o conjunto edificado consolidado do Paço do Lumiar.

Estas situações levaram à gradual descaracterização da ambiência do lugar e ao seu progressivo abandono, colocando-o em risco e apagando a sua identidade e a sua história.

Entende-se que esta situação advém não só da incompreensão das precedências dos factos cronológicos referentes ao espaço edificado e natural, mas também da aparente falta de sensibilidade e de desleixo de entidades públicas.

As medidas de requalificação de áreas antigas das cidades e em lugares fortemente ameaçados só foram tidos em conta em finais do século XX, muito tardiamente comparativamente à restante Europa, fazendo com que aumentasse a "gentrification", obrigando a população residente desta área a procurar nos subúrbios, ou nas novas zonas da cidade, lugares para se fixarem e para colmatarem as lacunas existentes quanto à qualidade vivencial e habitacional, acabando assim por originar uma maior segregação social. Outro

problema que acresce, advém do atual surto especulativo imobiliário com o aparecimento de novos empreendimentos para habitação coletiva descaracterizadores do lugar, que fazem destes locais "tábuas rasas" das pré-existências. O que se pretende dizer é que as novas intervenções nestes locais deverão procurar cumprir os atuais requisitos regulamentares, sem que sejam descaracterizados a arquitetura e o espaço urbano.

Acrescenta-se que os Planos Urbanos propostos para a cidade de Lisboa na década de 70 do século XX não tiveram em conta os "espaços antigos" da cidade, como o caso dos bairros que circundam a área de estudo. Como resultado destes Planos Urbanos de Lisboa, estes bairros não vincularam uma relação conciliadora com o Paço do Lumiar.

Entende-se que só estabelecendo uma relação dinâmica entre o Passado e o Presente poderemos ter cidades e sociedades mais enriquecidas, que dependam fundamentalmente, se não exclusivamente, da variedade conservada, das morfologias dos tecidos históricos e do bom estado das arquiteturas heterogéneas - como referido na Carta Internacional para a Salvaguarda das Cidades Históricas 1987 ou na anterior Declaração Amesterdão 1975 que aborda a conservação integrada como sendo de maior importância; assim, terá que existir um compromisso por parte dos poderes locais e da sociedade civil para que se assegure de forma harmoniosa a conservação e reabilitação urbana.

3 OBSERVAÇÃO CRÍTICA

Na área de estudo que se propôs analisar, constatou-se um número importante de edificações em mau estado de conservação, com uma significativa deterioração, levando alguns edifícios ao estado de ruína (contaram-se 4) e outros ao seu abandono (mais 2).

A maioria das edificações tradicionais destinadas à habitação, sofreram intervenções nas fachadas e, algumas, também nas coberturas, que as descaracterizaram e, consequentemente, provocaram "ruído" na imagem do conjunto edificado. Para além deste aspeto, parte dos edifícios aparentam precariedade habitacional ou deficientes condições de habitabilidade.

Quanto aos imóveis públicos e culturais, identificaram-se problemas na conservação das fachadas, coberturas e muros (Figura 3). Apresentam precariedade funcional e programática, com falhas na articulação entre os espaços e as atividades neles desenvolvidas. Quanto aos seus espaços verdes, como jardins e parques, não asseguram na maioria dos casos valores ambientais qualificados ou atratividade para os visitantes.

No entanto, existem outros edifícios públicos, também eles de valores arquitetónicos e históricos apreciáveis, em piores circunstâncias, encontrando-se devolutos e em ruína, não lhes tendo sido atribuído nenhum programa ou função ao longo de anos. Estes edifícios acabam por comprometer a sua segurança, a memória histórica e a ambiência do lugar.

Os espaços públicos e os arruamentos requerem maior cuidado e limpeza, um planeamento integrador e articulado com os espaços verdes. Denotam-se falhas nos equipamentos urbanos, nas sinaléticas, nas infraestruturas e nas vias de comunicação. Verifica-se ainda ausência de práticas de defesa ambiental.

Ressalva-se que as entidades atratoras e vitais deste lugar são as educativas, todas privadas (e ainda dois espaços de restauração), com a natural limitação horária e carácter monofuncional. Estas ocupam edificações de interesse público, encontram-se preservadas,

apesar de terem sofrido adaptações espaciais para receberem os seus programas funcionais. Requerem apenas uma manutenção mais amiudada para continuarem a assegurar o bom estado de preservação.



Espaço público



Edifícios de interesse público

Fig. 3 Vista de ambiências do Paço do Lumiar

4 MEDIDAS DE INTERVENÇÃO

Deve-se incentivar e implementar um equilíbrio entre a preservação histórica e o desenvolvimento económico, fundamentados em princípios de salvaguarda patrimonial conjuntamente com ações ativas por parte de entidades públicas, privadas e das comunidades locais. Para o caso de estudo em questão, enumeram-se seguidamente algumas ações para satisfazer aqueles requisitos gerais:

- Promover espaços comunitários: requalificar os edifícios públicos e espaços verdes (jardins e hortas); criar equipamentos de uso público e comunitário;
- Promover a acessibilidade/mobilidade pedonal: requalificar as fachadas dos edifícios e os muros de quintas, das azinhagas e ruas; melhorar as condições de higiene da via pública; requalificar a rede de iluminação pública utilizando dispositivos com melhor eficiência energética; melhorar a pavimentação e a rede de águas pluviais, pelo menos ao nível dos dispositivos de recolha da água das chuvas (sarjetas);
- Requalificar os espaços públicos: criar planos de gestão de ciclos hidrológicos; valorizar/atribuir novos equipamentos urbanos e sinalética; minimizar os impactos visuais das infraestruturas elétricas e telecomunicações; atribuir/delimitar o estacionamento de automóveis, motociclos e bicicletas;
- Promover melhor acesso à habitação: criar apoios/incentivos para a requalificação ligeira e moderada no edificado;
- Promover a coesão socioeconómica e educativa: participação da comunidade local em ações educativas; criar parcerias dinâmicas entre as comunidades culturais locais e as comunidades educativas locais; criar estratégias de valorização da diversidade natural de interesse público com as comunidades locais;
- Reabilitar e promover os edifícios de interesse público: conceder funções dinamizadoras e rentáveis aos espaços, tornando-os atrativos; limitar a privatização dos espaços reduzindo-os, muitas vezes, à monofuncionalidade;

- Rever e conceber políticas de reabilitação local: criar equipas pluridisciplinares salvaguardando a conservação integrada do bairro e um desenvolvimento equitativo; criar maior proximidade de organismos públicos com as várias entidades privadas;
- Promover reabilitação excecional: intervir nos edifícios notáveis, de interesse público, assentes sobre os mesmos princípios de sustentabilidade socioeconómica e de natureza ambiental (Pinheiro, 2006).

5 ANOMALIAS NA ENVOLVENTE EXTERIOR DOS EDIFÍCIOS

5.1 Generalidades

Na ótica da reabilitação, conservação ou requalificação do espaço edificado, julgou-se útil observar e analisar as principais anomalias que se verificam nos vários edifícios do Paço do Lumiar, não só os de interesse público (ou notáveis) mas todos os outros que integram o bairro em questão. Pretende-se deste modo dar uma visão global do estado de conservação desses edifícios, que permita priorizar intervenções de reabilitação/conservação que se julgam importantes ser previstas, nomeadamente nos referidos edifícios notáveis de interesse público. Registe-se que, nestes, as anomalias observadas são, na generalidade dos casos, idênticas às verificadas nos restantes edifícios.

Neste sentido, foi feito um levantamento, edifício a edifício (foram 101 os edifícios analisados, embora alguns deles tenham mais do que um número de porta), das anomalias que foi possível observar pelo exterior na sua envolvente (fachadas, coberturas e caixilharia). Atendendo ao grande volume de informação e de registos fotográficos realizados, que não caberiam no espaço desta comunicação, será apenas apresentada uma síntese do observado, feita uma breve análise das causas presumíveis da patologia verificada e ainda dadas sugestões genéricas para trabalhos de reparação, conservação ou reabilitação.

Note-se que este levantamento, embora relativamente exaustivo, não só em relação às soluções construtivas, mas especialmente em relação às anomalias observadas pelo exterior, não pretende substituir o que tenha de ser feito com vista às intervenções de reparação, conservação ou reabilitação dos edifícios, nomeadamente para avaliar qual a situação existente no interior de cada um deles. A descrição da patologia apresentada em 5.3, e os breves comentários sobre as suas causas, servem apenas como informação e como medida orientadora, para as entidades ou donos-de-obra que tenham de intervir no espaço edificado, da situação patológica existente nos locais mencionados.

5.2 Soluções construtivas

Da informação que foi possível recolher (DGPC, 2003) e do que foi observado, indicam-se a seguir as principais soluções construtivas da referida envolvente exterior.

As coberturas são de duas, três, quatro águas (ou mesmo mais), revestidas com telhas cerâmicas de aba e canudo ou de canudo (antiga portuguesa), de beirado simples ou com platibandas, existindo também, em número muito reduzido, revestimentos em chapa de zinco, de fibrocimento e em soletos de ardósia (uma situação observada para cada caso).

Quanto às paredes de fachada, que são em geral paredes resistentes, foi mais difícil identificar com rigor em cada caso as soluções existentes, podendo, no entanto, garantir-se que, face à época de construção dos edifícios mais conhecidos, tais paredes serão de

alvenaria de pedra, em geral, não aparelhada, ou de alvenaria de tijolo maciço, rebocadas. Tal foi também confirmado pela observação de algumas delas onde o reboco se apresentava já destacado. Refira-se que a informação recolhida em (DGPC, 2003), estas paredes estão identificadas como sendo de "alvenaria mista" nos 14 edifícios de interesse público mencionados, com exceção da Quinta de Espie que menciona apenas serem de "alvenaria".

As caixilharias são maioritariamente de alumínio (cerca de 68%), sendo as de madeira, provavelmente ainda as originais, apenas cerca de 26%; nota-se que foi neste componente da construção que as maiores intervenções já havidas tiveram lugar. Realça-se que ainda se contabilizaram cerca de 8% de janelas de guilhotina, algumas delas substituindo a caixilharia de madeira por alumínio (ou eventualmente de PVC). O enquadramento dos vãos, ou molduras, é, em geral, constituído por cantarias de pedra calcária ou de lioz. As proteções solares são feitas na sua maioria pelo interior, utilizando portadas de madeira (cerca de 46%) ou cortinados (da ordem de 36%). Pelo exterior são em geral usados estores de lâminas horizontais (à volta de 12%) ou portadas de madeira (cerca de 8%). Nalguns casos é ainda usada a combinação de qualquer uma destas soluções (*e.g.*, estores ou portadas exteriores com cortinados, ouportadas interiores, ou portadas, exteriores ou interiores, e cortinados). Com exceção de um caso (a casa da Quinta do Pisani, com caixilharia de alumínio), a caixilharia dos 14 edifícios de interesse público é de madeira, com duas folhas de abrir de eixo vertical, com vidro simples; quatro destes edifícios têm também janelas de guilhotina.

5.3 Anomalias observadas e as suas causas presumíveis

No paramento exterior das paredes de fachada, essas anomalias podem dividir-se nos seguintes quatro grupos: fissurações (a), empolamentos, destacamentos ou descolamentos de revestimentos (b), manchas de humidade com presença de eflorescências (c) e manchas de sujidade (d). Na Figura 4 registam-se fotos de algumas dessas anomalias.



Fig. 4 Destacamento de reboco (esq. e dir.), manchas de humidade e sujidade na base da parede (esq.) e fissuração horizontal (ao centro)

Dos 101 edifícios observados no bairro, apresenta-se na Tabela 1 a distribuição percentual destas anomalias. Conforme se percebe da tabela, contabilizaram-se não só os edifícios onde ocorriam as anomalias isoladas, como também a combinação de algumas delas, escolhendo-se as que se manifestaram, no conjunto de duas ou três, em maior número.

Conforme se verifica, as anomalias encontradas no maior número de edifícios são os empolamentos, destacamentos ou descolamentos dos revestimentos (pinturas e rebocos), seguidos da fissuração e manchas de sujidade, e, por último, numa pequena percentagem, as manchas de humidade associadas ou não a eflorescências. Da combinação de dois tipos de

anomalias, destacam-se as fissuras associadas a empolamentos, destacamentos ou descolamentos dos revestimentos.

Tabela 1 Distribuição das anomalias observadas nos edifícios

Anomalia(s)	Quantidade relativa (%)
Fissuração	44
Empolamentos, destacamentos ou descolamentos	64
Manchas de humidade com eflorescências	12
Manchas de sujidade	43
Fissuração + Empolamentos, destacamentos ou descolamentos	28
Fissuração + Manchas de sujidade	20
Empolamentos, destacamentos ou descolamentos + Manchas de sujidade	22
Fissuração + Empolamentos, destacamentos ou descolamentos + Manchas de sujidade	12

As fissuras existentes são basicamente de quatro tipos – fissuração vertical, horizontal e inclinada e fissuração generalizada, sem orientação preferencial –, associando-se a seguir cada uma delas às causas presumíveis que lhes deram origem.

A fissuração inclinada ocorre preferencialmente a partir dos cantos das aberturas dos vãos de janelas ou portas, devida a concentrações de tensões de tração nessas zonas, motivadas, em geral, por variações termo-higrométricas dos materiais adjacentes. A fissuração vertical e horizontal pode estar também associada a variações diferenciais de temperatura e humidade dos materiais, ocorrendo preferencialmente em zonas de descontinuidades geométricas ou de materiais diferentes. A fissuração dispersa pelo revestimento da parede resulta fundamentalmente de retrações do reboco, podendo também estar associada às outras causas já mencionadas. Por último interessa referir que a generalidade desta fissuração aparenta afetar apenas o revestimento exterior das paredes.

Os empolamentos, destacamentos e descolamentos do revestimento de pintura, ou de rebocos, podem resultar de vários fatores, dos quais se destacam os principais: presença de sais solúveis cristalizados no seu suporte, zonas de menor aderência do sistema de pintura aquando da sua aplicação ou efeito da fendilhação existente nessas zonas.

As manchas de humidade (em geral de difícil perceção em tempo seco) estão frequentemente associadas à presença de sais solúveis provenientes do terreno, embora em alguns casos, possam também ser devidas a sais incorporados nos rebocos ou nos próprios elementos da alvenaria de pedra, ou tijolo.

As manchas de sujidade resultam fundamentalmente dos salpicos de água da chuva arrastando sujidade do pavimento exterior, quer a que incide diretamente nesse pavimento, quer a que cai do beirado da cobertura, onde, em geral, não existem caleiras. Alguns edifícios, os que se encontram em pior estado de conservação (contaram-se oito), apresentam estas manchas escuras em toda a parede de fachada, em geral, associadas a outras degradações ou anomalias generalizadas.

Relativamente às anomalias que foi possível observar nas coberturas, verificou-se que o desenvolvimento de vegetação, especialmente nos beirais, se manifesta em cerca de 30% dos edifícios observados. Não se contabilizaram as coberturas que dispõem de platibandas, por não ser possível observar dos arruamentos o estado dessas coberturas. Note-se que a inexistência de caleiras nos beirais da generalidade das coberturas conduz ao salpico, para a

base das paredes, da água que cai sobre o pavimento, arrastando consigo sujidade ou detritos diversos. A sujidade retida nas paredes reduz a velocidade de evaporação da água na zona afetada, conduzindo ao longo do tempo à maior degradação dessa zona salpicada (da base da parede até uma certa cota), sujeita a ciclos alternados de molhagem-secagem.

As anomalias na caixilharia observaram-se especialmente nas de madeira (por também serem as mais antigas, sem conservação periódica), e traduzem-se no destacamento da pintura, ou nalguns casos, na deterioração da madeira devido ao seu tempo de utilização, especialmente naquela onde a pintura está mais destacada. Mas a caixilharia não aparenta ser o elemento construtivo mais degradado, mesmo não tendo sido possível observar de perto a de pisos elevados (daí não se terem também contabilizado neste estudo). A causa daquela anomalia é fundamentalmente a falta de manutenção.

A apresentação das causas das anomalias, ainda que de uma forma não particularizada para cada edifício, tem também como objetivo servir de base preliminar para a escolha e priorização dos trabalhos de reparação, conservação ou reabilitação a realizar.

5.4 Sugestões de intervenção no edificado

Naturalmente que as intervenções sugeridas devem procurar eliminar ou minimizar as causas das anomalias que lhes deram origem (Paiva, 2003), para além, evidentemente, de obras que sejam consideradas necessárias em locais onde não foi possível aceder, nomeadamente no interior dos edifícios.

Como a generalidade das anomalias se verificam nas paredes de fachada (e muros), é para esse elemento construtivo que o maior volume de investimento deve ser orientado. Assim, nos casos em que o conjunto dos quatro tipos de anomalias se manifestam, a substituição integral do reboco é geralmente a intervenção mais eficaz. É claro que nos casos em que mais do que uma das anomalias se verifica, situação de resto a mais frequente, devem ser ajustadas as soluções de reparação, que são por demais conhecidas, para cada uma dessas combinações.

A solução geralmente mais difícil de implementar, e algumas vezes com resultados não totalmente eficazes, é a que procura reduzir ou eliminar a ascensão capilar de água do terreno, que costuma arrastar consigo sais. Para além da aplicação de soluções mais intrusivas, como a inserção de barreiras metálicas (quando possível, através de juntas horizontais), ou de outro tipo, ao longo da base da parede, uma hipótese a colocar será a substituição do reboco do embasamento (quando for esta a solução existente) por outro com capacidade de acomodar melhor os sais depois de cristalizados, evitando assim a formação de eflorescências e criptoflorescências com os consequentes aumentos de volume e desagregação ou destacamento do reboco.

Compreendendo que a colocação de caleiras possa desvirtuar o modelo existente dos beirais, a sua colocação reduz substancialmente as anomalias referidas em 5.3 com elas relacionadas, devendo assim ser ponderada a sua colocação em todos os casos.

Do que foi possível observar nas caixilharias, as soluções a adotar nas de madeira podem consistir apenas numa repintura, depois de removida a existente e de convenientemente tratada a superfície resultante.

Relativamente às coberturas, torna-se premente a sua manutenção através da limpeza da vegetação existente, dado que a não realização desta tarefa contribui para a degradação dos materiais, com consequências ao nível do seu comportamento mecânico e higrométrico.

Como nota final, recomenda-se que seja verificada a existência de uma camada adequada de isolamento térmico nas coberturas, pois a sua colocação, caso não exista, tem os benefícios conhecidos (melhoria do conforto térmico e da conservação de energia, ou eficiência energética), para além da necessidade de cumprir a regulamentação atual de térmica de edifícios existentes; além disso, é uma medida relativamente económica e de fácil implementação na maioria dos casos de coberturas inclinadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações a implementar futuramente neste lugar irão depender do respeito e da utilização que se dará ao património edificado notável, da reabilitação urbana e arquitetónica do núcleo habitacional, considerando a adoção de estratégias de desenvolvimento sustentável por parte das entidades públicas e privadas que tenham em conta medidas de coesão social e ambiental.

A intervenção neste lugar deverá assim contemplar estratégias interdisciplinares de diferentes áreas científicas, bem como a participação das entidades normalmente intervenientes no ato de construir (*e.g.*, projetistas, autarquias, promotores, gabinetes técnicos) e dos cidadãos ou residentes, para que se possam proteger as memórias dos lugares e utilizar/viver os espaços construídos otimizando os seus recursos.

A reabilitação deverá assim partir de estratégias com métodos claros e faseados, com projetos arquitetónicos que contemplem os espaços existentes e que, no entanto, poderão desempenhar outras funções ou usos diferentes daqueles para que foram concebidos, ajustando-os às atuais necessidades.

Previamente, antes de intervir dever-se-á fazer a identificação e análise de todas as anomalias verificadas nos edifícios (as observadas pelo exterior e as do interior) para que as soluções de intervenção sejam otimizadas relativamente ao binómio custo-benefício.

As intervenções no património deverão ter em conta os conceitos de conservar e de proteger, ajustando-se esses conceitos, devidamente justificados, à necessidade de poder dar outro uso ou de contemplar uma nova função aos edifícios existentes, pois, apenas deste modo, se conseguirá não só garantir a durabilidade do edificado mas também contribuir para dar ao bairro a vitalidade necessária a vários níveis (social, económico, cultural, etc.); o património tem de ser vivido para ser entendido e respeitado.

Espera-se assim que estas considerações possam ter contribuído para pelo menos alertar para uma articulação inclusiva e sustentável entre os espaços urbanos – o novo com o existente – estabelecendo relações entre estruturas culturais, entidades educativas, espaços habitacionais e espaços verdes. Deseja-se deste modo que o Paço do Lumiar ganhe a vitalidade referida e a atratividade por via da requalificação do seu património.

7 AGRADECIMENTOS

Na preparação desta comunicação participaram os alunos do 2.º ano da licenciatura de Engenharia da Construção e da Reabilitação do ISEC Lisboa, aos quais se agradece.

8 REFERÊNCIAS

Arquivo Municipal de Lisboa Imagem (1907): **Levantamento da planta de Lisboa 7T e Levantamento da planta de Lisboa 8T**. In X-arqWeb (cm-lisboa.pt) (Acesso: Abril 2024).

Benevolo, L. (2017): **A cidade e o arquiteto**. Lisboa, Edições 70.

Choay, F. (2015): **As questões do património**. Lisboa, Edições 70.

Coelho, M. (1998): **Intervir no Património: Conceitos e Opções**. Urbanidade e património. Lisboa, IGAPHE.

Conselho da Europa (1975): **Carta europeia do património arquitetónico**. In INTRODUÇÃO (icomos.pt) (Acesso: Abril 2024).

Cullen, G. (2006): **Paisagem urbana**. Lisboa, Edições 70.

Direção-Geral do Património Cultural (2003): **Sistema de informação para o património arquitetónico** (SIPA). In Monumentos (Acesso: Abril 2024).

ICOMOS (1964): **Carta de Veneza sobre a conservação e o restauro de monumentos e dos sítios**. In INTRODUÇÃO (icomos.pt) (Acesso: Abril 2024).

IHRU, IGESPAR (2010): KIT01 – **Património arquitectónico – Geral**. In Microsoft Word - KIT01.doc (monumentos.gov.pt) (Acesso: Abril 2024).

IHRU, IGESPAR (2010): KIT02 – **Património arquitetónico – Habitação multifamiliar do século XX**. In Microsoft Word - KIT02.doc (monumentos.gov.pt) (Acesso: Abril 2024).

Lynch, K. (2014): **A imagem da cidade**. Lisboa, Edições 70.

Mantas, J. Q. (2003): **Monografia do Lumiar**. Lisboa, Edição Junta de Freguesia do Lumiar - Câmara Municipal de Lisboa.

Moura, D. et al. (2005): **A Revitalização urbana. Contributos para a definição de um conceito operativo. Relatório políticas públicas de revitalização: Reflexão para a formulação estratégica e operacional das actuações a concretizar no QREN**. Lisboa, ISCTE / CET.

Paiva, J. et al. (2006): **Guia técnico de reabilitação habitacional**. Lisboa, INH e LNEC.

Pinheiro, M. (2006): **Ambiente e construção sustentável**. Lisboa, IST/DECivil. Instituto do Ambiente.

COMO AS CIDADES INTELIGENTES CONTRIBUEM PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E LOCAL? O CASO DA CIDADE DE SÃO PAULO

Elias de Souza, Haniel Israel, Valter Caldana

RESUMO

O acelerado crescimento urbano em países com industrialização tardia, como o Brasil, resultou na inadequada apropriação de recursos naturais e na destruição de ecossistemas nos processos de urbanização. Em face dos problemas da sustentabilidade, as cidades inteligentes visam promover desenvolvimento sustentável, colocando os cidadãos no centro das ações decisórias. Este artigo examina o conceito de cidades inteligentes integrado ao planejamento urbano e à participação cidadã. Busca apresentar, a partir dessa discussão, possibilidades de promoção de desenvolvimento local e sustentável no contexto do Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo. A análise destaca desafios como desigualdade socioeconômica, segregação espacial, problemas ambientais e parcerias público-privadas. Conclui-se que a cooperação entre setores e a inovação contínua são essenciais para transformar São Paulo em uma cidade mais justa, inclusiva e sustentável.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento urbano é um fenômeno global, especialmente acentuado em países de industrialização tardia, como o Brasil. Este crescimento rápido e desordenado resulta, em geral, na inadequada apropriação de recursos naturais e na destruição de ecossistemas, criando desafios significativos para o desenvolvimento sustentável (ALMEIDA; GONÇALVES, 2018). A urbanização desenfreada, conduzidas por vias de planejamento urbano questionáveis, corroborou para que houvessem problemas ambientais consideráveis, como poluição, escassez de água, perda de biodiversidade, de modo a identificar disparidades entre os processos de urbanização e os determinismos geográficos em grandes cidades brasileiras, além de favorecer a existência acentuada e localizada de bolsões de pobreza em parcelas fragmentadas do espaço urbano (PORTO *et al.*, 2020).

Não obstante, a sustentabilidade urbana é fundamentada em três pilares interdependentes: responsabilidade social, ambiental e econômica (MARTINE; ALVES, 2015). Esses pilares são essenciais para garantir a qualidade de vida nas cidades, um direito fundamental assegurado pelo artigo 5º da Constituição Federal (BRASIL, 1988). A qualidade de vida implica não apenas a existência física, mas também a garantia de uma vida digna, com acesso a serviços essenciais, infraestrutura adequada e um ambiente saudável (SILVA, 2020).

Nos últimos anos, o conceito de cidades inteligentes tornou-se uma pauta central na gestão pública e no planejamento urbano global. As cidades inteligentes são vistas como uma

resposta inovadora aos desafios da urbanização, promovendo um desenvolvimento econômico sustentável com foco na qualidade de vida dos cidadãos (CUNHA *et al.*, 2016). Essas cidades utilizam tecnologias avançadas para otimizar a gestão urbana, melhorar os serviços públicos e promover a inclusão social.

É importante entender que uma cidade inteligente não é definida apenas pelo uso de tecnologia, mas pela capacidade de integrar essa tecnologia de maneira eficiente ao planejamento urbano, criando um ambiente que favoreça a sustentabilidade e o bem-estar dos cidadãos. O conceito de cidade inteligente envolve a implementação de tecnologias digitais e sistemas de informação para melhorar a infraestrutura urbana, a gestão de recursos e a prestação de serviços públicos (CUNHA *et al.*, 2016; GUIMARÃES, 2018). Isso inclui ações integradoras no âmbito da formulação e materialização de políticas públicas, desde a gestão inteligente de resíduos e recursos hídricos até a mobilidade urbana e a segurança pública, por exemplo.

No que tange o planejamento urbano enquanto instrumento de coesão social, sabe-se que o conjunto de suas ações desempenha um papel crucial no desenvolvimento de cidades inteligentes. É através de um planejamento urbano bem estruturado que se pode garantir a integração adequada entre a infraestrutura, os serviços públicos e as necessidades da população (VIZIOLI, 1998). Tendo em vista as repercussões do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), o planejamento urbano passou a respaldar pela busca de processos participativos, envolvendo cidadãos nos processos de tomada de decisão. A participação cidadã é essencial para identificar as reais necessidades e prioridades da comunidade, promovendo um desenvolvimento urbano mais justo e inclusivo (MARTINS, 2002).

No âmbito internacional, por sua vez, percebe-se exemplos recorrentes como a cidade de Vancouver (Canadá), demonstrando que uma cidade inteligente é aquela que apresenta capacidades de equilibrar o desenvolvimento tecnológico com a preservação ambiental e a qualidade de vida (NAÇÕES UNIDAS, 2012). Vancouver é considerada uma cidade inteligente não pelo uso extensivo de tecnologias, mas pela sua abordagem de planejamento urbano de longo prazo, focada na recuperação e manutenção dos recursos naturais e na promoção de espaços públicos saudáveis (BARRIONUEVO; BERRONE; RICART, 2012).

Entretanto, cidades como São Paulo enfrentam desafios significativos devido ao seu rápido crescimento urbano. São Paulo é uma das maiores metrópoles do mundo, com uma população que supera a de muitos países. A cidade enfrenta problemas graves de infraestrutura, desigualdades socioeconômicas e segregação espacial da pobreza. Apesar de ser um centro econômico importante, a cidade ainda luta para alcançar um desenvolvimento econômico equilibrado e sustentável, ora pautadas em ações democráticas de planejamento urbano bem como através de movimentos reivindicatórios (COMIN, 2012).

O Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo (2014) propõe ações estratégicas para o desenvolvimento sustentável da cidade. O PDE busca se sustentar em modernizações do aparelhamento público-administrativo e descentralizar a administração pública, melhorar a infraestrutura e promover a mobilidade urbana. No entanto, a implementação dessas ações enfrenta desafios significativos, especialmente no que se refere à superação das desigualdades sociais e à promoção de um desenvolvimento econômico eficaz, o qual evidencia a necessidade de beneficiar camadas sociais menos favorecidas do tecido urbano paulistano.

Dentro dessas considerações iniciais, este artigo tem como objetivo explorar o conceito de cidades inteligentes e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e local, com um foco especial no caso de São Paulo. A pesquisa utiliza uma revisão bibliográfica de fontes primárias e secundárias para analisar como o conceito de cidades inteligentes pode ser aplicado no contexto do PDE de São Paulo, promovendo o engajamento dos cidadãos e o desenvolvimento local sustentável.

Ao longo deste trabalho, serão abordados os seguintes tópicos: a definição e evolução do conceito de cidades inteligentes, a importância do planejamento urbano integrado, o papel da participação cidadã no desenvolvimento local e os desafios e oportunidades específicos da cidade de São Paulo. A análise se concentrará em como o conceito de cidades inteligentes pode ser utilizado para superar os desafios urbanos e promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada consiste em revisão bibliográfica, utilizando fontes como livros, dissertações, revistas, websites e artigos científicos para compreender o campo do conhecimento do tema das cidades inteligentes e de suas contribuições tangíveis às discussões do desenvolvimento local. Desse modo, a revisão bibliográfica permitiu identificar a sistematização de definições que organizam a fundamentação conceitual das cidades inteligentes, para além das aproximações empíricas através de estudo de caso.

Assim sendo, procedeu-se com a análise do caso de São Paulo, elencando as necessidades no aparato da governança bem como a integração e a transversalidade de políticas públicas para efetivação qualitativa das cidades inteligentes a partir da eficácia da gestão urbana.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 O conceito de cidade inteligente e o planejamento urbano.

Nas últimas décadas, o mundo tem enfrentado um crescimento exponencial da população urbana. De acordo com a ONU (2019), aproximadamente 65% da população global vive em áreas urbanas. No Brasil, esse percentual é ainda maior, com 82% da população residindo em áreas urbanas e a previsão é que esse número ultrapasse 90% até 2030. Esse crescimento urbano acelerado, especialmente em países em desenvolvimento (PORTO *et al.*, 2020), traz inúmeros desafios como a falta de infraestrutura básica, a degradação ambiental e as crescentes desigualdades socioeconômicas (HAJDUK, 2016).

Como uma resposta inovadora a esses desafios surgiu, no final da década de 1990, o conceito de cidades inteligentes. Inicialmente, a ideia era utilizar tecnologias avançadas para otimizar o funcionamento das cidades visando promover o desenvolvimento econômico sustentável e a qualidade de vida dos cidadãos (HARRISON; DONNELLY, 2011). No entanto, ao longo dos anos o conceito de cidades inteligentes passou por transformações e hoje entende-se que a definição de uma cidade inteligente não se restringe apenas pelo uso de tecnologias, mas pela integração eficiente de tecnologias com instrumentos de planejamento urbano que repercutem tanto no desenho das cidades quanto na qualidade de vida de seus habitantes.

> O que é uma cidade inteligente? Tendo delineado as diversas posições atuais sobre o assunto, parece ser ao mesmo tempo um ideal e um processo. Como ideal,

> consiste numa cidade cujas ferramentas digitais permitem a otimização do seu funcionamento e sustentabilidade, bem como da qualidade de vida dos seus habitantes e dos tipos de relações que podem manter entre si. Ao fazê-lo, esta cidade demonstra uma forma de inteligência sem equivalente no passado. Na cidade inteligente, alguns mecanismos de aprendizagem, compreensão e raciocínio são internalizados; tornam-se intrínsecos à própria cidade, em vez de residirem nas mentes dos humanos que nela vivem. (PICON, 2015, p. 29)[1]

Nota-se que uma cidade inteligente é caracterizada pela utilização de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para melhorar a eficiência dos serviços urbanos, reduzir os custos e o consumo de recursos e aumentar a qualidade de vida dos cidadãos. Isso inclui a gestão inteligente de recursos como água e energia, transporte público eficiente, monitoramento ambiental, e serviços de saúde e educação acessíveis e de alta qualidade, a priori.

Além disso, as ações que operacionalizam as cidades inteligentes utilizam fundamentalmente mecanismos *big data* e análise de dados para tomar decisões informadas, permitindo uma gestão urbana mais proativa e responsiva. Tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e redes de sensores são frequentemente empregadas para coletar e analisar dados em tempo real, facilitando a gestão integrada da cidade. No entanto, o conjunto de instrumentos que permitam perenizar qualitativamente uma cidade inteligente enfrenta diversos desafios, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Entre os principais desafios estão:

- **Infraestrutura**: A falta de infraestrutura adequada é um obstáculo significativo para a implementação de soluções tecnológicas. Muitas cidades, especialmente em países em desenvolvimento, ainda enfrentam problemas básicos como a falta de saneamento básico e de eletricidade estável;
- **Financiamento**: O desenvolvimento de uma cidade inteligente requer investimentos substanciais em tecnologia e infraestrutura. Conseguir financiamento adequado pode ser um desafio, especialmente em países com recursos limitados;
- **Governança e Regulação**: A implementação de tecnologias avançadas requer um quadro regulatório adequado que promova a inovação enquanto protege os interesses dos cidadãos. A governança eficiente é crucial para garantir que as soluções tecnológicas sejam implementadas de maneira equitativa e sustentável;
- **Engajamento Cidadão**: Para que uma cidade inteligente seja bem-sucedida, é essencial que os cidadãos estejam engajados e participem ativamente no processo de planejamento e implementação. A educação e a conscientização sobre os benefícios e o funcionamento das tecnologias inteligentes são fundamentais para promover o engajamento cidadão.

Outro instrumento importante para enfrentamento da crise urbana é o planejamento urbano. De fato, o planejamento urbano é crucial para enfrentar o aumento da população urbana e a expansão desordenada das cidades. Ele deve ser participativo, envolvendo os cidadãos no processo de tomada de decisão para garantir que as soluções propostas atendam às reais necessidades da comunidade (MARTINS, 2002). Um planejamento urbano eficaz considera diversos aspectos, como a distribuição equitativa de serviços e infraestrutura, a preservação ambiental, e a promoção de um desenvolvimento econômico sustentável.

Um exemplo de uma cidade inteligente que combina tecnologia e planejamento urbano eficiente é Vancouver, no Canadá, ora considerada uma cidade inteligente pelo uso extensivo

[1] Tradução livre dos autores

de tecnologia, para além de ações instrumentalizadas de planejamento urbano a longo prazo, focado tanto na recuperação e manutenção dos recursos naturais quanto na criação de espaços públicos que promovam a saúde e o bem-estar da população (BARRIONUEVO; BERRONE; RICART, 2012; NOVELINO ABDALA *et al.*, 2014). A cidade implementou estratégias de desenvolvimento sustentável que incluem a promoção de transporte público e alternativo, como bicicletas, e a preservação de áreas verdes urbanas, o que contribui significativamente para a qualidade de vida de seus habitantes. Além de Vancouver, outras cidades ao redor do mundo têm sido citadas como exemplos de cidades inteligentes bem-sucedidas:

- **Copenhague, Dinamarca**: A cidade é conhecida por suas iniciativas de mobilidade sustentável, incluindo uma extensa rede de ciclovias e um sistema de transporte público eficiente. Copenhague também utiliza tecnologias de IoT para monitorar e gerenciar o consumo de energia e água (PIRES, 2020; RATTI; CLAUDEL, 2016);
- **Barcelona, Espanha**: Barcelona implementou uma série de projetos de cidade inteligente, incluindo a instalação de sensores em postes de luz para monitorar a qualidade do ar e o uso de aplicativos móveis para melhorar a mobilidade urbana. A cidade também promoveu a participação cidadã através de plataformas digitais (BAKICI; ALMIRALL; WAREHAM, 2013; BIFULCO; TREGUA; AMITRANO, 2017);
- **Songdo, Coreia do Sul**: Construída do zero, Songdo é uma das cidades mais avançadas tecnologicamente do mundo, com uma infraestrutura totalmente conectada e soluções inteligentes para gestão de resíduos, energia e transporte, baseada, principalmente em princípios do urbanismo inteligente e de sustentabilidade. (FREITAS, 2018; SOUPIZET, 2017);

Todavia, entende-se que as características de uma cidade inteligente residem na integração harmoniosa entre tecnologia e planejamento urbano. Muitas cidades ao redor do mundo têm adotado soluções tecnológicas sem uma visão integrada de planejamento urbano, o que pode levar a resultados insatisfatórios. Por exemplo, o uso de tecnologia avançada para a gestão de tráfego pode melhorar a fluidez do trânsito, mas se não for acompanhado por políticas de desenvolvimento urbano que promovam a proximidade entre moradia e trabalho, o problema do congestionamento poderá persistir ou piorar a mobilidade urbana.

No Brasil, sabe-se que o planejamento urbano não se limita apenas ao Plano Diretor, mas inclui um complexo arcabouço legal que regula o desenvolvimento dos municípios (ANTONUCCI, 2002). A sinergia entre essas regulamentações é essencial para viabilizar projetos de cidades inteligentes que realmente atendam às necessidades da população local. O Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo, implementado em 2014, é um exemplo de um esforço para modernizar e descentralizar a administração pública, melhorar a infraestrutura e promover a mobilidade urbana (BECK, 2020). No entanto, a implementação dessas ações enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito ao enfrentamento das desigualdades sociais e à promoção de um desenvolvimento econômico equilibrado e equitativo.

3.2. O desenvolvimento local

O desenvolvimento local consiste basicamente em um processo dinâmico e complexo que visa mobilizar os recursos e as potencialidades de uma comunidade para promover seu crescimento econômico, social e ambiental de maneira sustentável. Esse processo envolve a

participação ativa dos cidadãos, instituições públicas e privadas, e organizações da sociedade civil, todos trabalhando em conjunto para identificar e explorar as oportunidades locais (MAGNAGUI, 2011).

Assim, o desenvolvimento local baseia-se no princípio de que as soluções para os problemas sociais e econômicos de uma comunidade devem ser encontradas internamente, aproveitando os recursos e as capacidades locais (MARTINS, 2002). Este conceito se contrapõe às abordagens tradicionais de desenvolvimento, que muitas vezes impõem soluções externas sem considerar as especificidades e necessidades da comunidade.

A importância do desenvolvimento local reside na sua capacidade de promover um crescimento inclusivo e sustentável. Ele valoriza o conhecimento local, fortalece a coesão social e econômica, e contribui para a redução das desigualdades. Além disso, ao focar no desenvolvimento local, as comunidades tornam-se mais resilientes e capazes de enfrentar desafios futuros, como mudanças econômicas e ambientais.

Logo, a participação ativa dos cidadãos é fundamental para o desenvolvimento local. Isso envolve engajar a comunidade no processo de tomada de decisão, garantindo que suas necessidades e prioridades sejam consideradas. A participação cidadã não apenas legitima o processo de planejamento, mas também fortalece a coesão social e o senso de pertencimento. Um desenvolvimento local bem-sucedido começa com a realização de diagnósticos precisos e abrangentes da realidade local. Isso inclui a identificação de recursos naturais, econômicos e humanos disponíveis, bem como a análise das necessidades e problemas da comunidade. Esses diagnósticos permitem a formulação de estratégias de desenvolvimento que são realistas e alinhadas com as potencialidades locais (VALE, 2009).

É importante frisar que o desenvolvimento local requer a mobilização eficiente de recursos, tanto financeiros quanto humanos. Isso pode incluir a atração de investimentos, a capacitação de mão-de-obra local, e a promoção de parcerias entre os setores público e privado. Desse modo, o desenvolvimento local deve ser planejado de forma integrada, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais. Isso envolve a criação de políticas e programas que promovam a sustentabilidade e a equidade, além de garantir que as ações de desenvolvimento sejam coordenadas e complementares.

Além disso, as instituições locais, como governos municipais, associações comunitárias e organizações não-governamentais, desempenham um papel crucial no desenvolvimento local. Fortalecer essas instituições é essencial para garantir que elas possam liderar e sustentar os esforços de desenvolvimento ao longo do tempo. Apesar de seu potencial transformador, o desenvolvimento local enfrenta diversos desafios que precisam ser abordados para garantir seu sucesso:

- **Desigualdades Socioeconômicas**: As desigualdades existentes podem dificultar a implementação de estratégias de desenvolvimento local, especialmente em comunidades onde há uma concentração de poder e recursos nas mãos de poucos;
- **Capacitação e Educação**: A falta de capacitação e educação entre a população local pode limitar sua capacidade de participar ativamente no processo de desenvolvimento e de aproveitar as oportunidades econômicas;
- **Acesso a Recursos Financeiros**: Muitas comunidades enfrentam dificuldades para acessar financiamento necessário para implementar projetos de desenvolvimento local.

Isso pode ser exacerbado pela falta de instituições financeiras locais ou pela ausência de políticas de crédito favoráveis;
- **Infraestrutura**: A falta de infraestrutura básica, como estradas, energia e telecomunicações, pode ser um obstáculo significativo para o desenvolvimento local, especialmente em áreas rurais ou marginalizadas;
- **Governança**: A governança ineficaz e a corrupção podem minar os esforços de desenvolvimento local, desviando recursos e enfraquecendo a confiança da comunidade nas instituições públicas.

Além disso, o desenvolvimento local requer uma abordagem colaborativa que envolva tanto o setor público quanto o privado. O setor público desempenha um papel crucial na criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento local, através da implementação de políticas públicas que promovam a equidade e a sustentabilidade. Isso inclui o desenvolvimento de infraestrutura básica, a promoção de educação e capacitação, e a criação de incentivos para investimentos locais.

O setor privado, por sua vez, pode contribuir com recursos financeiros, inovação e expertise técnica. Parcerias público-privadas (PPPs) podem ser uma ferramenta eficaz para mobilizar recursos e implementar projetos de desenvolvimento local. Essas parcerias permitem que o setor privado participe ativamente na criação de soluções para os desafios locais, ao mesmo tempo que promovem o desenvolvimento econômico e social da comunidade.

No Brasil, o desenvolvimento local tem ganhado crescente importância nas últimas décadas, especialmente com a promulgação de políticas que promovem a gestão democrática das cidades. O Estatuto da Cidade, aprovado em 2001, estabelece diretrizes para a política urbana no Brasil, promovendo a participação cidadã e a sustentabilidade urbana (ALFONSIN, 2001).

O ambiente regulatório brasileiro, apesar de complexo, tem criado oportunidades para a implementação de iniciativas de desenvolvimento local. No entanto, desafios persistem, como a desigualdade socioeconômica, a falta de infraestrutura básica em muitas áreas e a necessidade de fortalecer as instituições locais.

As políticas de desenvolvimento local no Brasil têm se concentrado em promover a inclusão social e econômica, a sustentabilidade ambiental e a participação cidadã. Exemplos de sucesso incluem projetos de agricultura familiar, iniciativas de economia solidária e programas de capacitação e educação para comunidades marginalizadas.

3.3. O caso da cidade de São Paulo

São Paulo, uma das maiores metrópoles do mundo, é uma cidade de contrastes e desafios. A cidade enfrenta problemas complexos de infraestrutura, segregação espacial, desigualdade socioeconômica e sustentabilidade ambiental. Dessa forma, este subcapítulo analisa os desafios específicos de São Paulo e as iniciativas tomadas para transformá-la em uma cidade inteligente e sustentável.

São Paulo é uma cidade marcada por uma forte desigualdade socioeconômica. A concentração de riqueza nas áreas centrais contrasta fortemente com a pobreza nas periferias. Essa segregação espacial resulta em um acesso desigual a serviços públicos, infraestrutura e oportunidades econômicas. As áreas periféricas muitas vezes carecem de serviços básicos

como saneamento, saúde e educação, e enfrentam problemas como violência urbana e falta de transporte público eficiente.

A cidade também enfrenta desafios ambientais significativos. A poluição do ar, a gestão inadequada de resíduos e a falta de áreas verdes são problemas recorrentes que afetam a qualidade de vida dos cidadãos. Além disso, São Paulo sofre com enchentes frequentes devido à impermeabilização do solo e à falta de infraestrutura adequada para drenagem urbana.

O Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo (2014) é um instrumento fundamental para o planejamento e a gestão urbana da cidade. O PDE visa promover um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo, abordando questões como mobilidade urbana, uso do solo, habitação e preservação ambiental. Entre suas principais diretrizes estão a descentralização e modernização da administração pública, criando subprefeituras com maior autonomia para gerenciar os recursos e implementar políticas locais. Isso visa aproximar a gestão pública das necessidades específicas de cada região da cidade. O plano também enfatiza a importância de melhorar a infraestrutura de transporte público e promover modos de transporte sustentáveis, como ciclovias e calçadas acessíveis. A ampliação das linhas de metrô e corredores de ônibus são exemplos de iniciativas para melhorar a mobilidade urbana e reduzir a dependência de automóveis particulares.

Além disso, o PDE promove o adensamento populacional em áreas com infraestrutura adequada e a criação de habitações de interesse social, visando combater a segregação espacial e fornecer moradia digna para a população de baixa renda. A proteção de áreas verdes e mananciais é uma prioridade do PDE, incentivando a criação de parques e a recuperação de áreas degradadas, além de promover práticas sustentáveis de gestão de resíduos e recursos hídricos. O PDE estabelece mecanismos de participação cidadã, como audiências públicas e conselhos participativos, para garantir que a população tenha voz nas decisões sobre o desenvolvimento urbano.

A participação popular no PDE tem fortalecido a governança urbana, mas engajar todos os segmentos da população, especialmente nas áreas mais vulneráveis, continua sendo um desafio (ARAÚJO; GUIMARÃES, 2018). Além disso, as desigualdades socioeconômicas e a segregação espacial ainda persistem, indicando que são necessárias mais ações integradas e contínuas para promover um desenvolvimento urbano verdadeiramente inclusivo.

O futuro de São Paulo como uma cidade inteligente depende da continuidade e ampliação das iniciativas atuais, bem como da inovação contínua e do engajamento dos cidadãos. É crucial que a cidade continue a investir em tecnologias que promovam a sustentabilidade, a eficiência e a inclusão social. Além disso, a cooperação entre o setor público, o setor privado e a sociedade civil será fundamental para superar os desafios e alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável. A integração de dados e tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a Internet das Coisas, pode proporcionar novas oportunidades para melhorar a gestão urbana e a qualidade de vida dos cidadãos. No entanto, é essencial que essas tecnologias sejam implementadas de maneira ética e responsável, garantindo a proteção dos dados e a privacidade dos cidadãos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das cidades inteligentes representa uma abordagem inovadora e necessária para enfrentar os desafios complexos da urbanização acelerada, especialmente em grandes metrópoles como São Paulo. Este artigo destacou como o conceito de cidades inteligentes, quando integrado a um planejamento urbano eficiente e inclusivo, pode promover um desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

São Paulo enfrenta desafios significativos, incluindo a desigualdade socioeconômica, a segregação espacial e os problemas ambientais. A cidade tem um histórico de desenvolvimento desordenado, com concentração de riqueza nas áreas centrais e marginalização das periferias. No entanto, o Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2014 oferece um framework robusto para abordar essas questões, propondo a descentralização administrativa, melhorias na mobilidade urbana, a criação de habitações de interesse social e a preservação ambiental. O PDE enfatiza a participação cidadã, garantindo que as vozes da população sejam ouvidas e consideradas no processo de planejamento urbano.

Apesar dos avanços, os desafios persistem. A participação popular, embora fortalecida, ainda enfrenta dificuldades em engajar todos os segmentos da população, especialmente nas áreas mais vulneráveis. As desigualdades socioeconômicas e a segregação espacial continuam a ser obstáculos significativos para um desenvolvimento urbano verdadeiramente inclusivo. Para que São Paulo avance como uma cidade inteligente, é crucial que a inovação contínua e o engajamento ativo dos cidadãos sejam considerados essenciais para superar os desafios e alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável e local.

Portanto, o desenvolvimento local e sustentável de São Paulo, através do conceito de cidade inteligente, requer uma abordagem integrada que combina planejamento urbano eficiente e participação cidadã. O futuro de São Paulo como uma cidade inteligente depende da colaboração entre o setor público, o setor privado e a sociedade civil, todos trabalhando juntos para criar uma cidade mais justa, inclusiva e sustentável para todos os seus habitantes.

5. REFERÊNCIAS

ALFONSIN, B. O Estatuto da Cidade e a construção de cidades sustentáveis, justas e democráticas. **Direito e Democracia**, Canos, RS, v. 2, n. 2, p. 309–317, 2001. Disponível em: http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/direito/article/view/2405. Acesso em: 27 abr. 2021.

ALMEIDA, S. C. C. de; GONÇALVES, L. M. Indicadores de sustentabilidade urbana: panorama das principais ferramentas utilizadas para gestão do desenvolvimento sustentável. **Revista Científica ANAP Brasil**, Tupã, SP, v. 11, n. 22, p. 39–53, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.17271/19843240112220181857. Acesso em: 20 ago. 2023.

ANTONUCCI, D. O Plano Diretor 1991: a revolução conceitual. *In*: SOMEKH, N.; CAMPOS, C. M. (org.). **A cidade que não pode parar: planos urbanísticos de São Paulo no Século XX**. São Paulo, SP: MackPesquisa, 2002. p. 161.

ARAÚJO, D. D. S.; GUIMARÃES, P. B. V. O Direito À Cidade No Contexto Das Smarts Cities: O Uso Das Tic'S Na Promoção Do Planejamento Urbano Inclusivo No Brasil. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 3, p. 1788–1812, 2018. Disponível em:

https://doi.org/10.12957/rdc.2018.33226

BAKICI, T.; ALMIRALL, E.; WAREHAM, J. A smart city initiative: the case of Barcelona. **Journal of the Knowledge Economy**, New York, USA, v. 4, n. 2, p. 135–148, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9. Acesso em: 13 abr. 2021.

BARRIONUEVO, J. M.; BERRONE, P.; RICART, J. Smart cities, sustainable progress. **IESE Insight**, v. 14, n. 14, p. 50–57, 2012.

BECK, D. F. **O conceito de cidades inteligentes e sustentáveis a partir da análise do Plano Diretor Estratégico de 2014 da cidade de São Paulo**. 2020. - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, *[s. l.]*, 2020.

BIFULCO, F.; TREGUA, M.; AMITRANO, C. C. Co-governing smart cities through living labs. Top evidences from EU. **Transylvanian Review of Administrative Sciences**, v. 2017, n. 50E, p. 21–37, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.24193/tras.2017.0002

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 26 abr. 2022.

BRASIL. **Estatuto da Cidade.** Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 26 abr. 2022.

COMIN, A. A economia e a cidade: metamorfoses paulistanas. *In*: COMIN, A. A.; FREIRE, C. T.; KNEIP, S. A.; WISSENBACH, T. C. (org.). **Metamorfoses paulistanas: atlas geoeconômico da cidade**. São Paulo, SP: SMDU: CEBRAP: Editora UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2012.

CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E.; MACAYA, J. F. M.; BURGOS, F. **Smart Cities: Transformação digital de cidades**. São Paulo, SP: Programa de Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016. *E-book*. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18386. Acesso em: 8 jan. 2021.

FREITAS, J. A. de. **A invenção da cidade inteligente Rio: uma análise do Centro de Operações Rio pela lente das mobilidades (2010-2016)**. 2018. Tese (Doutorado em História, Política e Bens Culturais) - Escola de Ciências Sociais da Fundação Getulio Vargas, Programa de Pós-Graduação em História, Política e Bens Culturais., Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: http://hdl.handle.net/10438/24456. Acesso em: 27 dez. 2022.

GUIMARÃES, J. G. de A. **Cidades inteligentes: proposta de um modelo brasileiro multi-ranking de classificação**. 2018. São Paulo, SP, 2018.

HAJDUK, S. The concept of a smart city in urban management. **Business, Management and Education**, Vilnius, Lithuania, v. 14, n. 1, p. 34–49, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.3846/bme.2016.319. Acesso em: 13 abr. 2021.

HARRISON, C.; DONNELLY, A. A theory of smart cities. *In*: 2011, Hull, UK. **Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS**. Hull, UK: Open Journal Systems, 2011. Disponível em: https://journals.isss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703.

Acesso em: 10 abr. 2023.

MAGNAGUI, A. **El proyecto local: hacia una conciencia del lugar**. Barcelona, Espanha: Universitat Politécnica de Catalunya, 2011.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, RJ, v. 32, n. 3, p. 433–460, 2015.

MARTINS, S. R. O. Desenvolvimento Local: questões conceituais e metodológicas. **Interações (Campo Grande)**, Campo Grande, MS, v. 3, n. 5, p. 51–59, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.20435/interacoes.v3i5.570. Acesso em: 10 out. 2021.

NAÇÕES UNIDAS, E. das N. U. para R. de R. de D. Como Construir Cidades Mais Resilientes. p. 102, 2012. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf

NOVELINO ABDALA, L.; SCHREINER, T.; MOREIRA DA COSTA, E.; DOS SANTOS, N. Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis? Uma revisão sistemática de literatura. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, Florianópolis, SC, v. 3, n. 5, p. 98–120, 2014. Disponível em: https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/06/Cidades-Inteligentes_Lucas.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.

PICON, A. Smart cities: A spatialised intelligence. **Smart Cities: A Spatialised Intelligence**, Chichester, UK, 2015.

PIRES, L. R. G. M. (org.). **Cidades inteligentes, humanas e sustentáveis**. Belo Horizonte, MG: Arraes Editores Ltda., 2020.

PORTO, A. G.; PORTO, A. F. D.; FREES, C. V.; CAMPOLARGO, M. C. (org.). **O Futuro é das chics: como construir agora as cidades humanas, inteligentes, criativas e sustentáveis**. Brasília, DF: IBCIHS, 2020.

RATTI, C.; CLAUDEL, M. **The city of tomorrow: sensors, networks, hackers, and the future of urban life**. New Haven, USA: Yale University Press, 2016.

SÃO PAULO (SP). **Lei 16.050 de 31 de julho de 2014**. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. São Paulo, SP: Executivo. Diário Oficial do Município, 2014. Disponível em: http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16050-de-31-de-julho-de-2014. Acesso em: 30 abr. 2023.

SILVA, J. A. da. **Curso de direito constitucional positivo**. 43. ed. São Paulo, SP: Malheiros Editores, 2020.

SOUPIZET, J.-F. **Cidades inteligentes: desafios para as sociedades democráticas**. São Paulo, SP: Plataforma Democrática, Fundação FHC, Centro Edelstein, 2017. *E-book*. Disponível em: http://www.plataformademocratica.org/Arquivos/Cidades_inteligentes_desafios_para_as_sociedades_democraticas.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

UN. **World Urbanization Prospects: The 2018 revision**. New York: United Nations, 2019.

VALE, M. Conhecimento, Inovação e Políticas de Desenvolvimento Regional. **Prospectiva e Planeamento**, Lisboa, Portugal, v. 16, n. 13, p. 61–76, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266033164_CONHECIMENTO_INOVACAO_E_POLITICAS_DE_DESENVOLVIMENTO_REGIONAL. Acesso em: 5 ago. 2023.

VIZIOLI, S. H. T. **Planejamento urbano no Brasil: a experiência do SERFHAU enquanto órgão federal de planejamento integrado ao desenvolvimento municipal**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1998.

ECONOMIA CIRCULAR: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE CIDADES CIRCULARES NO BRASIL.

F. T. F. Moraes, D. P. M. Santiago, R. S. Lima.

RESUMO

Diversas cidades vêm buscando estratégias para melhor utilizar seus recursos, evitar desperdício e se tornarem mais sustentáveis. Neste cenário, surgiu o conceito de Cidades Circulares (CCs). As CCs aplicam os princípios da Economia Circular (EC), buscam adaptar suas estruturas físicas, minimizam o consumo de recursos e o desperdício em todos os setores das cidades. Este trabalho visa analisar o desenvolvimento de CCs no Brasil. Para tanto, foi conduzida uma análise SCORE relacionada a CCs no país. Para realizar a análise SCORE foram estudadas o processo de transição circular em áreas urbanas de cidades europeias. A partir desta análise, foi possível propor recomendações para que gestores urbanos brasileiros enfrentem os desafios relacionados ao desenvolvimento de CCs. A principal recomendação é a criação de comitês municipais para elaborar planos de EC. Também é proposto um *framework* para guiar esses comitês na implementação da EC em cidades brasileiras.

1 INTRODUÇÃO

As cidades se desenvolveram a partir do pensamento linear, ou seja, elas se organizaram e se estruturaram a partir da ideia da "extração, utilização e descarte". Este modelo de desenvolvimento causou uma série de consequências negativas para os ambientes urbanos e tornou estas cidades insustentáveis. De acordo com o EIB (2021), as cidades, ocupam atualmente apenas 1% da superfície terrestre, mas são responsáveis por consumir 70% de toda energia gerada e por consumir 70% dos recursos globais. O desperdício é parte do cotidiano das cidades. Estima-se, por exemplo, que 30% dos alimentos são perdidos nestas áreas, além disso, as cidades geram cerca de 50% todos os resíduos produzidos no planeta.

Em busca de tornar a cidades mais sustentáveis, melhor gerir os recursos urbanos e reduzir o desperdício de todas as formas surgiu o conceito de Cidades Circulares (CC). As CCs vêm sendo incentivadas em diversas regiões do planeta. A União Europeia, por exemplo, criou a iniciativa "*Circular Cities and Regions* (CCRI)" que busca promover a implementação de soluções sistêmicas circulares e dar assistência a implementação da Economia Circular (EC) em cidades e regiões europeias (EU, 2022).

Embora existam diversas vantagens relacionadas a EC em escala urbana, existem poucos estudos relacionados a CCs no Sul Global e no Brasil. De acordo com Ribeiro, Moraes e Lima (2023), não existe, até o momento, planos ou diretrizes concretas voltadas para o desenvolvimento de CCs no país. Os autores explicam que uma iniciativa pioneira é o projeto

Sampa Circular, que está em fase de elaboração e é uma parceria entre a prefeitura de São Paulo e a Ellen MacArthur Foundation (EMF) Neste cenário, o presente trabalho busca analisar o desenvolvimento de CCs no Brasil.

Para alcançar este objetivo foi conduzida uma análise SCORE (*Strenghs, Challenges, Opportunities, Responses, Effectiveness).* A análise SCORE é uma análise qualitativa e estruturada utilizada para planejar, avaliar, entender e aprofundar a compreensão de diferentes aspectos de um contexto específico. Desta forma, a análise SCORE pode ser usada para o planejamento estratégico e para tomada de decisão (Tetradian Consulting, 2008). Com a análise SCORE foi possível identificar os pontos fortes (*strenghts*) relacionado ao desenvolvimento de CCs no Brasil, os principais desafios (*challenges*) que podem ocorrer durante a transição circular, as oportunidades (*opportunities*), ou seja, como as cidades podem se beneficiar de uma estratégia circular. Também foram identificadas as respostas (*responses*) para os desafios identificados e analisadas formas para a avaliação dos resultados esperados (*effetiveness*).

A partir da análise SCORE e do estudo de cidades europeias, foi possível propor uma série de ações relacionadas ao desenvolvimento de CCs no Brasil. Dentre estas ações, está a criação de comitês municipais voltados para a elaboração de Planos de Economia Circular para municípios brasileiros. Além disso, é apresentado neste trabalho um *framework* para guiar gestores urbanos na criação de Planos de EC para municípios brasileiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Economia Circular

A Economia Circular (EC) é um conceito que relaciona economia e ambiente. O termo foi utilizado pela primeira vez por Pearce e Turner (1990). Os autores relacionaram economia e ambiente e, assim, determinaram que a EC seria um modelo econômico que considera a interdependência entre os sistemas econômicos e os sistemas naturais. Desde então surgiram diversas definições para EC, sendo uma das mais completas a apresentada por Kirchherr *et al.* (2017).

Segundo Kirchherr *et al*. (2017), a EC é um sistema econômico que substitui o conceito de "fim de vida" pela redução, reutilização, reciclagem e recuperação dos materiais nos processos de produção, distribuição e consumo. Os autores explicam que a EC opera em níveis micro (produtos, empresas, consumidores), meso (ecoparques industriais) e macro (cidades, regiões, etc.), visando alcançar o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, pode criar simultaneamente prosperidade econômica, qualidade ambiental e equidade social. Os autores ressaltam que a EC é viabilizada por meio de modelos de negócios circulares e consumidores responsáveis.

Nos níveis micro e meso, o desenvolvimento da EC está mais consolidado. Os ecoparques industriais (nível meso), por exemplo, se destacam como impulsionadores para implementar a EC (Gómez *et al*. 2018). Nestes parques, as indústrias atuam em parceria e são capazes de promover juntas a utilização eficaz dos recursos naturais, a redução da geração de resíduos e de emissões e a diminuição do consumo de água. Assim, a parceria entre indústrias é capaz de criar um processo cíclico "design–produção–uso–descartar–reciclagem–reutilização–design–produção" (Zhao *et al.* 2019). Assim, ecoparques industriais são ótimos exemplos de implementação da EC.

Nos últimos anos, devido ao aumento das preocupações com a sustentabilidade, a EC vem ganhando destaque. Políticas voltadas para transição circular vêm sendo desenvolvidas em diversos países. A União Europeia, por exemplo, publicou em 2015 o documento "*Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*" (Dubeux e Campos, 2020). Países asiáticos como China (Bleischwitz *et al*., 2022) e Japão (Arai *et al*., 2023) também deram início a sua transição circular e estabeleceram políticas voltadas para a EC.

O Brasil vem dando seus primeiros passos rumo a uma EC. Em março de 2024, o Senado brasileiro aprovou a Política Nacional de Economia Circular e o texto agora vai a Câmara dos Deputados (Senado Federal, 2024). No entanto, segundo Dubeux e Campos (2020), o país já apresenta uma série de leis e políticas que se relacionam com a EC. Dentre elas: a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB), Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

2.2 Cidades Circulares

Como explicado por Kirchherr *et al.* (2017), a EC opera nos níveis micro, meso e macro. No nível macro, as cidades se destacam na transição circular e surge na literatura o termo "Cidade Circular". Embora o conceito ainda não esteja totalmente definido, é possível encontrar algumas definições para CCs. Prendeville *et al.* (2018), por exemplo, afirmam que as CCs buscam, em parceria com diversos atores, o fechamento do ciclo de materiais para tornar a cidade mais preparada para o futuro. Já Girard e Nocca (2019) explicam que o conceito de CCs é uma metáfora para uma nova forma de ver e organizar a cidade. Neste sentido, os processos lineares serão substituídos (total ou parcialmente) por processos circulares.

De acordo com Christensen (2021), a transição circular em cidades deve ser incentivada pois: os governos locais são responsáveis ou envolvidos com a gestão de resíduos; as atividades ligadas a EC se relacionam a aspectos relacionados a setores das cidades (energia, água, transporte etc.); as cidades são capazes de facilitar a comunicação entre os cidadãos e o setor privado. Neste sentido, a EMF (2019) afirma que as cidades são fundamentais para a EC porque possuem autonomia para regularizar, incentivar e promover iniciativas circulares. As cidades podem incentivar a criação de modelos de negócios circulares, definir uma estratégia circular, tornar fluxos de materiais circular. Além de apresentar infraestrutura, utilidades e serviços com potencial circular.

Muitas vantagens são atribuídas a transformação de cidades lineares em circulares. Williams (2021) apontou que as CCs apresentam benefícios ecológicos (redução do consumo de recursos, redução das emissões, aumento da capacidade urbana de adaptação as mudanças climáticas etc.), benefícios sociais (melhoria da qualidade de vida da população) e benefícios econômicos (redução de custos, criação de valor econômico, diversificação da economia e geração de empregos). Neste sentido, a EMF (2019) afirma que desenvolver a EC em cidades pode torná-las prósperas, habitáveis e resilientes.

Tendo em vista as diversas vantagens, cidades começaram a criar estratégias voltadas para a EC. Fratini, Georg e Jørgensen (2019) analisaram como cidades europeias (Paris, Londres e Amsterdão) imaginavam a EC. Os autores perceberam que cada cidade entende e implementam suas estratégias circular de modo diferente. Em Amsterdão, a EC está fortemente ligada ao desenvolvimento de tecnologias que facilitem o fechamento de ciclos

de materiais e localizem a produção. Já em Londres, a transição circular acontece por meio da forte participação do setor financeiro, que financia modelos de negócios circulares (ligados ao compartilhamento, aumento da vida útil de produtos de materiais). A transição circular em Paris apresenta uma abordagem centrada em questões sociais, a cidade busca criar um ambiente inclusivo, gerar empregos e incentivar modelos de negócios que respeitem o ambiente.

Existem poucos estudos que analisam a transição circular de cidades do Sul Global. Existe uma movimentação na América Latina e no Caribe para desenvolver a EC em cidades. A União de Cidades Capitais Íbero-americanas (UCCI) publicou em 2022 o "*Manual de Economia Circular em Cidades Ibero Americanas*". Este documento busca adaptar o conceito de CCs para o contexto ibero americano, considerando aspectos culturais, sociais e estruturais da região. O manual aponta áreas prioritárias para a transição circular, são elas: indústria, bioeconomia, construção civil, infraestrutura urbana (sistemas de água, energia e mobilidade), bem-estar e inclusão social (UCCI, 2022).

3 METODOLOGIA

De acordo com a classificação proposta por Martins, Mello e Turrioni (2013), o presente trabalho apresenta natureza aplicada. Uma pesquisa de natureza aplicada tem interesse prático e é dirigida a soluções de problemas específicos. Quando aos objetivos, o presente estudo é classificado como exploratório e descritivo. O presente trabalho, busca explorar o tema cidades circulares e descrever as características desse fenômeno. Este trabalho apresenta uma abordagem qualitativa. Este trabalho foi construído em três etapas apresentadas na Figura 1.

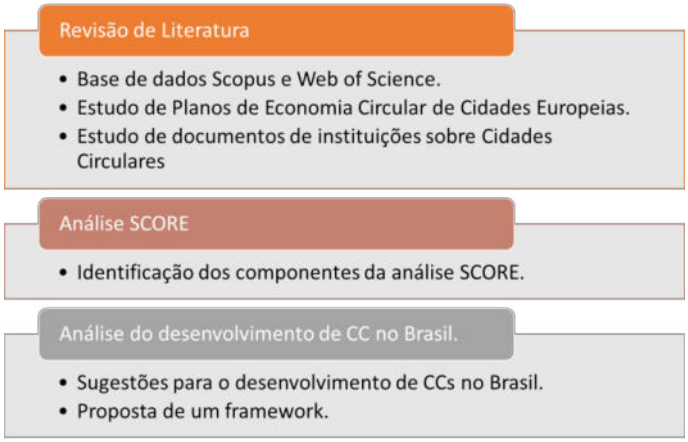


Fig. 1 Etapas da pesquisa.

A primeira etapa foi a revisão de literatura sobre o tema Cidades Circulares. Para tanto, foram realizadas pesquisas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. No entanto, os pesquisadores perceberam que para melhor compreenderem o fenômeno em estudo seria necessário ampliar esta fase da pesquisa. Foram assim selecionadas cidades europeias referências em relação ao desenvolvimento de estratégias voltadas para a EC. Foram estudados os planos de EC das seguintes cidades europeias: Paris (França), Londres (Inglaterra), Amsterdão e Roterdão (Holanda), Praga (República Tcheca), Helsinque (Finlândia), Copenhague (Dinamarca). A escolha destas cidades é justificada pela existência de estratégias consolidadas voltadas para a EC.

Também foram estudados documentos de instituições que estão publicando materiais relacionados as CCs. Os documentos inseridos no estudo foram "*Circular City Indicators Set*" produzido pela ICLEI (2020), "*A Guide to Circular Cities*" produzido pela UNECE (2020), "Economia Circular em Cidades – Guia de Projeto" da *Ellen MacArthur Foundation* - EMF (2019), "*The 15 circular steps for cities*" do EIB (2021). Todos os materiais estudados permitiram a identificação dos elementos da análise SCORE (etapa 2 do trabalho).

A análise SCORE foi escolhida como análise qualitativa aplicada neste estudo pois ela apresenta uma série de vantagens em relação a outras análises qualitativas. No contexto da EC, o estudo de Bouillass *et al.* (2022) utilizou a análise SCORE para compreender oportunidades e os desafios passados, presentes e futuros relacionados a introdução da digitalização para promover a EC em nível territorial. Segundo os autores, as cinco dimensões que a análise SCORE engloba permitiu uma análise completa sobre a digitalização para promover a EC territorial.

Além disso, a análise SCORE é apresentada como uma alternativa a análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), visto que a SCORE proporciona uma visão mais holística do sistema em análise. A análise SCORE não apenas identifica fatores críticos internos e externos ao sistema, mas também propõe respostas e adiciona uma dimensão de planejamento e execução a análise. Quando comparada à SWOT, a SCORE é mais orientada à ação, ajudando, assim, as organizações a desenvolverem planos de ação (Tetradian Consulting, 2008).

Para aplicar a análise SCORE é necessário identificar cada um dos tópicos que compõe o acrônimo SCORE. O "S" está relacionado aos pontos fortes (*strengths*) ou capacidades, recursos disponíveis para atingir determinado objetivo. Para identificar os pontos fortes é preciso que as organizações se perguntem "o que já temos? ". O "C" se refere aos desafios (*challenges*), ou seja, capacidades que é preciso adquirir. Ao analisar os desafios uma organização deve se perguntar "o que precisamos fazer? ". Já a letra "O" se relaciona as oportunidades (*opportunities)* ou opções que disponíveis externamente. De acordo com Bouillass *et al.* (2022), as oportunidades estão associadas aos riscos e ameaças externas. O "R" se relaciona as respostas (*responses)* ou consequências para o sistema em análise. Por fim, o "E" se relacionada a eficácia (*effetiveness*), neste ponto são avaliadas a eficiência e confiabilidade de uma ação.

Para aplicar a análise SCORE é preciso definir um objetivo. Neste trabalho, o objetivo é avaliar o desenvolvimento de CCs no Brasil. Então, deve-se coletar dados para conduzir a análise. Neste trabalho, os dados foram coletados por meio da revisão de literatura anteriormente citada. Então, é preciso preencher cada dimensão da análise SCORE.

A partir do estudo exploratório e da análise SCORE, foi possível realizar uma série de sugestões voltadas para municípios brasileiros que desejam implementar a EC. Utilizando como base a metodologia da "*Circular Cities and Regions Initiave*" da União Europeia é proposto um *framework* para guiar os municípios brasileiras a elaborarem um Plano de EC.

4. RESULTADOS

4.1 Análise SCORE e sugestões para cidades brasileiras

A análise SCORE apresentada na Figura 2.

Aspectos internos		Aspectos externos		Avaliação
S	**C**	**O**	**R**	**E**
O que já temos em termos de CC?	**O que precisamos fazer?**	**Quais oportunidades e riscos?**	**Quais as consequências esperadas?**	**Avaliação dos resultados esperados.**
Contexto Político Municipal: existência de planos que facilitam a EC: Plano Diretor, Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Plano de Mobilidade.	Criar comitês municipais voltados para a EC.	Benefícios ecológicos (redução do consumo de recursos, redução das emissões, aumento da capacidade urbana de adaptação as mudanças climáticas etc.) (Williams, 2021).	Desenvolvimento de Políticas Públicas voltadas para a EC em cidades.	Estabelecimento de um sistema de indicadores para a avaliação da estratégia circular, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos.
	Elaboração de Planos e estratégias voltados para a transição circular (Ribeiro, Moraes e Lima, 2023).	Benefícios sociais (melhoria da qualidade de vida da população) (Williams, 2021).	Criação de campanhas de conscientização e engajamento de stakeholders.	Monitoramento contínuo da estratégia circular.
Políticas Públicas Federais: Resíduos Sólidos (PNRS), Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB) etc. (Dubeux e Campos, 2020)	Engajar stakeholders.	Benefícios econômicos (redução de custos, criação de valor econômico, diversificação da economia e geração de empregos) (Williams, 2021).	Incentivo econômico para a criação de soluções circulares para cidades.	Utilização de ferramentas que auxilie gestores urbanos no desenvolvimento e monitoramento da EC em cidades.
	Criar formas de financiamento para implementação de uma estratégia circular.	Demanda insuficiente para materiais recuperados, reciclados (Paiho *et al.,* 2020)	Investimento em pesquisas que auxilie na criação de soluções circulares para cidades.	Utilização de plataformas digitais para facilitar o acompanhamento da estratégia circular.
Autonomia para criar políticas públicas (EMF, 2019).	Aplicação de princípios circulares no planejamento urbano (Paiho *et al* ., 2020).	Altos custos relacionados a implementação da EC (Paiho *et al* , ,2020).	Melhorias nos sistemas de Logística Reversa para facilitar o fechamento de ciclo de materiais.	Melhor performance nos indicadores relacionados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODs) relacionados a cidade.
Proximidade com importantes stakeholders relacionados com a EC (EMF, 2019 e Christensen, 2021).	Desenvolver uma visão holística sobre a EC em longo prazo (Paiho *et al* ., 2020).	Persistência da mentalidade linear (Paiho et al, ,2020 e Campbell-Johnston *et al* , 2019).	Implementação do pensamento circular no planejamento urbanos de longo prazo.	Pesquisas de satisfação da população em relação a transição circular.
Infraestrutura e serviços com potencial circular (EMF, 2019).	Visão circular da Gestão de resíduos sólidos urbanos. (Moraes et al., 2022).	Falta de métricas e indicadores para o monitoramento de uma estratégia circular (Girard e Nocca, 2019; Ribeiro, Moraes e Lima, 2023 e Paiho *et al* ., 2020).	Geração de emprego e renda.	-
Potencial para criação de uma bioeconomia local (UCCI, 2022).	Incentivar a criação de modelos de negócios circulares que atuem para solucionar problemas urbanos (Ribeiro, Moraes e Lima, 2023).	Falta de interesse de stakeholders (Paiho *et al* ., 2020 e Ribeiro, Moraes e Lima, 2023).	Reduzir o consumo e a geração de resíduos.	-
Sistemas de logística reversa para resíduos especiais (pneu, resíduos de serviço de saúde, pilhas e baterias etc.).	Desigualdade social e presença de trabalhados informais no setor de gestão de resíduos (UCCI, 2022).	Efeitos rebotes negativos para a sustentabilidade urbana.	Redução das emissões.	-
-	Implementar a bioeconomia utilizando o potencial local (UCCI, 2022).	-	Cidade mais resiliente.	-
-	-	-	Melhoria na qualidade de vida da população.	-

Fig. 2 Análise SCORE

Seis artigos encontrados durante a busca nas bases de dados *Scopus e Web of Science* se destacaram na elaboração da análise SCORE, sendo eles: Williams (2021), Girard e Nocca (2019), Campbell-Johnston *et al.* (2019), Moraes *et al*. (2022), Christensen (2021) e Paiho *et al.* (2020). Foram adicionadas outras publicações ao estudo, sendo elas: Ribeiro, Moraes e Lima (2023), Dubeux e Campos (2020), EMF (2019), UCCI (2022), ICLEI (2020), UNECE (2020) e EIB (2021). Além disso, foram analisados os planos de EC das sete cidades citadas na metodologia, totalizando 20 documentos de referências para elaboração da SCORE.

Como observado na Figura 2, as principais forças relacionadas à implementação de CCs no Brasil estão relacionadas a existência de políticas e diretrizes que se alinham a EC. Com destaque para a PNRS, que determina que municípios brasileiros devem criar um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que respeite a hierarquia de resíduos (prevenção, minimização, reutilização, reciclagem, recuperação e, por último, disposição). No entanto, Moraes *et al.* (2022) afirmam que ainda faltam medidas para que a gestão de resíduos de municípios brasileiros se torne circular. Os autores afirmam que é preciso investir em compostagem, centros de trocas, compartilhamento e reparação de materiais, recuperação energética, e criar programas educacionais voltados para a prevenção de resíduos.

Cidades europeias se destacam em criar uma gestão circular de resíduos sólidos. Copenhague, por exemplo, está focando na prevenção de resíduos, melhorando a triagem dos materiais, criando centros de reuso e plantas para aproveitamento do biogás produzido a partir de resíduos (Copenhague, 2020). Já Helsinque vem investindo na compostagem de resíduos verdes (Helsinque, 2020). Praga, por sua vez, vem buscando reutilizar resíduos de móveis e eletrodomésticos (Praga, 2020).

Além da questão dos resíduos, outros planos que os municípios brasileiros devem elaborar podem auxiliar na transição circular em cidades, como o Plano Diretor e o Plano de Mobilidade Urbana. No entanto, de acordo com o Senado Federal (2023), apenas 50% dos municípios brasileiros com mais de 250 habitantes e 10% com os municípios com menos de 250 mil apresentam Plano de Mobilidade Urbana. Estes planos são capazes de incentivar a uso de transporte público, mobilidade compartilhada e incentivar modelos de negócios circulares no setor. Em relação à existência de Plano Diretor, muitos municípios do país não atualizaram seus planos.

Neste cenário, são identificados os desafios (*challenges*) em relação ao desenvolvimento de CCs no Brasil. Mesmo com alguns aspectos políticos favoráveis é preciso avaliar o que efetivamente já existe nas cidades. As cidades devem então realizar um diagnóstico e identificar o que realmente já está em vigor para criar uma estratégia circular. Outro desafio é implementar a bioeconomia local. O potencial para uma bioeconomia urbana é destacado pela UCCI (2022) e as cidades brasileiras devem utilizar deste potencial ao elaborar uma estratégia de EC. A organização também destaca que a criação de CCs em cidades ibero-americanas devem promover a inclusão social. Neste contexto, sugerimos que uma estratégia voltada para EC em municípios brasileiros criem estruturas para inclusão dos coletores informais de materiais recicláveis.

Para implementar estas sugestões, é preciso que os municípios brasileiros criem comitês municipais responsáveis por coordenar a elaboração de uma estratégia circular. Estes comitês devem ser responsáveis por identificar formas de financiamento para implementar a EC e por dar suporte à criação de leis que incentivem a transição circular.

Desta forma, os comitês também devem ser responsáveis pela identificação e engajamento de *stakeholders* locais, pela criação de campanhas de conscientização da população sobre o que é a EC e as vantagens de implementá-la em escala urbana. É importante ressaltar que esses comitês devem ser compostos por membros de diversos setores: setor público, acadêmicos, representantes da comunidade, representantes de empresas, etc. Segundo a ICLEI (2020), uma das principais características relacionadas à transição circular nas cidades é a colaboração entre diversos atores.

As oportunidades (*opportunities*) trazidas pelo desenvolvimento de CCs no país se relacionam às vantagens já identificadas para cidades europeias conforme explicam Ribeiro, Moraes e Lima (2023) e explicados na revisão de literatura. No entanto, alguns riscos precisam ser ressaltados. A transição circular pode causar alguns efeitos rebotes negativos que devem ser minimizados. Existem riscos também relacionados a falta de informação sobre a EC, a persistência do pensamento linear, a possível falta de interesse de *stakeholders,* alto custo e falta de financiamento da transição circular, baixa demanda por produtos reutilizados/reciclados (Paiho *et al*., 2020).

As consequências/respostas (*responses)* para as cidades de uma estratégia circular efetiva são: redução dos resíduos sólidos gerados, incentivo econômico para a criação de modelos de negócios circulares, estruturação de campanhas para a conscientização e engajamento da população e de outros atores urbanos, implementação dos princípios circulares no planejamento urbano de longo prazo. Para que estas respostas positivas sejam alcançadas, é preciso criar formas de avaliação que garantam a eficácia (*effetiveness)* de estratégias circulares. Neste sentido, é preciso estabelecer indicadores (Girard e Nocca, 2019) e ferramentas de monitoramento e avaliação (Ribeiro, Moraes e Lima, 2023). Somente com o acompanhamento constante de indicadores, implementação de ferramentas para melhoria contínua é possível garantir que as CCs contribuam para alcançar a sustentabilidade urbana.

4.2 *Framework* para implementação de CCs no Brasil.

Como mostrado no item anterior, há uma série de ações que uma cidade deve implementar para se tornar circular. A União Europeia lançou em 2022 a metodologia CCRI, que busca guiar cidades do grupo europeu na implementação de ações circulares. Este documento apresenta um *framework* que guia a implementação de soluções circulares sistêmicas. Esta estrutura é composta por três fases: mapeamento, *design* e implementação (EU, 2022).

Na primeira fase, deve ser realizado o mapeamento de políticas em vigor, identificação de atores chaves para a circularidade e análise dos principais fluxos de materiais existentes no território. Em seguida, na fase 2, a estrutura do CCRI sugere o *design* de soluções circulares. Para tanto, é recomendado que cidades e regiões europeias busquem o engajamento dos atores locais relacionados com a EC, determinem áreas de intervenções e ações que devem ser priorizadas, analisem fatores que impulsionam e que dificulta a implementação de soluções circulares, definam objetivos e estabeleçam indicadores relacionados a EC.

Por fim, na última fase (implementação), a metodologia determina que seja determinado maneiras de financiamento das soluções circulares. É nesta fase também que as cidades e regiões europeias devem monitorar, avaliar e, quando necessário, adaptar a estratégia circular. Também devem sempre reportar os resultados para os atores envolvidos (EU, 2022).

Este trabalho propõe uma adaptação do CCRI *framework*. Esta adaptação busca facilitar a implementação de CCs no Brasil e guiar gestores urbanos na criação de uma estratégia circular e de planos voltados para EC. A Figura 3 apresenta o *framework* proposto e descreve as atividades que devem ser realizadas em cada uma das fases sugeridas.

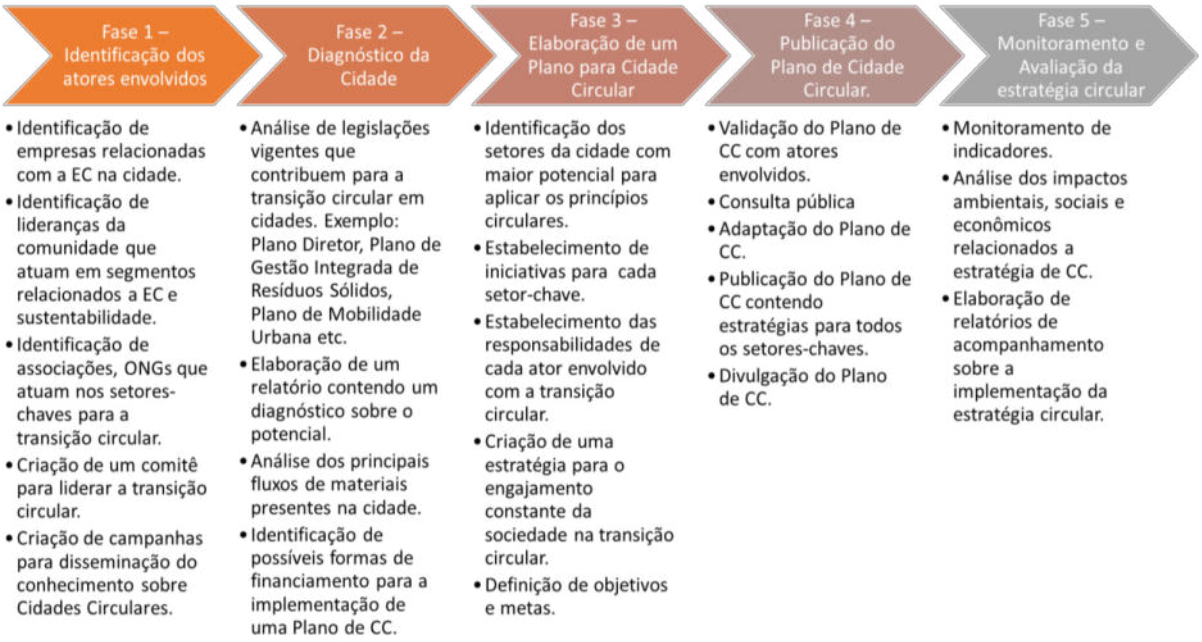


Fig. 3 *Framework* para desenvolver Cidades Circulares no Brasil

Como mostrado na figura, a primeira fase proposta no *framework* é a identificação dos atores que estão relacionados com a EC. A partir da identificação destes atores, é proposta a criação de um comitê responsável por coordenar a transição circular na cidade. Já a segunda fase consiste no diagnóstico da cidade. Nesta fase, são identificadas as leis e planos vigentes no território municipal que podem facilitar a implementação da EC. Durante o diagnóstico também é feito a identificação dos principais fluxos de materiais da cidade e é elaborado um relatório de diagnóstico municipal. Outros detalhes da fase 2 são mostrados na Figura 3.

Na fase 3, é elaborado o Plano para a Cidade Circular. Este plano deve ser desenvolvido com a participação da população e de representantes de diferentes setores da cidade. O plano deve conter formas de financiamento, identificar setores prioritários, e estabelecer objetivos e metas para a transição circular. Também deve abordar maneiras de manter a população engajada nas iniciativas circulares. Já na quarta fase, propõe-se que o Plano de Cidade Circular seja submetido a consulta pública, para que, em seguida, seja publicado e divulgado.

Na última fase, é sugerido que a cidade monitore o plano e a estratégia circular. Para tanto, deve existir o acompanhamento de indicadores e a avaliação dos impactos ambientais, sociais e econômicos da estratégia circular. O município deve publicar periodicamente relatórios sobre o desenvolvimento da estratégia circular para manter todos os atores envolvidos informados sobre o processo de transição. A fase 5 é essencial para evitar os impactos negativos (ou efeitos rebotes) relacionados à EC.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve o objetivo de analisar o desenvolvimento de CCs no Brasil e este objetivo foi alcançado. A ideia de tornar as cidades brasileiras circulares é recente e poucas cidades estão buscando implementar estratégias de EC. O presente trabalho discutiu, por meio da análise SCORE o que já existe nas cidades brasileiras e que pode auxiliar a transição circular. Apontou o que as cidades precisam fazer para implementar a EC. Também foram discutidos as principais oportunidades e riscos relacionados à transição circular, mostrou o que é esperado e a necessidade de monitorar e avaliar a criação de CCs. Concluímos que a utilização da análise SCORE facilitou a análise do desenvolvimento de CCs no Brasil, esta metodologia qualitativa permitiu de maneira estruturada e direta identificar aspectos que devem ser considerados no planejamento de CCs.

A partir da análise SCORE, do estudo da EC em cidades europeias foi possível também sugerir ações para facilitar o desenvolvimento de CC no país. As principais sugestões se relacionam a criação de Planos Municipais de Cidades Circulares e a criação de um comitê que coordene a elaboração e a implementação deste plano. Foram feitas ainda sugestões relacionadas à gestão circular dos resíduos sólidos e a inclusão social. Outra sugestão de destaque é o estabelecimento de indicadores e de ferramentas de monitoramento da implementação de EC em escala urbana. O monitoramento pode evitar que uma estratégia circular tenha impactos negativos para a sustentabilidade urbana.

Por fim, este trabalho propôs um *framework* para implementação de CCs no Brasil. Este *framework* é composto por 5 fases e pode ser usado desde a identificação de atores-chave para a EC até a monitoramento da iniciativa circular. É esperado que ao seguir este *framework* os gestores brasileiros consigam criar um Plano para a transição circular, traçar objetivos e metas, engajar *stakeholders* e monitorar sua estratégia circular. Com a proposição deste *framework* o presente trabalho contribui com a literatura sobre CCs no Brasil e cria uma estrutura que facilita a tomada de decisão de gestores urbanos.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

7 REFERÊNCIAS

Arai, R., Calisto Friant, M. e Vermeulen, W. J. V. (2023) The Japanese Circular Economy and Sound Material-Cycle Society Policies: Discourse and Policy Analysis. **Circular Economy and Sustainability**, 4, 619-650.

Bleischwitz, R. *et al*. (2022) The circular economy in China: Achievements, challenges and potential implications for decarbonisation. **Resources, Conservation and Recycling,** 183, 106350.

Bouillass, G., Saidani M., Lameh, J. e Yannou, B. (2022) Digital Technologies to Advance Circular Economy at Territorial Level: Challenges and Solutions, **Anais 28º International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) e 31º International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference,** Nancy, França, 19-23 junho, 2022.

Campbell-Johnston, K., Cate, J., Elfering-Petrovic, M. e Gupta, J. (2019) City level circular transitions: Barriers and limits in Amsterdam, Utrecht and The Hague. **Journal of Cleaner Production**, 235, 1232–1239.

Christensen, T. B. (2021) Towards a circular economy in cities: Exploring local modes of governance in the transition towards a circular economy in construction and textile recycling, **Journal of Cleaner Production**, 305, 127058.

Copenhagen (2020) Circular Copenhagen: Resource and Waste Management Plan. Disponível em: <https://abrir.link/LEBVP> Acesso em: 04 outubro 2021.

Dubeux, C. B. S. e Campos, M. C. (2020) Economia Circular: Os desafios do Brasil. 2020. Disponível em: <https://abrir.link/JpWzx>. Acesso 26 agosto 2023.

EIB - European Investiment Bank. (2021) **The 15 circulares steps for cities**. Disponível em: <https://abrir.link/PnOUC >. Acesso em: 25 setembro 2021.

EMF – Ellen MacArthur Foundation (2019) **Economia circular em cidades: Guia do projeto.** Disponível em: <https://abrir.link/tAqxA>. Acesso em: 12 de junho 2022.

EU - European Union (2022) **Circular cities & regions initiative: methodology for the implementation of a circular economy at the local and regional scale**. Disponível em: <https://abrir.link/jpNUQ>. Acesso em: 30 setembro 2023.

Fratini, C. F., Georg, S. e Jørgensen, M. S. (2019) Exploring circular economy imaginaries in European cities: A research agenda for the governance of urban sustainability transitions. **Journal of Cleaner Production**, 228, 974–989.

Girard, L. F. e Nocca, F. (2019) Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing This Model? **Sustainability**, 11(22), 6253.

Gómez, A.M.M., González F.A., Bárcena, M.M. (2018) Smart eco-industrial parks: a circular economy implementation based on industrial metabolism. Resources Conservation & Recycling. 135, 58–69

Helsínque (2020) **The City of Helsinki's Roadmap for Circular and Sharing Economy**. Disponível em: <https://abrir.link/twJSe> Acesso em: 17 agosto 2021.

ICLEI - Local Governments for Sustainability (2020) **Circular City Indicator set**. Disponível em: <https://abrir.link/qESBX>. Acesso em: 04 de março 2023.

Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, 127, 221–232.

Martins, R. A., Mello, C. H. P. e Turrioni, J. B. (2013) **Guia Para Elaboração De Monografia E Tcc Em Engenharia De Produção,** Atlas, Brasil.

Moraes, F. T. F., Gonçalves, A.T.T., Lima, J.P. e Lima, R. S. (2022) Transitioning towards a sustainable circular city: How to evaluate and improve urban solid waste management in Brazil. **Waste Management and Research**, 41(5), 1046-1059.

Paiho, S., Mäki, E., Wessberg, N., Paavola, M., Tuominen, P., Antikainen, M., Heikkilä, J. Rozad, C. A. e Jung, N. (2020) Towards circular cities—Conceptualizing core aspects. **Sustainable Cities and Society**, 59, 102143.

Pearce, D. W. e Turner, R. K. (1990) **Economics of natural resources and the environment.** Harvester Wheatsheaf, Londres.

Praga (2020) **Circular Prague**. Disponível em: <https://abrir.link/lVNSv>. Acesso em: 16 outubro 2021.

Prendeville, S., Cherim, E. e Bocken, N. (2018) Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 26, 171–194.

Ribeiro, A. J., Moraes, F. T. F. e Lima, R. S. (2023) Cidades Circulares: Uma análise das iniciativas de economia circular em cidades europeias, **Anais 43º Encontro Nacional de - Engenharia de Produção**, Fortaleza, 17-20 outubro, 2023.

Senado Federal (2023). **Lei com mais prazo para elaborar planos de mobilidade urbana é sancionada**. Disponível em: < https://abrir.link/smuTP>. Acesso em:17 maio 2024.

Senado Federal (2024) **Senado aprova Política Nacional de Economia Circular; texto vai à Câmara**. Disponível em: <https://abrir.link/qmzJN>. Acesso em: 16 maio 2024.

Tetradian Consulting (2008). Introduction to SCORE - strategy assessment beyond SWOT.

UCCI – União das cidades capitais ibero-americanos (2022) **Manual de Economia Circular para cidades ibero-americanas**. Disponível em: <https://abrir.link/YRcEK> Acesso em: 26 agosto 2023.

Williams, J. (2021) Circular Cities : What Are the Benefits of Circular Development ? **Sustainability,** 13, 5725.

Zhao, Y., Yu, M., Kong, K. e Li, L. (2019) An emergy ternary diagram approach to evaluate circular economy implementation of eco-industrial parks. **Clean Technologies and Environmental Policy,** 21, 1433–1445.

COMPLEXOS DE INOVAÇÃO E PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO NO ESPAÇO URBANO A PARTIR DE DOIS ESTUDOS DE CASO: DA RETÓRICA DA INOVAÇÃO A REPRODUÇÃO DE ESPAÇOS NA NOVA ECONOMIA

M. Fantin, M. S. O. Veiga, K. B. Carmo, O. R. Basttini, A. Tizziani

RESUMO

É tido como objetivo deste trabalho analisar, sob um olhar comparativo e relacional, as novas dinâmicas espaciais, (re)estruturadoras urbanas, que têm marcado a cidade brasileira de São José dos Campos e a Cidade Autônoma de Buenos Aires (CABA), Argentina. Através da sistematização bibliográfica, entrevistas e levantamentos de campo, esta pesquisa expõe aspectos nodais inerentes a interação das cidades com os mais relevantes Complexos de Inovação do Cone Sul, respectivamente, o Parque de Inovação e Tecnologia (PIT) e o Distrito Tecnológico Parque Patricios. Além de reflexionar em relação a tal modelo de inovação, a dificuldade de interlocução entre os atores destes ambientes, a ausência de inclusão de moradores locais e a barreira social que se estabelece, tensiona a potencialidade destes espaços inovadores.

1 INTRODUÇÃO

Em primeiro lugar, é essencial a leitura sobre o contexto no qual os complexos de inovação se colocam. Milton Santos (2006), discorre sobre a realidade a qual as sociedades se inserem enquanto reflexiona sobre espaço e paisagem, nesse sentido, a realidade é entendida como uma totalidade em um processo de complexificação. Paralelamente, a sociedade também se metamorfoseia, assim como seu meio, tornando-se cada vez mais tecnizado. Em um sentido mais específico, a atual realidade em questão – marcada pela flexibilização das relações e do domínio informacional – caracteriza-se como um momento dado pela convergência de mudanças tecnológicas e sociais, também sendo uma resposta resultante às crises enfrentadas pelo sistema capitalista nas últimas décadas. Sob tal cenário, ao final do século XX, líderes de governos urbanos foram impelidos a refletirem sobre a necessidade de serem mais "abertos e inovadores" (HARVEY, 1989). O desenho desta nova fase do capital, das relações sociais e do território é o que Milton Santos cunha como "Meio técnico-científico-

informacional" (MTCI): um mundo cuja tecnologia adota um papel determinante, e torna-se o mastro que guiará a maioria dos movimentos das cidades e países no século XXI.

Nesse sentido, sob a égide da globalização, alinhando-se ao novo modelo preconizado, as cidades, base da nova interação entre terra, trabalho, cultura e capital, constroem "complexos de inovação", base edificante para o que simultaneamente se difunde como "nova economia" (ZUKIN, 2020). As cidades passam a construir diversos complexos locais para a emergência da inovação, enquanto, ao mesmo tempo, zelam pela gestão e difusão de sua imagem como *locus* ideal. A inauguração desta nova era é sublinhada pela diminuição das barreiras geográficas, marcada pela flexibilização dos processos e ascendente consolidação global das redes de comunicação instantânea (CASTELLS, 1995).

O desenvolvimento encorajado de determinados tipos de atividades favorece não apenas na valorização local, mas também na maior circulação de capital e empregos (HARVEY, 2005). É nítido, dessa forma, um processo de transição econômica, sendo mais acentuado nas cidades como São José dos Campos e Buenos Aires, marcadas pelo enfraquecimento e substituição das atividades industrias de manufatura por aquelas vinculadas a tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Sob este novo contexto, observa-se a existência de uma lógica capitalista, agindo sobre as cidades como uma força externa coercitiva e as orientando a reproduzirem repetitivamente certos padrões de empreendimentos de efeito econômico efêmero, como centros de comércio internacional, parques de ciência, shopping centers, empreendimentos imobiliários em orlas, entre outros (HARVEY, 2005). Além disso, torna-se cada vez mais comum o estabelecimento de parcerias público-privadas e a flexibilização da relação entre estas duas esferas, ponto central do que Harvey (2005) define como Novo empresariamento urbano, que segundo o autor:

Se caracteriza, então, principalmente pela parceria público-privada tendo como objetivo político e econômico imediato muito mais o investimento e desenvolvimento econômico através de empreendimentos imobiliários pontuais e especulativos do que a melhoria das condições em um âmbito específico. (HARVEY, 2005, p.53)

Sob este contexto, após a criação do Stanford Research Park em 1950 e as mudanças nos sistemas produtivos com o advento da globalização, parques tecnológicos e, posteriormente, distritos, difundem-se ao redor do mundo. Os modelos de parque apresentam uma distância cada vez maior do que foi o 1° modelo norte americano - campis corporativos, acessados usualmente por veículos particulares em um sistema de inovação fechado e de encorajamento ao sigilo – limitando as interações entre empresas e cientistas. Estes espaços propõem, além do fluxo e transferência de conhecimento gerado por universidades e laboratórios, facilitar o crescimento de empresas da esfera inovadora por meio de incubadores e programas para aceleração de *startups*. Estes ambientes operam sobre a teoria da tripla hélice e a sinergia gerada por seus atores, advinda da interação entre Estado, universidades e empresas. Em uma relação viabilizada e monitorada pelo governo, a produção de ciência é utilizada para a fabricação de produtos a partir da respectiva interlocução entre universidades e empresas (ETZKOWITZ, 2008).

Depois dos parques, surgindo como um modelo urbano complementar, os distritos de inovação, desvinculando-se de empreendimentos tradicionais de efeito efêmero, surgem como uma oportunidade de cidades subirem na cadeia de valor e competitividade global,

superando os efeitos negativos das recessões, como estagnação econômica e pobreza. Para os distritos aderem-se atributos urbanos como o uso misto do solo, transporte rápido, complexidade, densidade e diversidade de pessoas, objetivando o estabelecimento de um ecossistema de inovação – um ambiente de sinergia entre pessoas, empresas e laboratórios de pesquisa em uma cultura de experimentação, empreendedora que compreenda o networking e desenvolva produtos inovadores (KATZ, 2014).

2 METODOLOGIA

O trabalho primeiro partiu do processo de sistematização bibliográfica, embasando a hipótese defendida em uma base teórica, que busca compreender o contexto de ascensão destes complexos de inovação, relacionando, simultaneamente, ao processo de formação histórica das localidades – sendo compreendido os mecanismos que levaram as cidades em estudo a aderirem a esta nova postura. Em etapa posterior, o grupo realizou levantamentos de campo, em ambas as localidades, documentados em registros fotográficos, concomitante a entrevistas semiestruturadas direcionadas a indivíduos integrantes destes espaços.

Para cada um dos estudos de caso foram entrevistados gestores imobiliários, gestores públicos, acadêmicos, trabalhadores da área e gestores de empresas de inovação tecnológica. Assim, foram entrevistados ao total 22 indivíduos.

As perguntas objetivavam sobretudo extrair as perspectivas dos entrevistados em relação ao Parque e ao Distrito, deste modo sendo pontuados benefícios, deficiências, impacto do ambiente e razão do interesse pelo local. Durante a entrevista, flexível e tolerante a respostas abertas, as conversas derivavam para questões subjacentes como estes espaços em um contexto global, desterritorialização do trabalho, diversidade no ambiente de trabalho, questões trabalhistas, entre outras. É, todavia, imperioso salientar que a estruturação do questionário era adaptada ao tipo de organização (empresas, Parque/Distrito ou universidades). Referente ao Parque e ao Distrito, a dinâmica buscou, sobretudo, compreender a implantação, razões, referências e a relação com o espaço adjacente.

As entrevistas, essenciais para captar as múltiplas percepções destes atores em relação ao todo inovador, foram comparadas umas com as outras, com as ideias principais reflexionadas pelos participantes sendo sobrepostas em eixos de similaridade. Em diversas conversas sobre os ambientes de inovação os entrevistados tocaram em tópicos idênticos, como a tripla hélice, a competição empresarial e sinergia, os impactos e desafios da desterritorialização do trabalho e a importância de políticas voltadas aos ambientes de inovação em diferentes escalas governamentais.

3 OBJETOS DE ESTUDO

Instituído no ano de 2006 pelo decreto n.° 12.367/06, e operante a partir de 2009, o PIT (fig.1) instala-se na antiga planta da empresa de componentes eletrônicos Solectron, que teve suas atividades encerradas no ano de 2002. A implantação do Parque, de gestão privada, foi aprovada pela prefeitura de São José dos Campos, em um momento de transição da imagem do município, antes de vocação industrial, para tecnologicamente inovador e empreendedorista – constatação ainda mais evidente após a instituição do Programa de incentivo à capacitação tecnológica (lei municipal n.° 3623/89) de empresas brasileiras e os Planos Plurianuais de Desenvolvimento (PPAs), a partir de 1997.



Fig. 1 Imagem aérea, Parque de Inovação e Tecnologia de São José dos Campos. Elaboração própria, 2024

Desde o início de suas atividades, em 2009, o espaço possuía, até 2022, mais de 300 empresas instaladas (fig. 2). Mais do que catalisar o desenvolvimento de empresas de tecnologia e atuar como instituição parceira do município, é nítido o papel do parque (fig. 3) como um meio de afirmação eloquente do discurso inovador e alimentação da imagética de progresso da cidade – que é ágil na exposição de seus pontos focais como a eletrificação da frota de segurança, a implantação da linha verde, lançamento do empreendimento cidade tecnológica (empreendimento privado associado ao Parque) e a construção do arco da inovação, em um reforço advindo de um marco simbólico e monumental deste processo.

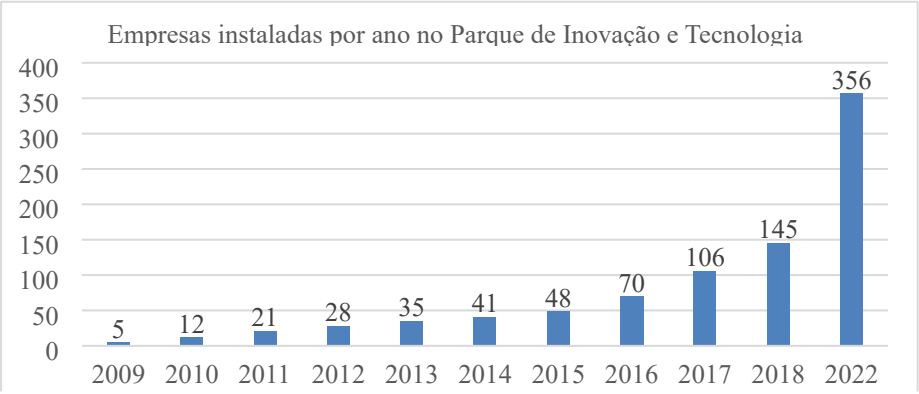


Fig. 2 Empresas instaladas por ano no Parque de Inovação e Tecnologia. Elaboração própria a partir de dados compilados, 2022



Fig. 3 Parque de inovação e Tecnologia de São José dos Campos. FNE, 2024

Por outro lado, no contexto argentino, o Distrito Tecnológico Parque Patricios (fig. 4), instituído pela lei 2.972 de "Promoção de empresas de tecnologia da informação e comunicação na Cidade Autônoma de Buenos Aires" em 2008, emerge como parte da política de criação dos distritos econômicos de especialização, responsável pela criação do Distrito de Desenho, Distrito dos Esportes, Distrito das Artes e Distrito Audiovisual (único na área norte da cidade). A administração da Cidade Autônoma de Buenos Aires, desde 1970, tem buscado equiparar a região sul à região norte. O Sul, antes dentre as mais importantes áreas da região, perde seu protagonismo para o Norte em decorrência do desenvolvimento econômico da área vizinha e posterior migração das elites para esta parte da cidade após os mortais surtos de febre amarela. A degradação da área se acentua, bem como também se mostra nítida, após o surgimento do *barrio de las ranas*, somada instalação de lixões, incineradores, cemitérios e a ausência de políticas de controle sanitário e habitação.



Fig. 4 Distrito Tecnológico e sua infraestrutura. Extraído de Governo da Cidade de Buenos Aires, 2024

A criação do Distrito em Parque Patricios levou ao bairro inúmeros investimentos em infraestrutura, como transporte metropolitano (*Línea H*), requalificação das calçadas, instalação de redes de fibra óptica, câmeras de monitoramento e aumento do efetivo de segurança, o adequando para sediar as novas empresas de tecnologia. Além disso, o espaço oferece não apenas isenções sobre impostos e taxas e crédito facilitado para empresas elegíveis, como também determina a área como preferencial para a implementação de projetos piloto de ensino e o estabelecimento de novas escolas de ensino técnico. Objetivando catalisar o processo de instalação de empresas, o governo da cidade também moveu sua sede para a área, instalando-se no edifício "*Ciudad Casa de Gobierno*" - projetado pela *Foster and Partners*. Muito bem concepcionado, o prédio, em uma expressão monumentalmente simbólica, como em São José dos Campos, contribui substancialmente com a manutenção de imagem da cidade e do Distrito graças ao seu design contemporâneo (Fig.5). Desde sua operação, do ano de 2009, até 2018 (último levantamento) instalaram-se mais de 300 empresas na região (Fig.6).



Fig. 5 Edifício *Ciudad Casa de Gobierno*. Autoria própria, 2022

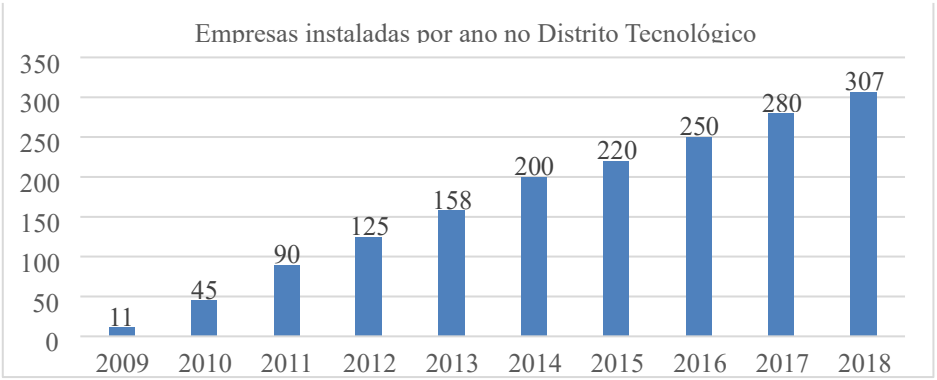


Fig. 6 Empresas instaladas por ano no Distrito Tecnológico Parque Patricios. Elaboração própria a partir de dados compilados, 2022

4 REFLEXÕES CRÍTICAS

Sob esta ampla perspectiva, sustenta-se como hipótese que tais transformações MTCI, junto às novas dinâmicas de desenvolvimento urbano, consolidam uma lógica de políticas focadas na concentração de investimentos públicos e em projetos de dinamização econômica, desconsiderando um olhar integral sobre a cidade. Nesse sentido, enquanto atravessam um processo de transição produtiva, nas cidades estudadas, estes hubs de inovação se envolvem estrategicamente na politica urbana e auxiliam na construção de uma imagética. A produção de um imaginário urbano próspero, é imprescindível para a venda da imagem da cidade, já que assim são maquiadas as dificuldades subjacentes. Entretanto, isto permite-nos observar a adoção de uma forma geográfica de cidade dual: a consolidação de um centro renovado, mas que é circundado pela pobreza (HARVEY, 2005).

A crítica não se direciona ao que se define conceitualmente como inovação, mas, em realidade, à forma como estes processos se desenvolvem nas cidades. A nova lógica global, junto a estes empreendimentos, implanta dinâmicas marcadas por problemáticas diversas, por vezes distorcendo o real sentido destes espaços e os afastando de seus objetivos ideais. O caráter especulativo das dinâmicas de mercado que permeiam estes projetos (HARVEY,

2005), ocasionalmente não os permite retornar aos cofres públicos o investimento que lhes foi concedido, como financiamentos, infraestruturas específicas ou subsídios. Além disso, a empregabilidade local, como aspecto, é altamente subjetiva, já que terceirizações e cadeias de manufatura dispersas são muito comuns.

Ademais, a instalação desses ambientes de inovação próximo a áreas pouco desenvolvidas, quando somada a necessidade de mão de obra qualificada, desenha um quadro delicado. Implantados também com o objetivo de requalificar a área, estas localidades por vezes habitam populações vulneráveis e que enfrentam obstáculos significativos em relação ao acesso à educação e formação profissional. Dados do anuário estatístico da cidade de Buenos Aires mostra a área sul da cidade, em comparação com a norte e a central, com a menor taxa líquida de escolarização de jovens nos gráficos de educação secundária e superior. Todavia, ambos os estudos de caso não exibiram políticas de integração satisfatórias nesse sentido.

Nestes espaços em metamorfose o aumento dos custos de vida, valorização e especulação imobiliária também são comuns, o que favorece processos de gentrificação populacional e produtiva. Parque Patricios, análogo, ao complexo industrial de Can Ricart, requalificado para a implementação do projeto 22@Barcelona, também tem passado pelo processo de gentrificação produtiva - que se define pelo deslocamento industrial de atividades produtivas tradicionais por processos de requalificação do solo, decorrendo da necessidade de favorecer novas atividades de valor concentrado (JUTGLA, 2010).

5 COMPARANDO E RELACIONANDO OS OBJETOS DE ESTUDO

Por outro lado, é imperioso mencionar a mercantilização da imagem e a natureza destas transformações como fatores de contribuição para o apagamento do patrimônio industrial da cidade de São José dos Campos. O valor da história industrial da cidade é apagado por meio de retrofits e demolições, como a fábrica Ericsson, projetada por Niemeyer em 1972, demolida para alocar um shopping center no local. Analogamente, em Parque Patricios a perda também é percebida com a desconfiguração de edifícios particulares e públicos, sublinhada após a apresentação do projeto de retrofit do cárcere de Caseros (Fig.7).



Fig. 7 Projeto de retrofit em cárcere de Caseros

Em São José dos Campos, os entraves enfrentados por estudantes e funcionários que buscam acesso ao PIT, ainda não contemplado pela linha verde, também se destacam. O projeto,

apresentado em 2018, previa conectar através de um eixo as áreas sul, central e leste, por meio de veículos leves sobre pneus (VLPs) 100% elétricos (Fig.8), com sua rota, alternando entre o uso de faixas integradas e segregadas ao sistema de vias urbanas. A implementação do sistema divide-se em 2 fases: a 1° e já operante conecta as áreas sul e central, enquanto a 2°, ainda em construção, liga a região central à área leste. Quando concluído, o eixo viário sustentável também prevê o aterramento de parte da linha de transmissão de energia (ISA CTEEP) que adentra a cidade, visando contribuir com a criação de novas centralidades, estimulando o crescimento do setor imobiliário.



Fig. 8 VLP elétrico Marcopolo/BYD utilizado na Linha Verde

Em uma macro e microperspectiva, é certamente nítida a importância da difusão de políticas fundamentadas sobre os ideais de sustentabilidade ambiental, todavia é novamente pertinente a reflexão em relação a alguns aspectos que levaram a implementação da linha que possui algumas estações de acessibilidade discutível – destacam-se aqui, estações em trecho de linha segregada, localizadas na extensa e desocupada faixa de terreno pertencentes à ISA CTEEP. Além disso, antecedente ao projeto da Linha Verde, foi apresentada a proposta de implementação do sistema bus rapid transit (BRT) pelo IPPLAN, composto por 8 linhas e 94 quilômetros de extensão - um cobrimento quase 3x maior que o da Linha Verde, que se estende por aproximadamente 20 quilômetros. Todavia, o projeto foi reformatado e passou a se constituir de uma única linha que conecta o setor sul da cidade ao PIT, através da utilização de ônibus elétricos.

Assim, o questionamento levantado baseia-se nas razões para o aporte de recursos pela prefeitura de São José dos Campos em um projeto com carregamento pouco significativo. A questão acaba por efetivar o debate de Harvey (2005) em relação às forças externas coercitivas - evidentes por intermédio da competição interurbana e na preocupação da cidade de sua imagem como vitrine de inovação e sustentabilidade, ainda que o projeto possua pouca eficiência estrutural no âmbito da mobilidade.

No que tange às dinâmicas de interação entre os atores chave dentro destes espaços de inovação, é nítido o empenho do PIT em trazer a dinâmica urbana para próximo de si ao apresentar o empreendimento Cidade Tecnológica (Fig. 9), enfatizando o uso misto da terra, combinando residências, empresas, escritórios, laboratórios, espaços institucionais e de lazer, potencializando a capacidade sinérgica do Parque. Analogamente, a administração portenha objetiva o mesmo em Parque Patricios, equipando a área com amenidades urbanas e edifícios públicos, catalisando o processo de instalação de empresas e sublinhando a

imagem de bairro como tecnologicamente pujante. Ambas as áreas, historicamente, não só hospedaram obras governamentais e instalações impopulares - cemitérios, lixões e ocupações irregulares -, como também se desenvolveram sendo pouco assistidas pelo serviço público e rejeitadas pelo mercado imobiliário formal, seu novo e súbito ganho de centralidade estabelece conflito entre os novos usos pretendidos e os anteriormente existentes.



Fig. 9 Empreendimento Cidade Tecnológica. Exto, 2024

Em Parque Patricios, o conflito é amplificado observando a disturbada ocorrência que acomete as 102 famílias residentes do edifício Santa Cruz - ocupado e refuncionalizado por seus habitantes em 2002 após o encerramento das atividades da sede da companhia têxtil SELSA (Fig. 10). Mesmo ocupado, o edifício foi adquirido, com seu comprador exigindo a desocupação da construção pelos moradores, que recorreram à justiça. O cenário que se desdobra desde 2010, e ainda irresoluto, não só expõe a despreocupação governamental em relação ao tema, mas denota a imprescindibilidade do debate da democratização das cidades, especialmente sob a lente dos espaços de inovação - onde é notória a pressão imobiliária e o impacto da especulação sobre as camadas mais vulneráveis.

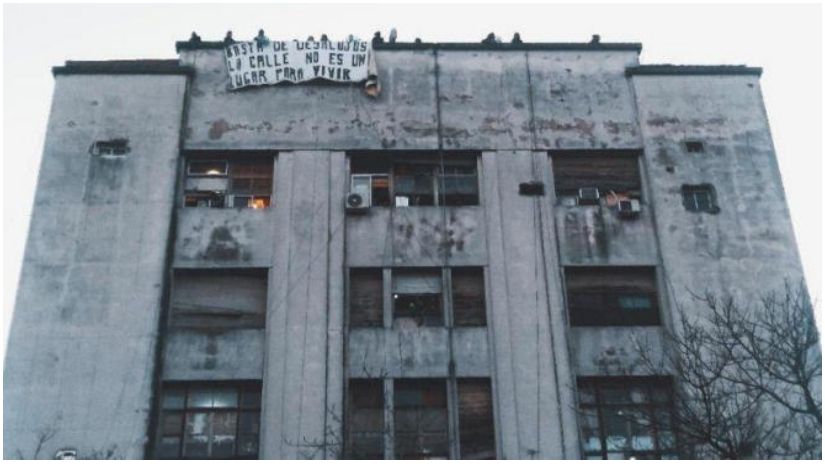


Fig. 10 Ed. Santa Cruz. Canal Abierto, 2024

Em análise, não se verificou em São José dos Campos ou Buenos Aires programas socioprofissionalizantes que efetivamente incluíssem parcelas menos favorecidas da

população à esfera produtiva da inovação, as iniciativas existentes são prematuras, majoritariamente financiadas pelo setor privado, e não divulgam os dados de indivíduos contemplados e que obtiveram sucesso em seu processo de inserção no mercado. A ausência ou inconsistência de programas inclusivos facilmente convertem estes ambientes em barreiras, além de então assumir como excludente o discurso de melhoramento dos padrões de vida.

Além disso, é interessante observar o perfil das empresas sediadas no município paulista, caracterizadas majoritariamente pela prestação de serviços de assessoria nas áreas de tecnologia espacial aplicadas a distintos contextos e softlanding para empresas estrangeiras. Semelhantemente, no Distrito Tecnológico, predominam serviços de software, atuando em uma lógica de "sojaware", pautada no desenvolvimento e exportação de linhas de código como commodities. É aqui visível a disparidade entre a natureza produtiva dos locais de estudo se colocados ao lado com parques e distritos de tecnologia do norte global ou até mesmo chineses, marcados por uma maior diversificação produtiva. Adicionalmente, as entrevistas e os levantamentos de campo indicam a dificuldade destes espaços em uma geração de sinergia efetiva, com estes projetos se orientando demasiadamente para a esfera imobiliária.

Ademais, é certo que a avaliação do sucesso destes ecossistemas não pode ser apenas e exclusivamente atrelada ao número de empresas abertas. Ainda que qualificados como os espaços mais notáveis da América Latina, a falta da sinergia é nítida em ambos os locais – com muita das empresas ali se instalando não só para desenvolver produtos inovadores, mas também, e, sobretudo, de se servir da infraestrutura e benefícios fiscais oferecidos. No contexto portenho, foi relatado, por uma das instituições de ensino superior, a dificuldade de comunicação com as empresas e a gestão do Distrito em si – que logo disputará sua influência com o *Parque de Innovación*, em processo de abertura na área norte da cidade. Por outro lado, é nítido o desafio enfrentado por estes ambientes em relação ao esvaziamento generalizado de seus espaços por parte dos profissionais ainda agarrados ao *homeworking* (que passou a ser vendido pelas empresas como uma forma de liberdade). Dessa maneira, é pertinente refletir de que forma estes hubs de inovadores sustentarão a narrativa da necessidade de espaços para a classe criativa se esta não os frequenta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É pertinente observar, como no âmbito das localidades estudadas, o papel assumido pelas cidades de espaços tecnizados e essenciais para o desenvolvimento econômico, sendo, nesse sentido, requalificadas conforme os interesses dos atores hegemônicos da economia e da política, ancoradas às dinâmicas globais. É aparente, no desejo da construção de um espaço para o futuro, simultâneo a canalização de recursos para a qualificação urbana, mais a priorização do atendimento de interesses de agentes específicos e retornos financeiros imediatos, do que a melhoria das condições em um âmbito geral. Por conseguinte, o processo, além de pouco inclusivo, também se apoia sobre as dinâmicas especulativas do mercado (Fig. 11).



Fig. 11 Venda de propriedade já com potencial construtivo

As entrevistas, análises bibliográficas e o levantamento de campo em Parque Patricios mostram que a atração de empresas para a região foi de fato bem sucedida, contudo o processo de instalação não acontece uniformemente, o bairro possui regiões esvaziadas com muitos imóveis industrias desativados à venda. Além disso, mesmo em áreas já qualificadas é possível encontrar edifícios novos ainda não ocupados. Por outro lado, pontuou-se em 4 das entrevistas, que, tanto no Distrito como no PIT, a insuficiência de diretrizes claras e objetivas em nível municipal, estadual e federal tem se mostrado um entrave que tem prejudicado o desenvolvimento destes espaços.

Tanto o Parque quanto o Distrito apresentam dificuldades em entregar em totalidade os benefícios, idealmente conceituados, de um ambiente inovador. Estratégias fundamentais como a criação de uma liderança colaborativa e o incentivo ao empreendedorismo local não se efetivam. A ínfima integração educacional e o pouco diálogo entre os principais atores deste ecossistema – tais como população, empreendedores, empresas, laboratórios, instituições de educação e governo – torna o benefício gerado nestes espaços acessível apenas a determinados grupos. Sob tais circunstâncias, o crescimento é lento e a prosperidade não é equivalente.

Em uma avaliação de aspecto semelhante, distritos de inovação atingem seu potencial apenas quando combinam empresas e organizações que impulsionem ou cultivem ambientes de inovação (ativos econômicos) em espaços públicos e privados (ativos físicos) que incentivem conectividade e inovação, além do networking entre atores (ativos de rede) (KATZ, 2014). A ausência de qualquer ativo é suficiente para comprometer o potencial do distrito. Sob tal lógica, Parque Patricios, que carece de ativos de rede, não atinge toda sua potencialidade, assim como o PIT, que embora seja um parque, opera sobre dinâmica semelhante.

No atual cenário, o levante destas percepções é visto como interessante, pois a assimilação dessas novas dinâmicas pelas cidades ainda não se estabeleceu como consolidada, ou seja, analisar e intervir durante o processo, a priori, possibilita atenuar e remediar os entraves - majoritariamente sociais -, apontados. O olhar por esta lente tem sua imprescindibilidade amplificada se justaposta ao contexto latino-americano, com países que enfrentam questões

sociais mais agudas, engendrando dúvidas em relação a não só o papel destes países, estacionados na periferia do capitalismo, mas como também este processo irá se desdobrar frente a estas realidades particulares, levando-se em consideração a nova DIT. Sob esta perspectiva é mais que necessário repensar o modo como estas relações se desenvolvem, buscando uma maior equidade e conciliar os interesses e necessidades de todos os grupos e atores urbanos que constituem a cidade. Desse modo, como menciona Sharon Zukin:

[...] cidades devem gerenciar a integração de novas tecnologias e comunidades sociais; elas devem mudar o discurso da mudança, afastando-se do empreendedorismo individualista e em direção a uma inovação para todos. (ZUKIN, 2020, p. 317)

REFERÊNCIAS

Alonso, G., Amieva, S., Araujo, R., Bianco, P., Contreras L., Cortese, L., Echezuri, A., Losada J., et. al. (2017) **Parque Patricios**: De los corrales a la tecnologia, Dirección General Patrimonio, Museos y Casco Histórico Bolivar, Buenos Aires.

Castells, M. (1995) Capítulo 1**, tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional**, Alianza Editorial, Madrid.

Etzkowitz, H. (2008) **The Triple Helix:** University-Industry-Government Innovation in Action, Routledge, London.
Florida, R., (2011) Capítulo 1: A transformação do cotidiano, **A Ascensão da Classe Criativa**, L&PM.

Harvey D. (2005) Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. **A Produção Capitalista do Espaço**, Annablume, São Paulo, 48 - 63.
Jutgla, E., Casellas, A., Barbera, M., (2010) **Gentrificación productiva em Barcelona**: efectos del nuevo espacio económico, IV Grupo de jornadas de geografía económica, Lyon.

Katz, B., Wagner, J. (2014) **The Rise of Innovation districts**: A New Geography of Innovation in America, Brookings. Washington D.C.

Papali, M., Zanetti V., Costa, S., Mello, L., Souza, A., Gomes C., Silva, D., Fraga, E., et. al (2010) **Crescimento Urbano e Industrialização em São José dos Campos**, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

Prefeitura de São José dos Campos (2012), Prefeitura e IPPLAN apresentam projetos do VLT. Available at: https://servicos.sjc.sp.gov.br/servicos/noticiasantigas/noticia.aspx?noticia_id=12722

Santos, M. (2006) **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo. Razão e emoção, 4 ed, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Zinny, G. (2021). Anuario de estadísticas Educativas. Available at: https://buenosaires.gob.ar/calidadyequidadeducativa/estadistica/anuario

Zukin, S. (2020) **The Innovation Complex**: Cities, Tech and the New Economy, Oxford University Press, New York.

WEB ACCESSIBILITY OF TRAVEL AGENCIES AND MUSEUMS FOR ACCESSIBLE TOURISM IN THE ALGARVE

M. P. Rosa, J. I. R. Rodrigues e G. Barriga

ABSTRACT

Accessible tourism meets the social dimension of sustainability enabling all people to participate in and enjoy tourism experiences. In an increasing digital world, tourists usually search the Internet for information about touristic and cultural attractions. However, sometimes the information provided by websites is not accessible to tourists with disabilities, so they can't interact with the associated social networking applications either. Web accessibility offers the possibility of access to information on the Internet, through websites considered as accessible, so that they can be used by any person with or without disability. A set of guidelines to standardise Web content so that people with disabilities can increasingly access and use the most varied services available on the Internet is proposed by the World Wide Web Consortium - W3C. In the present work the level of Web accessibility of travel agencies and museums in the Algarve region is evaluated. The results show that the level of Web accessibility of the selected museums in the Algarve is comparatively better than that of the selected travel agencies.

1 INTRODUCTION

Social sustainability is driving changes in the current role of information in global society, where digitalization is increasingly in the spotlight. The social dimension of sustainability considers social equity, *i. e*. equal opportunities in the access to goods, services and information, encouraging active participation of citizens and accepting the right to this participation. To achieve this, attention must focus on institutional, political and governmental sustainability in order to guarantee the necessary organizational potential for knowledge, performance, administration and management of the government and of the administrations. The societal responsibility is fundamental for the promotion of respect and fulfilment of the universal rights of human beings.

In the context of developing tourism activities, social sustainability has implications for the access of all tourists to infrastructure, equipment and services, and therefore access to information, where digital tecnologies, such as online social media and social networking

service, can increase it, enabling new experiences in destinations. The universal access of information must be considered throughout the tourism value chain. The present new movements in accessible tourism consider standards of sustainability, social responsibility and customer service (Michopoulou et al., 2020).
Considering tourism, besides the academic interest in the social dimension of sustainability, there is a progressive assimilation by (non-) governmental organizations and political structures in incorporating it within the tourism products and services. The question is whether tourism enterprises and public institutions, on a local scale, are managing to incorporate social issues, such as universal design, into their touristic products and digital innovative solutions.

The present research focuses on Web access and inclusion in tourism considering the Algarve, located in the southern most region of continental Portugal.

In an increasing digital world, tourists tend to search the Internet for the main tourist and cultural attractions, thus the accessibility of these websites is a very important issue considering accessible and inclusive tourism, which attends to the human right of access to information. Furthermore this accessibility influences the ease of obtaining information, for all tourists and residents, directly in the searched *site* or in the associated social networking services.

This research was conducted in the Summer of 2020 during the pandemic crisis when social media use was an integral part of people's daily routine. The Accessible and Inclusive Project was sponsored by the Portuguese Science and Technology Foundation through the Program Summer with Science 2020. It aims to analyze the accessibility of travel agency websites and municipal and private museums websites in the Algarve region, to help understand the level of compliance with the European Directive and Portuguese law on Web accessibility and to know good practices are in place in the private sector. Municipal museums are public institutions to which Portuguese law applies. Travel agencies are operated by the private sector, which is beyond the scope of this law, but these are the entities responsible for the mediation between tourist consumers and suppliers.

The analysis is undertaken using AccessMonitor, the automatic tool developed by the Portuguese National Administrative Modernization Agency (AMA, 2022) for Web accessibility websites, recommended for accessibility evaluation of digital content. The research is pertinent as the compliance of hospitality and tourism organization websites has not been regularly analysed (Singh et al., 2020).

This article is structured in six sections, starting with this introduction and the literature review. Next, the methodology used in this research is presented, followed by the finding results and its analysis, ending with our conclusions.

2 LITERATURE REVIEW

The goals of social sustainability are being taken institutionally in the United Nations, the European Union and Portugal, which have triggered actions for accessibility according to the universal design approach. The "Convention on the Rights of People with Disabilities" (United Nations, 2007) helped to dictate the need for improvements by promoting and ensuring the rights and dignity of people with disabilities, empowering them to live autonomously and fully participate in society by guaranteeing among other things, equal accessibility to information, and communications. Concerning the United Nations' Sustainable Development Agenda 2030 (United Nations, 2015), the Goal 9 – to build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation - refers to the need to increase, significantly, access to information and communications technology and strive to provide universal and affordable access to the Internet.

People of all ages, social status and skills are taken into account within the universal design approach, *i.e.* every citizen enjoys its implementation, the whole society benefits from solutions accessible to all. A few decades ago, the Center for Universal Design at North Carolina State University proposed the concept of universal design of products and environments to be usable by all people, to the greatest extent possible without the need for adaptation or specialized design. Equitable use is one of the principles of universal design (Connell et al., 1997; Story, 2001).

Among others, the main characteristics of any universal design product or environment are that they be accessible, usable, and inclusive, whether applied to built environment, public transport (Rosa et al., 2020), or applied to software design to Web or mobile applications (Perry & Waggoner, 2021).

To enable people with disabilities to live independently and participate fully in all aspects of life, including tourist activities, society may take appropriate measures to ensure Web access, on an equal basis with others, guaranteeing access to information and communication technologies and systems. The concept of accessible tourism meets this attribute as it "enables people with access requirements, including mobility, vision, hearing and cognitive dimensions of access, to function independently and with equity and dignity through the delivery of universally designed tourism products, services and environments" (Connell et al., 1997). This definition is inclusive for all people including those travelling with children in prams, people with disabilities and seniors (Darcy & Dickson, 2009). So, accessible tourism for everyone, is defined as a way of tourism, which develops leisure and spare time activities in such a way that it may be enjoyed by every type of person, regardless of their physical, social or cultural condition.

According to the United Nations, accessible tourism enables all people to participate in and enjoy tourism experiences. In an increasing digital world, tourists usually search the Internet for information about the main touristic and cultural attractions. However, sometimes the information provided by websites or tools is not accessible to people with disabilities (Vila

et al., 2020). The lack of access to information is one of the barriers that is being identified in accessible tourism (Darcy, 2010; Michopoulou et al., 2020). It is necessary to guarantee access to information without any kind of barrier caused by the user's condition. One of the prerequisites that allows people with disabilities to travel is accessible information online (Buhalis & Michopoulou, 2011).

The level of accessibility may depend on the specific user needs, and on the possibility of using assistive technologies, for example voice recognition programs and Braille synthesizers (Vila et al., 2018). This is fundamental for people with visual disability that tend to use online information. Blind persons, using screen readers and voice synthesizers to access the Web, can interact with social network applications (Buzzi, Buzzi, Leporini, Akhter, 2010).

For any situation, Web contents will have to be prepared to connect and communicate with these types of assistive tools. Many people with disabilities need Web accessibility to perform their activities. For these people to enjoy and contribute to the Web in an effective way, it is necessary that more and more accessible websites emerge (Riley-Huff, 2012).

Web accessibility specifies the possibility of access to all information on the Internet, through websites considered as accessible, so that the websites can be used by anyone with or without disability. The subject of Web accessibility (Peixoto et al. 2017) came up more than 20 years ago, with the creation of the W3C project, in the fall of 1996. This project was officially published in April 1997 and was named Web Accessibility Initiative (WAI). The first set of guidelines emerged in 1999 with Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 1.0), consisting of 14 guidelines each covering a specific element of Web accessibility. WCAG 1.0 was an historical step in making the Web a more inclusive place. The hardest part was encouraging organizations to use them. WCAG 2.0, was published at the end of 2008 and became an ISO standard in 2012, ISO/IEC 40500:2012 (Li et al., 2012). In 2018, WCAG 2.1 became a W3C recommendation.

The WCAG 2.0 guidelines are organized under 4 principles, perceivable, operable, understandable, and robust, and includes 12 guidelines. These guidelines consist of goals that website authors should pursue to produce more accessible content for users with disabilities. For each guideline a set of testable criteria is provided by the WCAG 2.0 specifications, so authors can evaluate the conformance of the website components with the guidelines. There are three levels of conformance identified with the acronyms: A (lowest), AA (double A) and AAA (triple A, highest). These acronyms translate the degree of accessibility to the sites by users with different disabilities.

WCAG 2.1 is an extension of version 2.0 and corresponds to a set of guidelines developed by the World Wide Web Consortium (W3C, 2018) that aims to standardize Web content so that people with disabilities can increasingly access and use the most varied services available on the Internet. While not a legal obligation, it is desirable that all public institution Web pages have at least AA level of accessibility. However, it is not recommended that Level AAA conformance be required as a general policy for entire sites because it is not possible to satisfy all Level AAA Success Criteria for some content.

In order to enforce the need for accessibility, the European Directive on Web accessibility was created in 2016 (European Parliament and the Council, 2016). This directive aims to make websites and mobile applications in the public sector more accessible and harmonize various standards in the European Union (EU), reducing barriers for developers of accessibility related products and services. Through this Directive, public sector bodies should periodically provide a detailed, comprehensive and clear statement on how their websites and mobile applications comply with it, including: i) an explanation of any elements that are not accessible and information on accessibility alternatives; ii) a description of how a user can report possible non-compliance with this Directive and request the information excluded from the scope of this Directive, and iii) a link to a complaint mechanism in case of an inadequate response.

European Union countries should also engage by facilitating the application of accessibility requirements to other types of websites and mobile applications covered by existing national legislation, and exchange good practices, provided by the European Commission. As a consequence, some automatic evaluation tools have been developed to evaluate the quality of Web accessibility with respect to WCAG of sites, such as the 'Test de Accesibilidad Web' TAW (W3C, 2022a), WAccess (Boyalakuntla et al., 2021) and AccessMonitor (AMA, 2022). A longer list of Web Accessibility Evaluation Tools can be found online (W3C, 2022b).

Web accessibility has come to the attention of many authors in latter years as can be seen from the quantity and diversity of works in recent bibliography. Quality of government websites, Web accessibility of higher education websites, accessibility of tourism websites, accessible images and Web accessibility requirements for agile development are only a small example of this.

The European Directive on Web accessibility was brought in Portuguese legislation in 2018 (Presidência do Conselho de Ministros, 2018) and since then efforts have been underway aiming at online accessibility. For example, the Portuguese Foundation for Science and Technology (Fundação para a Ciência e Tecnologia) provided the automatic tool AccessMonitor, which works entirely on the Web according to the Web Content Accessibility Guidelines Accessibility of Web Content (WCAG 2.0).

In Portugal, tourism is a very important sector for the national economy. The tourism industry has made a remarkable effort in promoting more responsible and inclusive tourism, attending to the rights and duties of everyone involved in the sector. Concerning the right to access online information, a study developed in the Central Region of Portugal within the scope of accessible tourism, presents an evaluation of Web accessibility considering travel agency websites. Travel agencies are important promotional channels which may have a role facilitating elements for the physical access of tourism products and services, if the given information meets accessibility requirements (Silveiro et al., 2019).

3 METHODOLOGY

This study began with the search for travel agencies that exist in the Algarve. These were found via the website SIGTUR, the Portuguese Tourism Geographic Information System (Turismo de Portugal, 2020), applying a spatial search filter for the Algarve region. More than 200 travel agencies were found in the Algarve region, however not all had a website. Removing from the list agencies with a digital presence only on facebook or other social networks, or without any digital presence at all, remained a total of 156 travel agencies that had a website. Each one of this websites were analyzed. To find the main museums in the Algarve, a Google search for these was performed, as well as a search on the website of the Algarve Museum Network, which includes some of the best known museums in the region. A total of 22 museums with website were selected, 10 owned by municipalities and 12 privately owned.

AccessMonitor performs 86 tests based on the accessibility guidelines WCAG 2.1 (Web Content Accessibility Guidelines). Eight of the tests produce a qualitative report and 78 produce a quantitative index. The qualitative results are grouped according to the 3 levels of success criteria compliance (level A, level AA and level AAA). For the analysis, the number of errors in each level of compliance (A, AA and AAA) of each website was registered and some statistics namely the average, the minimum and the maximum. The tool likely analyzes the HTML and CSS of the web pages, checking for accessibility features or issues in individual elements such as: attributes in images, proper labeling of form elements, use of headings in a logical order, sufficient color contrast between text and background, accessible navigation (e.g., skip links, ARIA roles), proper use of ARIA attributes and landmarks.

Besides the number of acceptable and non acceptable practices, AccessMonitor provides a score for the website, that corresponds to a global evaluation of the level of accessibility achieved. This index measures values on a scale from 1 to 10 points, with the following classifications: i) Very bad: 1 point; ii) Bad: 2 or 3 points; iii) Regular: 4 or 5; iv) Good: 6 or 7; v) Very good: 8 or 9 and vi) Excellent: 10 points. While the actual scoring mechanism of AccessMonitor might have proprietary elements, the general approach likely involves automated checks against WCAG guidelines, severity-based scoring, and aggregating the results to provide an overall accessibility score and actionable feedback.

4 RESULTS

Accessibility of travel agencies websites and municipal and private museums in the Algarve region were analysed in the summer of 2020 during the pandemic crisis.

The results obtained for travel agencies are presented in Table 1. The most frequent errors are of Level A criteria, with an average of 6 errors per website. Level AA and AAA are less frequent, with 1.3 and 0.6 errors on average, respectively.

Table 1 Errors found for each compliance criteria considering travel agency websites in 2020

Results	Average	Minimum	Maximum
AccessMonitor Index	5.4	2.5	9.1
Level A Errors	6.0	1	14
Level AA Errors	1.3	0	4
Level AAA Errors	0.6	0	2
Total Errors	**7.9**	**2**	**17**

The scores observed for travel agency websites were between 2.5 and 9.1 with an average of 5.4, which corresponds to Regular (Table 1). Globally, websites evaluated as Bad (9.0%), Regular (59.0%) and Good or Very good (34%) (see Table 2).

Table 2 Scores and Web accessibility classification for travel agencies in 2020

AccessMonitor Index	Number	%
Very bad practice	0	0
Bad practice	14	9.0
Regular practice	92	59.0
Good practice	44	28.2
Very good practice	6	3.8
Excellent practice	0	0

Regarding the museum websites, Level A errors are also the most frequent, but with a lower average, 4.7 (which compares poorly with an average of 6 for travel agencies). The maximum is also lower, 8 instead of 14 observed in travel agencies websites. The average score is 6.4 which corresponds to Good Web accessibility (Table 3).

Table 3 Errors found for each compliance criteria considering museum websites in 2020

Results	Average	Minimum	Maximum
AccessMonitor Index	6.4	4.4	8.8
Level A Errors	4.7	1	8
Level AA Errors	1.4	0	3
Level AAA Errors	0.2	0	2
Total Errors	6.3	1	11

The results for museum websites show that the score evaluation produces 3 groups of accessibility: Regular (27.3%), Good (63.6%), and Very good (9.1%), as shown in Table 4.

Table 4 Scores and Web accessibility classification for public and private museums in 2020

AccessMonitor Index	Number	%
Very bad practice	0	0
Bad practice	0	0
Regular practice	6	27.3
Good practice	14	63.6
Very good practice	2	9.1
Excellent practice	0	0

5. ANALYSIS OF RESULTS

Comparing the results presented in the previous section of travel agencies and museums, a pattern can be seen, both in the AccessMonitor index and the number of errors detected. Accessibility levels in museums are better than those of travel agencies. Highlighting the accessibility ratings, it was observed that a total of 72.74% of museums exhibit good practices or better accessibility against only 32.06% of travel agencies. If we compare the average, minimum and maximum some surprising results can be perceived: in relation to the average, museums fall within good practices, with an index of 6.45 against 5.43 for travel agencies. In the minimum index the result is repeated with a minimum average of 4.4 for museums and 2.5 for travel agencies, but in the maximum index the result was different, with travel agencies having a maximum of 9.1 against 8.8 for museums.

According to the study by Silveiro et al. (2019), which aimed to analyze travel agencies in the central region of Portugal, the level of accessibility of the websites analyzed is between the low and median level with an average of 4.77 in the AccessMonitor global index. Comparing travel agencies in the Algarve region, it can be observed that they have an average index slightly higher than 5.43 and close to 2 errors less per website.

In this study there was no website with zero level A errors, which means that none meet the minimum requirements imposed to be considered as accessible. These results are aligned with the study developed by Teixeira et al. (2020), where the results revealed that although museum websites present higher levels of accessibility than those of other tourist supplier agents, they still have several accessibility problems to solve. Accessibility appears not to be a determining factor in tourist sites' performance (Rucci & Porto, 2022).

The situation of no accessible tourism websites can increase social inequality as it leaves behind specific groups of the population, such as people with disabilities and older people. Online travel planning can influence the decision to travel or not and the choice of destinations. in addition to this, information is a determinant not only as a communication and marketing channel, but also as a transmitter of experiences (Vila et al., 2019). The improvement of Web accessibility is essential in encouraging more sustainable business and enhancing the quality of life for people with disabilities (Darcy et al., 2020).

In 2020, during the global pandemics of COVID-19, Fernández-Díaz, Iglesias-Sánchez and Jambrino-Maldonado (2020) studied whether the World Health Organization (WHO) was accessible in its digital version for all groups of citizens according to the widely accepted standards in the field of the Internet. They concluded that not all the information was accessible in accordance with the Web Content Accessibility Guidelines 2.1, which implies that there are groups that are, to some extent, left out, especially affecting the elderly. The present study, focalized in tourist enterprizes and public officies is consensual with these results.

The increasing number of people with intellectual, sensory, or physical disabilities, along with the ageing population, is driving the demand for web accessibility. When planning travel activities, these individuals often encounter information barriers. To ensure that websites and Web applications are accessible and usable by everyone, designers must follow Web accessibility guidelines. Accessibility should be a determining factor in the performance of tourist sites, both for social sustainability and economic sustainability. Universal accessibility in tourism should be seen as an attribute of quality tourism.

6. CONCLUSIONS

The results of this research show that the average Access Monitor score is about 5.4 (out of 10), indicating that the level of web accessibility in travel agencies in the Algarve is Regular. However, some good cases demonstrate that certain agencies are concerned with improving their websites. Regarding the most common errors, the error 'Lack of alternative text in images', which is a Level A issue, was the most frequent in the analysis of travel agencies. This error has special significance in the context of visual impairment because screen readers use alternative text in images to describe them to the user. These findings corroborate the results of the study by Vila et al. (2019), which analyzed the official tourism websites of Northern European countries, noting that major accessibility problems have a direct impact on users with visual impairments and cognitive limitations.

By comparing the results of travel agencies and museums, the web accessibility levels of museums, with an average score of 6.5 (out of 10), are better than those of travel agencies. Perhaps the mandatory web accessibility legislation for the public sector has had a positive impact on access to digital information, an important dimension of accessible tourism. Perceived best practices of public museums in web accessibility confirm the tendency of cultural institutions in Portugal to lead in considering universal design in their tourism products and experiences. These are good examples of institutional and governmental sustainability.

However, the results show something worrying regarding the number of Level A errors, which are of higher priority and must be addressed. In this study, no website had zero Level A errors, meaning that none meet the minimum requirements to be considered accessible. Major accessibility problems directly impact users with visual impairments and cognitive limitations. This lack of accessible tourism websites can increase social inequality by leaving behind specific groups of the population, such as people with disabilities and older people.

This is an important issue as online travel planning can influence the decision to travel (or not) and the choice of destinations.

Given the absence of scientific work on this subject in the Algarve, particularly in the context of travel agencies and museums, we believe this study offers relevant contributions to the scientific community and society by promoting good practices in this region that enhance accessible tourism, sustainability, and social inclusion.

7 ACKNOWLEDGMENTS

The Accessible and Inclusive Project was sponsored by the Portuguese Science and Technology Foundation through the Program Summer with Science 2020. The authors thanks to the Engineering Institute of University of Algarve and the Research Centre for Tourism, Sustainability and Well-Being that is supported by National Funds provided by FCT- Foundation for Science and Technology through project UIDB/04020/2020 with DOI 10.54499/UIDB/04020/2020 (https://doi.org/10.54499/UIDB/04020/2020)

8 BIBLIOGRAPHY

AMA (2022) **Accessmonitor: The Web accessibility practices evaluator**, Portuguese national Administrative Modernization Agency. Retrieved from https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt

Boyalakuntla, K., Venigalla, A. & Chimalakonda, S. (2021) **Waccess – a Web accessibility tool based on wcag 2.2, 2.1 and 2.0 guideline**s.

Buhalis, D. & Michopoulou, E. (2011) Information-enabled tourism destination marketing: addressing the accessibility market, **Current Issues in Tourism**, 14(2), 145–168.

Buzzi, M. C., Buzzi, M., Leporini, B. & Akhter, F. (2010) Is Facebook really "open" to all?, **IEEE International Symposium on Technology and Society**, Wollongong, NSW, Australia, 327-336.

Connell, B., Jones, M., Mace, R., Mueller, J., Mullick, A., Ostroff, E., Sanford, J., Steinfeld, E., Story, M., & Vanderheiden, G. (1997) **The principles of universal design: Version 2.0**, Raleigh, NC: The Center for Universal Design.

Darcy, S. (2010) Inherent complexity: Disability, accessible tourism and accommodation information preferences, **Tourism Management**, 31(6), 816–826.

Darcy, S., McKercher, B. & Schweinsberg, S. (2020) From tourism and disability to accessible tourism: A perspective article, **Tourism Review**, 75(1), 140–144.

Darcy, S. & Dickson, T. J. (2009) A whole-of-life approach to tourism: The case for accessible tourism experiences, **Journal of Hospitality and Tourism Management**, 16(1), 32–44.

European Parliament and the Council. (2016) **Directive (eu) 2016/2102 on accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies**.

Fernández-Díaz, E., Iglesias-Sánchez, P.P. & Jambrino-Maldonado, C. (2020) Exploring WHO Communication during the COVID 19 Pandemic through the WHO Website Based on W3C Guidelines: Accessible for All?, **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 17, 5663.

Li, S., Yen, D. C., Lu, W. & Lin, T. (2012) Migrating from wcag 1.0 to wcag 2.0 – a comparative study based on Web content accessibility guidelines in taiwan, **Computers in Human Behavior**, 28(1), 87 – 96.

Michopoulou, E., Darcy, S., Ambrose, I. & Buhalis, D. (2020) Accessible tourism futures: the world we dream to live in and the opportunities we hope to have, **Journal of Tourism Futures**, 1(3), 179-188.

Peixoto, C., Branco, F., Martins, J. & Gonçalves, R. (2017) A Multi-Perspective Theoretical Analysis to Web Accessibility, **Research Paradigms and Contemporary Perspectives on Human-Technology Interaction**, 117-139. IGI Global: IGI Global.

Perry, S. C. & Waggoner, J. (2021) Universal design assessment: We've got a checklist for that!, **Computers in Libraries**, 41(4), 23 – 27.

Presidência do Conselho de Ministros (2018) **Decreto-lei n.º 83/2018**.

Riley-Huff, D. A. (2012) Web accessibility and universal design, **Library Technology Reports**, 48(7), 29 – 35.

Rosa, M. P., Pinto, P. C. & Assunção, H. (2020) An evaluation of the universal accessibility of bus stop environments by senior tourists, **International Journal of Sustainable Development and Planning**, 15(6), 835-840.

Rucci, A. C. & Porto, N. (2022) Accessibility in tourist sites in Spain: Does it really matter when choosing a destination?, **European Journal of Tourism Research**, 31, 3108.

Silveiro, A., Eusébio, C. & Teixeira, L. (2019) Heterogeneidade na Acessibilidade dos websites das Agências de Viagens: um estudo na Região Centro de Portugal, **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, (35), 18-34.

Singh, R., Ismail, A., PS, S., & Singh, D. (2020) Compliance of accessibility in tourism websites: A pledge towards disability, **Journal of Hospitality and Tourism Insights**, 4(3), 263–281.

Story, M. F. (2001) Principles of Universal Design, **Universal Design Handbook**, 1st ed., W. F. E. Preiser and E. Ostroff (eds.), New York: McGraw-Hill.

Teixeira, P., Lemos D., Carneiro, M.J., Eusébio, C. &Teixeira L. (2020) Web Accessibility in Portuguese Museums: Potential Constraints on Interaction for People with Disabilities. In

C. Stephanidis, M. Antona, Q. Gao & J. Zhou (Eds.) **HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Universal Access and Inclusive Design**. Lecture Notes in Computer Science, vol 12426. Springer, Cham.

Turismo de Portugal. (2020) **SIGTUR - Portuguese Tourism Geographic Information System. Instituto Geográfico Nacional**, Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS.

United Nations. (2007) Convention the rights of persons with disabilities and optional protocol, **Report number: A/RES/61/106**, United Nations, New York, USA.

United Nations. (2015) **Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development**, United Nations, New York, USA.

UNWTO. (2016) **Manual on Accessible Tourism for All: Principles, Tools and Best Practices Module I: Accessible Tourism – Definition and Context**. Madrid: World Tourism Organization.

Vila, T., González, E. & Darcy, S. (2018) Website accessibility in the tourism industry: an analysis of official national tourism organization websites around the world, **Disability and Rehabilitation**, 40(24), 2895-2906.

Vila, T., González, E. & Darcy, S. (2019) Accessible tourism online resources: a Northern European perspective, **Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism**, 19(2), 140-156.

W3C. (2018) **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. Retrieved from https://www.w3.org/TR/2018/REC-WCAG21-20180605/.

W3C. (2022a) **Web accessibility test**. Retrieved from https://www.tawdis.net/index.

W3C. (2022b) **Web accessibility evaluation tools list**. Retrieved from https://www.w3.org/WAI/ER/tools/.

CIDADE E NATUREZA: SP SOLARPUNK, LIMIARES ENTRE DISTOPIA, UTOPIA E ONDE ESTAMOS

L. S. C. Rebecca e D. Gallo

RESUMO

A relação entre cidade e natureza é historicamente marcada por conflitos e desequilíbrios, à medida que o crescimento urbano muitas vezes resulta na degradação ambiental. Este trabalho tem como objetivo discutir formas de aproximação desta dicotomia por intermédio do movimento artístico e ativista Solarpunk, que reimagina o futuro urbano através de lentes ecologicamente conscientes e socialmente progressistas, representando uma forma de utopia contemporânea onde a cidade não é mais vista como separada, mas integrada à natureza. A utopia urbana, embora pareça inatingível, desempenha um papel crucial na inspiração e orientação do planejamento urbano. Assim, pode-se utilizar do Solarpunk, aplicado ao cenário urbano atual, para fomentar o debate abrangente a respeito do ambiente construído e da criação de cenários no imaginário popular de um futuro harmônico e possível entre sociedade e natureza, partindo de um tipo de representação acessível à população que extrapola a linguagem acadêmica e especializada.

1 INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que a sociedade contemporânea habita um mundo em ebulição. De acordo com o secretário-geral da ONU, António Guterres, “a humanidade saiu da era do aquecimento global para entrar na era da 'fervura global’”. A comprovação desta fala é observada por meio de um ano de 2023 marcado por “ondas de calor e incêndios em todo o mundo”, com eventos extremos como o derretimento recorde do gelo marinho na Antártida, incêndios na Grécia, inundações no Canadá e ondas de calor na Europa e nos EUA (Paddison, 2023; Redação O Globo, 2023).

A WWA (*World Weather Attribution*) afirma que tais consequências da “fervura global” teriam sido impossíveis sem o efeito da atividade humana. No Brasil, o "Relógio do Clima" no Cristo Redentor alertava para a urgência em limitar o aquecimento global a 1,5ºC, meta estabelecida no Acordo de Paris, mas já em 2024 observou-se um aumento além dessa meta em um período de 12 meses (Redação O Globo, 2023; Unzelte, 2024).

As consequências da vida em um mundo cada vez mais quente são profundas. Projeções baseadas em dados do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) indicam que ao atingir um aumento de 2 ºC, eventos climáticos extremos ficam ainda mais fortes e comuns, colocando mais pressão sobre os ecossistemas. Com 3 ºC, grande parte da Terra

pode sofrer com a escassez de alimentos, ondas de calor, quebra de sistemas naturais em larga escala, aumento na gravidade e frequência de furacões, incêndios e secas, atingindo principalmente regiões mais pobres e a agricultura de subsistência. Acima de 4 ºC, a terra se torna uma estufa e as rápidas mudanças tornam impossível sustentar a grande população humana (Kurzgesagt, 2021).

2 RAÍZES: A RELAÇÃO ENTRE CIDADE E NATUREZA

2.1 Uma breve observação no tempo

Para compreender como se chegou a tal mundo em ebulição, pode-se questionar o momento em que se iniciam os conflitos entre a expansão urbana e seu impacto nos ecossistemas. Pesquisadores divergem quanto a existência de uma harmonia ecossistêmica mesmo no início da história dos *Homo sapiens*. Cecília Herzog aponta que os impactos ancestrais eram efêmeros e que estes eram completamente dependentes da natureza; entretanto, para María Martinón-Torres, os *Homo sapiens* são, em sua gênese, uma espécie invasiva, embora não necessariamente mal-intencionada, mas que representa uma das forças de maior impacto no planeta, diminuindo significativamente a biodiversidade por onde passa, incluindo a da própria raça humana (Martinón-Torres, s/d *apud* Domínguez, 2021; Herzog 2013).

Com a agricultura, a humanidade começa a transformar o meio ambiente para adaptá-lo às suas necessidades, proporcionando o acúmulo de excedentes e o surgimento das cidades. A urbanização e a criação de animais, por sua vez, causaram impactos profundos nas paisagens, com a supressão das matas, alteração nos fluxos dos rios, eliminação de ecossistemas nativos e esgotamento do solo por erosão e salinização. Uma relação conflituosa que se estende para as "descobertas" de novos continentes, onde foram criadas cidades de traçado geométrico que ignoram completamente paisagens e identidades locais (Altares, 2018; Herzog, 2013).

Entretanto, é na Revolução Industrial, com o surgimento de um modelo de cidade que exerce influência até o presente momento, que o mundo é transformado em uma "máquina de progresso", uma inflexão civilizatória importante – o "progresso" – fonte primária de uma série de mudanças que culminam na emergência climática atual. Nesta época, há uma enorme expansão urbana sem planejamento; o aço verticaliza a paisagem, surgem novos meios de transporte e comunicação, vias para circulação de veículos e empreendimentos imobiliários. Tal "cidade maquinista" adapta o ambiente para atender às novas exigências de consumo e trocas mercantis, ao mesmo tempo em que reflete progressivamente a lógica do mundo industrial, ao organizar o espaço de acordo com os princípios da indústria, decompondo e simplificando suas tarefas para torná-las mais rentáveis, bases de um liberalismo econômico, de pensamento linear, individualista e certo de que pode controlar a natureza (Herzog, 2013; Kurzgesagt, 2018; Choay, 2005; Ascher, 2010).

No século XIX, doutrinas higienistas governamentais intervieram no espaço, inserindo parques que reproduzem a natureza de forma artificial, realizando grandes aberturas no tecido urbano, canalizando rios e utilizando suas antigas áreas alagáveis para apropriação e especulação imobiliária. Já no século XX, ao final da Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos apoiam a reconstrução de áreas destruídas pela guerra sob sua hegemonia, utilizando grandes obras de engenharia com base na produção industrial intensiva e no fomento à indústria automobilística norte-americana, levando à priorização de

infraestrutura movida a combustível fóssil sobre rodas em relação ao transporte sob trilhos (Herzog, 2013).

Essa expansão capitalista muda a forma das cidades. Com a globalização econômica, a partir da década de 1970, busca-se adotar uma infraestrutura adaptada para competir na economia mundial. A identidade da arquitetura urbana contemporânea é transformada em algo "comercializável", um exemplo disso são os skylines, símbolos de status e prestígio econômico. Como consequência temos uma homogeneização de suas formas pelo mundo, no que seria também a representação do domínio absoluto do homem sobre a natureza (Carvalho, 2000; Ferreira, 2003; Herzog, 2013; D'Angelis, 2022; Galindo, 2018).

2.2. O progresso e a ebulição

Ao mesmo tempo em que muda as cidades, a expansão capitalista também promove a ideia do "desenvolvimento", ou seja, um processo linear alcançado pelos países capitalistas do norte desenvolvido, no qual os países do sul subdesenvolvido deveriam buscar seus mesmos patamares de industrialização e produção de tecnologia para obter melhores condições de vida. Esse "progresso" desejável pressupõe um caminho pré-determinado, "um processo linear de crescimento ascendente e infinito, natural e resignadamente desigual" (Herculano, 1992). Ideal que acompanha um aumento significativo das emissões globais de gases de efeito estufa por pessoa desde os níveis pré-industriais (Figura 1).

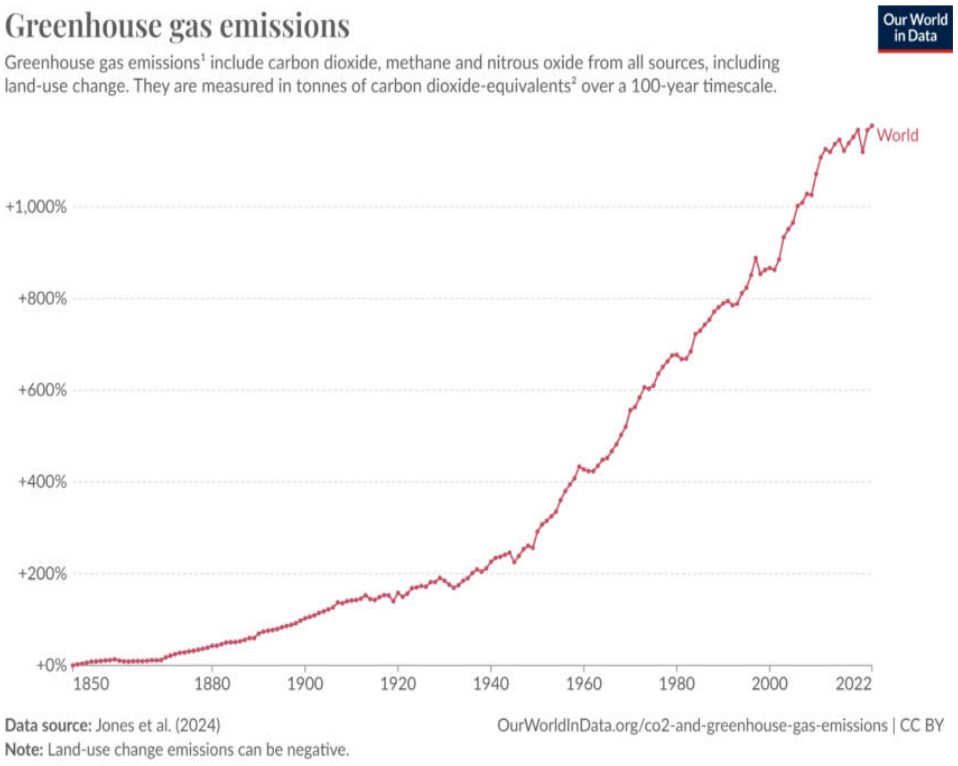


Fig. 1 Emissões globais de Gases de Efeito Estufa - 1850 a 2022. Fonte: Ritchie, 2024

Os níveis de emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa) contemporâneos estão relacionados a uma complexa rede de relações presentes no modo de vida atual. No entanto, um dos pontos principais é justamente a disparidade de renda entre países do Norte e do Sul Global. Podemos observar que o aumento na renda de uma população geralmente está

associado a maiores emissões de CO_2 devido ao seu estilo de vida. Contraditoriamente, a maioria das emissões globais de CO_2 em 2019 provém de países de baixa e média renda, o que torna difícil exigir reduções significativas dessas nações para melhorar os índices atuais sem comprometer as necessidades básicas de suas populações (Kurzgesagt, 2021).

Desta forma, é importante ressaltar que, embora os países de alta renda atualmente emitam menos carbono, estes atingiram altos níveis de emissões no passado para enriquecer. Esta constatação revela a desigualdade desta escalada em direção ao "desenvolvimento" desde sua concepção, uma vez que a exploração dos países periféricos pelos centrais explica o "desenvolvimento" dos primeiros justamente pelo "atraso" dos segundos (Kurzgesagt, 2021; Herculano, 1992).

Esta busca pelo "desenvolvimento" é criticada no Relatório de Brundtland, que a descreve como insustentável e prejudicial à população global. Assim, o relatório determina que a economia internacional deveria acelerar o crescimento mundial, respeitando, porém, as limitações ecológicas, ou seja, deve-se buscar o "desenvolvimento sustentável". No entanto, a ideia de um "desenvolvimento sustentável", mesmo amplamente difundida como uma resposta à crise ambiental, ao ser entendida como um crescimento econômico benéfico para o meio ambiente, se mostra contraditória, uma vez que "sustentabilidade" diz respeito à tendência dos ecossistemas à estabilidade, enquanto o "crescimento" está relacionado à expansão. Assim, os defensores do "desenvolvimento sustentável" apresentam apenas mecanismos paliativos que reforçam a perspectiva dos recursos naturais como instrumentos a serem consumidos, mantendo o *status quo* do poder econômico e não abordam os problemas trazidos pelo sistema capitalista, que se baseia na expansão, acumulação e consumo desenfreado (Relatório Brundtland, 1988 *apud* Herculano, 1992).

3 FUTURO NO LIMIAR ENTRE A DISTOPIA E A UTOPIA

3.1 Distopias e utopias

Ao observar esta relação conflituosa e de complexa resolução entre sociedade e os danos causados ao ecossistema, torna-se comum ouvir que os seres humanos estão destruindo o planeta. Pode-se inclusive abrir espaço para o ecofascismo, através dos discursos de que "a humanidade deve acabar" ou que os "humanos são o vírus do planeta". Este tipo de posicionamento retira o foco dos problemas trazidos pelo modo de vida de um consumo linear e os encara como se a resposta fosse a diminuição de humanos no planeta, uma aposta carregada de desesperança e que acarreta "a marginalização e, talvez, o extermínio de boa parte da população, ao amparo da implantação de critérios delicados que permitam determinar quem fica e quem não" (Taibo, 2020, p. 149).

Esse mesmo sentimento de desesperança levou ao surgimento dos cenários imaginários das distopias, narrativas que se popularizaram no século XX expressando a ideia de um "lugar ruim". Isso ocorre por conta de dois fatores: a oposição de artistas e pensadores contra a hegemonia do discurso racionalista resultante da Revolução Industrial e também da atmosfera pessimista do período entreguerras na Europa, entre 1918 e 1938, que precedeu a ascensão de regimes totalitários na Rússia, Itália e Alemanha, reforçando a visão distópica sobre um futuro de opressão e alienação (Meireles, 2021).

Em contraposição, às visões de um futuro positivo estão ligadas à utopia, que é um conceito bem anterior. A palavra aparece pela primeira vez em 1516 na obra de Thomas

More chamada “Ilha da Utopia” na qual o autor descreve uma ilha próspera e feliz. Contudo, o anseio de se imaginar uma sociedade mais harmônica pode ser visto desde o século V a.C. na República de Platão quando o mesmo descreve o que seria uma sociedade ideal (Lage, 2019; Herzog, 2013). “[A utopia] nasce quando na consciência surge uma ruptura entre o que é, e o que deveria ser; entre o mundo que é, e o mundo que pode ser pensado” (Szachi, 1972, p. 13 *apud* Lage, 2019).

No século XIX, o crescimento urbano europeu deu origem a uma reflexão profunda sobre o urbanismo e os modelos de cidade. No entanto, esse movimento foi diretamente impactado por questões relacionadas à estruturação do próprio sistema capitalista, como a difícil gestão de espaços entre ambientes públicos e privados, a falta da democratização das benfeitorias urbanas e os altos custos imobiliários. O que se alinha à intensificação do consumo e do individualismo, abalando diretamente a propagação de projetos de modelos de cidades melhores a serem alcançados, parecem “ter destruído o sentido do bem comum que é a marca das narrativas utópicas” levando a tal difusão de modelos distópicos, que trazem a crítica e o protesto, mas não uma nova proposta “positiva” (Lage, 2019, p. 6).

Embora fora dos modelos tradicionais, houve o surgimento de outros modos de narrativas utópicas. Não mais como projetos de cidades perfeitas (e regidas por uma parcialidade de decisões), mas por meio de outras formas de pensar o urbano, muitas com foco em questões pontuais e propostas que vislumbram o processo de construção de uma realidade futura diferente da atual. Assim, a utopia contemporânea é ressignificada como algo que impulsiona a sociedade, “um horizonte à frente para redirecionar o caminho, mas não para engessá-lo”, e não deve ser entendida como uma fantasia ou uma possibilidade vazia, “São ideias que levam a pensar e a planejar sua elaboração, constituindo o que se pode denominar a práxis da utopia concreta: estrada que leva ao que se busca” (Apolinário, 2008 *apud* Lage, 2019).

3.2. O urbano

No limiar entre tais cenários de um futuro distópico ou utópico, está o urbanismo. A distopia tem como objetivo expor problemas sendo analisados de um ponto de vista, e a utopia vem para que possamos enxergar um trabalho em cima destes mesmos problemas, tornando-se não uma disputa entre certo e errado, mas na verdade, uma complementaridade de cenários que dialogam no mundo real.

Em 2015, a urbanista e professora Raquel Rolnik fez uma reflexão sobre o futuro da cidade de São Paulo quando esta completasse 500 anos, a partir dos desafios atuais, colocando-se no centro desta dualidade de caminhos possíveis: a catástrofe ou a utopia. A catástrofe caracterizava-se por um ambiente hostil com predominância de infraestrutura rodoviarista, mais asfalto e concreto, escassez de recursos, aumento da segregação socioeconômica e individualismo exacerbado. Já a utopia idealizava uma cidade mais democrática, integrada à natureza, com ênfase no transporte coletivo de qualidade, espaços públicos bem estruturados e foco na reestruturação da relação com a natureza por meio da recuperação de mananciais, reciclagem e produção descentralizada de energia (Rolnik, 2015).

Apesar desta dicotomia, tais representações refletem decisões urbanísticas que priorizam diferentes objetivos, como: a valorização do uso coletivo dos espaços; a promoção do transporte público em detrimento do individual; a diversificação das fontes de energia; e o aprimoramento dos espaços públicos para o bem-estar da população e da natureza. Tais

escolhas impactam diretamente os interesses de diferentes grupos, beneficiando aqueles que buscam uma cidade com mais natureza e inclusão, em detrimento dos que lucram com o cenário distópico descrito. É preciso compreender que o ambiente físico reflete os conflitos de interesses existentes na sociedade. Ao considerar utopias como norteadoras, o caminho para alcançá-las parte da tomada de decisões urbanísticas, sendo fundamental avaliar minuciosamente os impactos de cada proposta, visando promover mudanças reais na superação dos desafios urbanos em direção a um futuro desejável.

4 SOLARPUNK

4.1 O movimento

Não cabe mais à era pós-moderna a criação de novas cidades utópicas elaboradas a partir do projeto, mas sim como forma de proporcionar um modo de reflexão ou um horizonte a ser seguido através do vislumbre do que pode vir a ser uma sociedade melhor. Esse posicionamento faz parte do movimento artístico, estético, filosófico e ativista denominado Solarpunk, que busca representar uma resposta ao pessimismo distópico de outros esforços criativos, uma “revolta de esperança contra o desespero diário que estes tempos trazem” (Rozo e David, 2021, p. 50).

> [...] Este movimento é caracterizado pela criação de mundos especulativos onde a ecologia social, a tecnologia democrática e a energia solar, eólica e das marés são elementos cruciais para o bem-estar coletivo que ultrapassam o capitaloceno e as suas raízes na desigualdade social e na extração e queima de combustíveis fósseis. [...] “um autor utópico - ou distópico - é um designer político”, então, cada forma de ficção científica é um design de relações de poder (Misseri, 2017 *apud* Rozo e David, 2021, p.50 - Tradução nossa).

O sufixo "punk" é empregado em uma variedade de subgêneros de ficção científica caracterizados pela contracultura que rejeita o sistema político estabelecido, o *status quo* e o autoritarismo. No contexto do Solarpunk, o termo "punk" reflete uma rebelião semelhante por uma consciência minoritária que promove a guerrilha em direção ao pós-capitalismo, decolonialismo e entusiasmo, inspirando ações éticas e políticas para enfrentar desafios contemporâneos, como a degradação ambiental e social, a desigualdade e a acumulação de poder sobre a sociedade. Isso implica reimaginar as relações entre tecnologia, sociedade e natureza, resultando em uma proposta ecofuturista que fomenta espaços de autonomia, colaboração coletiva e justiça social (Braga, 2021; Yaunner, 2019; Silva, 2015 *apud* Rozo e David, 2021; Fortuna, 2021).

O ambiente físico dos cenários Solarpunk adapta a infraestrutura existente para criação de espaços autossustentáveis e sistemas funcionais autônomos, como é o caso de sua projeção na cidade de São Paulo (Figura 2). Suas propostas utilizam como base o reaproveitamento dos princípios do Novo Urbanismo e da sustentabilidade ambiental, por meio do uso de diferentes tecnologias com o objetivo de promover a autossuficiência e a vida dentro dos limites naturais, culminando no que é ao mesmo tempo uma visão do futuro, uma provocação, um modo de vida e um conjunto de propostas alcançáveis (Yaunner, 2019; Misseri, 2017 *apud* Rozo e David, 2021).



Fig. 2 Proposta Solarpunk para São Paulo. Fonte: Luc Schuiten.

Aqui, o termo "sustentabilidade" é aplicado em seu sentido genuíno, representando um mundo em equilíbrio com a natureza, caracterizado pela estabilidade dos sistemas. O que contrasta com projetos atuais que buscam construir novas cidades ostentando a premissa da sustentabilidade, mas mantendo a base do capitalismo verde que busca simplesmente adaptar-se às mudanças climáticas, sem questionar a relação exploratória fundamental que temos com a natureza. Em seu lugar, as cidades Solarpunk promovem a liberdade de expansão, debate e reflexão sobre suas próprias questões sociais incorporadas à infraestrutura, incentivando adaptações neste espaço através do cultivo de um senso coletivo de integração derivado de mudanças culturais e de mentalidade social.

4.2. Alternativas Sistêmicas

O Solarpunk emerge como um horizonte potencial para reconciliar a dicotomia entre o espaço urbano e a natureza, através da adoção de propostas urbanísticas que promovam uma abordagem ecologicamente consciente e socialmente progressista. No entanto, conforme observado pela rede interligada de ações do modo de vida contemporâneo geradoras de GEE e questões sociais diversas, uma única proposta não será suficiente para resolver os dilemas enfrentados. As mudanças climáticas estão associadas a uma crise sistêmica, onde a crise ambiental está interligada e sustenta as crises econômica, social, geopolítica, institucional e civilizatória. Trata-se de uma questão global que, se não for abordada, resultará em eventos climáticos extremos e uma instabilidade insustentável para a população mundial (Solón, 2019; Herculano, 1992; Kurzgesagt, 2021).

Enfrentar uma crise sistêmica requer alternativas sistêmicas. Ao invés de buscar soluções abrangentes e isoladas para a crise multisetorial, podemos considerar adotar uma série de estratégias que abordem essas crises de forma integrada em direção a uma transformação profunda na sociedade e, consequentemente, em seu ambiente físico. Propostas fruto de “lutas, experiências, iniciativas, vitórias, derrotas e do ressurgimento dos movimentos sociais” (Solón, 2019, p. 15).

Uma dessas propostas é a construção de cidades regenerativas. Nas cidades industriais modernas, há um padrão linear de consumo e descarte que gera impactos ambientais significativos. Em contraste, uma cidade regenerativa (Figura 3) busca reproduzir ciclos fechados, imitando os processos naturais e integrando a cidade aos fluxos naturais. Essa visão depende de ecossistemas saudáveis na malha urbana e adota uma abordagem que

parte da inserção de infraestrutura verde, compreendendo a cidade como um sistema multifuncional e criando uma rede de interconexões que reestruturam os processos naturais e diminuem a dependência de soluções isoladas e únicas que podem falhar (Herzog, 2013).

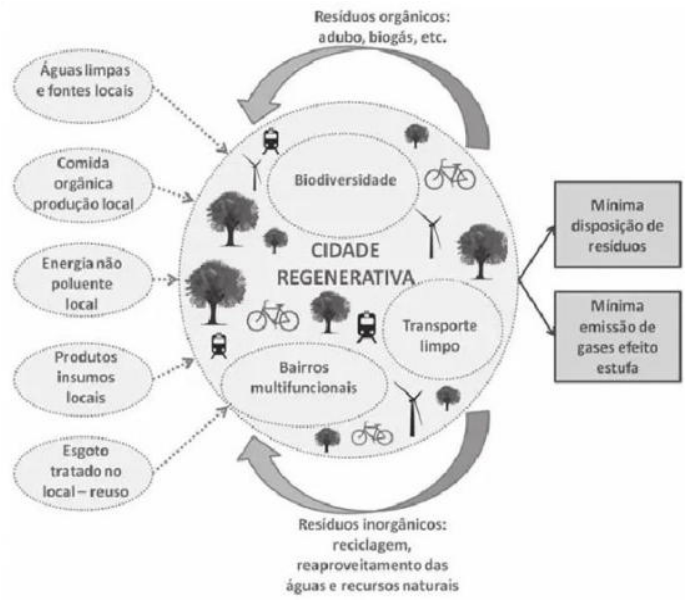


Fig. 3 Modelo de cidade regenerativa. Fonte: Cecília Herzog, 2013

Ao reintroduzir a cidade nos sistemas naturais, muda-se a visão antropocêntrica que considera o ser humano como separado e superior à natureza, gerando uma mudança de mentalidade que inverte a lógica do poder dado à exploração, aos detentores de capital e à propriedade privada, implementando em seu lugar uma equidade onde todos são parte essencial do sistema. Movimentos como o Guerrilla *Gardening* também exemplificam essa mudança no sistema de poder ao se reapropriar espaços urbanos subutilizados com práticas de jardinagem e agricultura urbana, criando um alerta para a qualidade e fiscalização dos espaços públicos, ao mesmo tempo que estimula uma visão biocêntrica que reconhece a interdependência entre humanos e natureza (De Pontes e Oliveira, 2019).

Outra abordagem inovadora é o conceito de Bem Viver, originado da revalorização de conhecimentos e práticas de povos andinos e indígenas que contrapõem o progresso linear com um equilíbrio dinâmico entre as diversas inter-relações sociais. O Bem Viver serviu de base para que na constituição equatoriana fossem reconhecidos os Direitos da Natureza, concedendo-lhe o direito de ser integralmente restaurada caso degradada, o que liberta a natureza da condição de um objeto a ser apropriado e a coloca na posição de sujeito detentor de direitos (Acosta, 2016; Solón, 2019).

Estas medidas representam uma proposta à atual crise sistêmica, indicando mudanças profundas na organização social e econômica que perpetuam padrões de consumo e crescimento insustentáveis. Desafiam um legado de exploração e dominação que não se encerrou com a independência dos países colonizados, para promover uma visão mais equitativa das interações humanas com o restante da natureza (Solón, 2019; Acosta, 2016).

5 CONCLUSÕES

Na busca pela superação dos desafios urbanos por meio da promoção de mudanças multifacetárias nas quais se baseiam as alternativas sistêmicas, observa-se um cenário de enfrentamento complexo devido à diversidade de dinâmicas sociais consolidadas. Esse contexto pode gerar sentimentos de desesperança e uma atmosfera pessimista, levando à projeção da realidade existente em cenários futuros distópicos. No entanto, ao cultivar esse fatalismo apenas reforça-se a estagnação no sistema vigente, perpetuando o lucro baseado na mercantilização de meios completamente insustentáveis, transformando "a desesperança em uma arma" (Kurzgesagt, 2021; Herculano, 1992).

Deixar tudo como está e não promover as mudanças necessárias pode significar que está sendo construída para as próximas gerações uma cidade completamente inóspita. Por sua vez, a construção diária da utopia pode nos levar a uma guinada e não deve ser entendida como algo impossível (Rolnik, 2015).

Portanto, ressalta-se o papel fundamental da esperança e a necessidade de compreender o tempo como uma dimensão em constante transformação. Tanto as cidades quanto a sociedade têm se reinventado ao longo da história, sendo importante reconhecer que a atual configuração física e social é fruto de transformações recentes, porém não definitivas. Neste contexto, destaca-se a importância de pensar em novos futuros, utilizando a utopia como um impulso para a busca de ideais que possam catalisar uma metamorfose significativa, uma “revolta de esperança contra o desespero diário que estes tempos trazem” (Apolinário, 2008 *apud* Rozo, 2021; Lage, 2019; Beck, 2018).

Ao utilizar os conhecimentos urbanísticos junto à utopia contemporânea como horizonte a ser perseguido, é possível visualizar a aplicação de práticas e propostas presentes nas alternativas sistêmicas e nos demais conhecimentos urbanísticos na elaboração dos próprios cenários Solarpunk, uma vez que estes já se aproveitam de conhecimentos urbanísticos e do ambiente físico atual, mas que podem ser enriquecidos pelo embasamento do conhecimento acadêmico. Utilizando o movimento como norteador, possibilita-se o uso da arte e da estética como meio de discussão política, debatendo o ambiente das cidades para uma maior parcela da população para além da academia, detentora da linguagem técnica especializada.

Ao criar cenários fictícios utilizando a infraestrutura existente de grandes metrópoles reais, sintetiza-se um vislumbre de um futuro possível para tais localidades. A Avenida Paulista em São Paulo - Brasil (Figura 4) abriga diversas questões urbanas ligadas à desigualdade social, à disputa territorial e ao intenso fluxo de veículos e pessoas. O local passa pelo exercício de ser repensado a partir do desenho como método reflexivo para que seja visualizada uma Paulista que abrigue uma série de intervenções urbanas (Quadro 1) que visem repensar a relação cidade-natureza local, principalmente pela adoção de meios de transporte de baixo impacto ambiental, pela reintrodução de flora e pela permeabilidade entre espaços públicos e privados que podem abrigar espécies vegetais, bem como criar espaços multifuncionais de uso coletivo que sejam acessíveis à população local.

Esse exercício não apenas explora a aplicação de adaptações ao ambiente físico por meio da adoção de infraestrutura verde para combater as mudanças climáticas, mas também promove o questionamento de paradigmas sociais, do antropocentrismo e da busca por

construir realidades baseadas em premissas diferentes que se distanciam daquelas que reforçam o uso da arquitetura para a reprodução de desigualdades e injustiças.

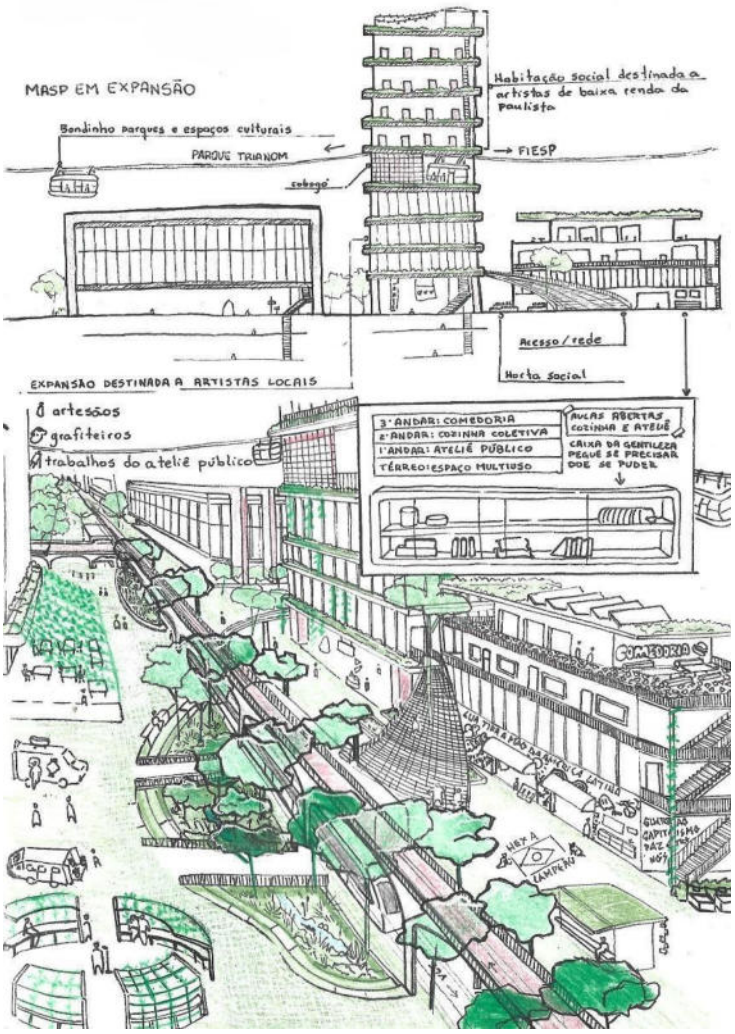


Fig. 4 Croqui – Reimaginando São Paulo (Avenida Paulista). Fonte: Autoral, 2024

Estratégia da cidade regenerativa	Ação	Objetivo
Energia limpa: Uso de transporte de baixo impacto ambiental e geração de energia por meio de placas solares	Remoção do espaço viário	Imaginar o espaço urbano com foco no espaço caminhável, retirando a fonte de poluição e barreira física dos veículos.
	Expansão da atual ciclovia	Trabalhar outras alternativas diversas de mobilidade com foco no transporte público aplicadas ao local.
	Implementação de Veículo Leve sobre Trilhos	
	Implementação de teleférico	
Biodiversidade: Reintrodução de flora nativa	Reintrodução de arbóreas e demais espécies nativas de pequeno e médio porte	Aumento da biodiversidade local, bem como a reintrodução da natureza no espaço urbano para exercer seu direito de pertencer as cidades.
	Uso de vegetação nas fachadas dos edifícios	Seu uso tem foco no simbolismo da relação entre sociedade e natureza. A vegetação ocupa espaços públicos mas também deve ser mantida como responsabilidade de espaços privados permeando as duas esferas
Bairros Multifuncionais: Incentivo a produtos e insumos locais e comida orgânica de produção local	Incentivo à Habitação de interesse social, introdução de espaços públicos multiuso e extensão do MASP (Museu de Arte de São Paulo) para incentivar a produção artística local	Promover justiça social e criar espaços de permanência para a população vulnerável, oferecendo abrigo, incentivando o trabalho de artesãos locais e proporcionando áreas de uso coletivo que integram edificações ao ambiente público, incluindo o cultivo de alimentos e infraestrutura pública multifuncional para atender às necessidades básicas da população.
	Permeabilidade de espaços públicos e privados	

Quadro 1 Intervenções Urbanas presentes no croqui Reimaginando São Paulo (Avenida Paulista). Fonte: Autoral, 2024

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP - Instituto Federal de São Paulo, instituição à qual estão filiados, por proporcionar o ambiente e os recursos necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa, fruto do Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

7 REFERÊNCIAS

Acosta, A. (2016) **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos, Tadeu Breda, Elefante e Autonomia Literária, São Paulo.

Altares, G. (2018) A autêntica revolução foi no período Neolítico, **El País**. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/04/20/ciencia/1524219983_369281.html. Acesso em: 21 abr. 2024.

Ascher, F. (2010) **Os novos princípios do urbanismo,** Romano Guerra, São Paulo.

Beck, U. (2018) **A metamorfose do mundo**, Zahar, Rio de Janeiro.

Braga, L. (2021) Punk, Dieselpunk, e Outros Punks, **Revista Tricerata**, 1(7), 7-12.

Carvalho, M. (2000) Cidade Global: anotações críticas sobre um conceito, **São Paulo em Perspectiva** (14), 70-82.

Choay, F. (2005) **O urbanismo**: utopias e realidades, Perspectiva, São Paulo.

D'angelis, C. (2022) **Diagramas de Rem Koolhaas e a espacialização do programa, 1972-1992**, Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos.

De Pontes, A. Oliveira, D. G. (2019) Jardinagem de Guerrilha: Instrumentalizando o fortalecimento da função social da propriedade, **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**, 5(1), 40-59.

Domínguez, N. (2021) Por que somos a única espécie humana do planeta, **El País**, Disponível em: https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-07-04/por-que-somos-a-unica-especie-humana-do-planeta.html. Acesso em: 21 abr. 2024.

Ferreira, J. (2003) São Paulo, o mito da cidade-global: ideologia e mercado na produção da cidade, **VIº Seminário Internacional de Desarrollo Urbano**, Prefeitura de Rio Claro.

Fortuna, J. (2021) **O anti-futurismo solarpunk**: desenvolvimento de uma estética figurativa e narrativa, Dissertação (Mestrado em Desenho) – Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Galindo, V. (2018) **Da cidade genérica ao junkspace**: o pensamento de Rem Koolhaas sobre a cidade contemporânea, Dissertação (Mestrado), UFRN, Natal.

Herculano, C. (1992) Do Desenvolvimento (In)Suportável à Sociedade Feliz, **Ecologia, Ciência e Política**, 1, 9-48.

Herzog, C. (2013) **Cidades para todos**: (re)aprendendo a conviver com a Natureza, Mauad X: Inverde, Rio de Janeiro.

Kurzgesagt (2018) Tempo: a História e o Futuro de Tudo – Remasterizado, **Em Poucas Palavras – Kurzgesagt**, 1 vídeo (8:31min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_Ciho12BPmk&t=0s. Acesso em: 21 abr. 2024

Kurzgesagt (2021). Can YOU Fix Climate Change?. **Kurzgesagt – In a Nutshell.** 1 vídeo (15:49min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=yiw6_JakZFc&lc=UgzfYOiInPYizYIknZJ4AaABAg. Base de dados disponível em: https://sites.google.com/view/sources-climate-how/. Acesso em: 21 abr. 2024.

Lage, S. (2019) As utopias urbanas ao longo da história: as elucubrações utópicas ainda têm lugar na pós-modernidade?, **PósFAUUSP**, 26(48), e134307.

Meireles, A. (2021) Distopia. **Dicionário Digital do Insólito Ficcional**, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Paddison, L. (2023) Cientistas dizem que 2023 pode ser o ano mais quente já registrado, **CNN Brasil.** Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/cientistas-dizem-que-2023-pode-ser-ano-mais-quente-ja-registrado/. Acesso em 15 nov. 2023.

Redação O GLOBO, AFP — Nova York. (2023) 'Fervura global': julho de 2023 é confirmado como o mês mais quente da História, **O Globo**, Disponível em: https://oglobo.globo.com/mundo/clima-e-ciencia/noticia/2023/08/08/fervura-global-julho-de-2023-e-confirmado-como-o-mes-mais-quente-da-historia/. Acesso em 21 abr. 2024.

Ritchie, H. et. al. (2024) Greenhouse gas emissions. **OWID**. Disponível em: https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions. Acesso em 14 mai. 2024

Rolnik, R. (2015) São Paulo – catástrofe ou utopia?, **Blog da Raquel Rolnik**. Disponível em: https://raquelrolnik.wordpress.com/2015/01/26/sao-paulo--catastrofe-ou-utopia/. Acesso em 15 nov. 2023.

Rozo, J. e David, J. (2021) Art, Energy and Technology: the Solarpunk Movement, **International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace**, (8) 47–60.

Solón, P. (2019) **Alternativas sistêmicas**: Bem Viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da Mãe Terra e desglobalização, Elefante, São Paulo.

Taibo, C. (2020) **Colapso**: Capitalismo terminal, transição ecossocial, ecofascismo, Editora UFPR, Curitiba.

Unzelte, C. (2024) Aquecimento global ultrapassa 1,5ºC em um ano pela primeira vez, **Exame**. Disponível em: https://exame.com/mundo/aquecimento-global-ultrapassa-15oc-em-um-ano-pela-primeira-vez/. Acesso em 21 abr. 2024.

Yaunner, V. (2019) Um Manifesto Solarpunk, **ReDes – Regenerative Design**. Disponível em: www.re-des.org/um-manifesto-solarpunk-portugues-brasil/. Acesso em 21 abr. 2024.

URBANISMO SOCIAL E INCLUSÃO URBANA: A EXPERIÊNCIA DAS USINAS DA PAZ EM BELÉM - PARÁ – BRASIL

H. L. Z. Tourinho, G. E. Martins, M. L. B. Lopes

RESUMO

Usinas da Paz (UsiPaz) são equipamentos implantados pelo Governo do Estado do Pará, Brasil, com a finalidade de, inspirado nos princípios do urbanismo social desenvolvidos em Medellín, Colômbia e em Recife, Pernambuco, Brasil, ofertar serviços públicos em áreas periféricas carentes de infraestrutura e, por essa via, reduzir a violência urbana. O presente artigo analisa a experiência de implantação das Usinas da Paz (UsiPaz) na Região Metropolitana de Belém, no que concerne aos seus objetivos, ações, investimentos e resultados. Baseia-se em pesquisas bibliográfica e documental, além de informações coletadas na base de dados da Secretaria Estratégica de Articulação da Cidadania do Governo do Estado do Pará. O artigo revela que, a despeito do desempenho favorável de alguns indicadores de segurança pública, os critérios de distribuição espacial, assim como aqueles referentes às definições do projeto arquitetônico não seguem os princípios propagados pelo urbanismo social. Nota, também, que os avanços em direção à cidadania deliberativa, quando existentes, ainda são muito tímidos, o que se contrapõe a um dos princípios mais caros do urbanismo social que é aquele que busca a garantia ao direito da cidade.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo, resultado de estudo que procura articular urbanismo social e direito à cidade, discute a experiência das Usinas da Paz (UsiPaz) no município de Belém, Amazônia paraense, cuja proposta foi idealizada e está sendo desenvolvida pelo Governo do Estado do Pará. A intensão é verificar se os objetivos, ações, investimentos e resultados envolvidos na instalação deste equipamento urbano atendem aos princípios do urbanismo social, bem como, se contribuem para a garantia e ampliação do direito à cidade.

É importante destacar que, a implantação das UsiPaz, no Estado do Pará, utilizou como referência os Centros Comunitários da Paz (COMPAZ), instalados na cidade de Recife, Pernambuco, os quais, por sua vez, foram inspirados nas ações de urbanismo social implementadas na cidade de Medellín, Colômbia, experiências importantes para o entendimento de conceitos basilares do urbanismo social.

Essa vinculação foi extensivamente veiculada nas mídias locais, o que suscitou as seguintes questões: As UsiPaz implantadas em Belém do Pará realmente podem ser caracterizadas

como exemplos de urbanismo social? As Usinas da Paz estão colaborando positivamente para a garantia e ampliação do direito à cidade?

Na busca por responder essas indagações, foi necessário aprofundar conceitos e identificar os objetivos, princípios e formas de financiamento relacionados ao urbanismo social, em geral e local, o que remeteu à análise das experiências, enunciadas como de urbanismo social, desenvolvidas e implantadas em Medellín e em Recife.

Para articular o debate do urbanismo social com o relacionado ao direito à cidade, foram usados os trabalhos de Lefebvre (1999, 2001), Corrêa (1989), Harvey (2005, 2012), Jacobs (2011), Echeverri (2017), entre outros. Esses estudos subsidiaram reflexões e a realização de avaliações preliminares acerca do caso das Usinas da Paz (UsiPaz), em Belém.

No caso específico das Usinas da Paz de Belém, adicionalmente, procedeu-se levantamentos de estudos acadêmicos, dados e demais informações na internet, notadamente em sítios do Governo do Estado, nos quais foi possível identificar os mecanismos de financiamento, a estrutura, os objetivos, as ações e os resultados alcançados com a instalação deste equipamento urbano. Tais informações foram complementadas com outras, obtidas durante visitas a campo, momento em que ocorreram conversas informais com usuários e população residente nos entornos das UsiPaz.

O artigo está estruturado em quatro seções. A primeira corresponde a esta introdução. A segunda apresenta os conceitos referentes à vertente que ficou conhecida pela denominação de urbanismo social. Na terceira, após contextualizado o modelo de urbanismo social de Medellín, apresenta-se as Usinas da Paz do município de Belém, apontando algumas fragilidades do Programa que impossibilitam situá-lo no âmbito do urbanismo social e como instrumento de avanço em termos de garantia ao direito a cidade. Por fim, nas conclusões, reflete efetivamente se as UsiPaz em Belém se constituem em Urbanismo social e promove a garantia e ampliação do direito a cidade.

2- URBANISMO SOCIAL

O urbanismo social é uma vertente teórico-metodológica recente, criada ainda no século 21, na Colômbia na cidade de Medellín. Aposta na construção de caminhos alternativos de superação fundamentados em políticas públicas de urbanização.

A estratégia lá adotada fez com que a cidade colombiana, saísse do posto de cidade mais violenta, na década de 90 em razão da intensa dinâmica do narcotráfico[1]. O desafio foi grande, e Medelín conseguiu conquistar o prêmio de "cidade mais inovadora do mundo", no concurso *City of the Year*, organizado em colaboração entre o *Wall Street Journal* e *Citigroup*.

Vale salientar que as transformações foram frutos de trabalho coordenado com foco na melhoria da qualidade de vida das pessoas em situação de vulnerabilidade social. Para proporcionar essa mudança, foi desenvolvido novo modelo de intervenção urbana, que tornou a cidade transparente, gerou confiança e alterou a percepção e a representação da

[1] De acordo com Valencia e León (2005), em 2000, área cultivada de folhas de coca, na Colômbia, era de 163 mil hectares, enquanto no mundo era inferior a trezentos mil hectares.

cidade. Nesse contexto, a arquitetura e o urbanismo foram ferramentas estratégicas para tornar concretos os programas e políticas públicas de governo nos bairros da cidade (Echeverri, 2017).

Entendeu-se que nas cidades do chamado sul global, onde estão os países mais podres, com grande desigualdade socioespacial, as cidades são marcadas pela exploração desde o período colonial. Além disso, assumiu-se que, as práticas urbanísticas importadas dos EUA e de países da Europa (denominados de norte global) em áreas vulneráveis, não foram capazes de enfrentar os problemas socioespaciais, os quais se expressam em amplo leque de carências e na configuração de espaços urbanos cada vez mais desiguais e segregados.

O formato tradicional de construção das cidades, portanto, foi reformulado, a escala humana e os problemas sociais foram trazidos para o centro das discussões, e alguns princípios foram elencados para nortear o desenho das intervenções, de modo que o objetivo principal – a melhoria na qualidade de vida das áreas periféricas – fosse alcançado.

O princípio fundamental passou a ser o de escuta da comunidade, o que envolve a participação popular em processos decisórios, desde a concepção dos projetos até a manutenção e o cuidado com os espaços criados/reformulados. A partir desse princípio máximo, e vinculados a ele, emergem todos os outros, que vão buscar superar os seguintes desafios:

"Primeiro: fazer prevalecer à diretriz política por meio da qual os governos entendam que muitos dos problemas dos referidos territórios vulneráveis existem devido à sua fragmentação em relação à cidade formal e à dívida social acumulada. Em segundo lugar, destacar a importância de estudar, compreender e atuar naquelas localidades em favor de seus habitantes para buscar soluções conjuntas, a fim de conseguir, mediante projetos enquadrados em uma política pública como o urbanismo social, implementar o PUI. Terceiro: dignificar o cidadão e, finalmente, dar o primeiro passo que nos leve, a todos, do medo à esperança". (Leite, 2023).

Alguns principios são apontados pelo Leite 2023, para o sucesso do urbanismo social em Medellín, dentre os quais: (i) É necessário um forte engajamento de lideranças políticas empoderadas na coordenação do programa implantado, tanto de políticos como de lideranças comunitárias; (ii) Uma governança que seja integrada e compartilhada nas intervenções planejadas, tanto entre as instituições da gestão pública (secretarias, agências governamentais) porém ainda mais importante, com a comunidade e, quando possível, com outras instituições do âmbito acadêmico e terceiro setor; (iii) Imprescindível a participação social deliberativa da população local nas múltiplas e diversas etapas do projeto (desenho, planejamento, implementação e pós-implementação) e também o controle social visando uma gestão mais justa e democrática da cidade visando a escala local; (iv) Estabelecimento de relações de confiança entre os atores promotores e a comunidade, consolidando um tecido social solidário; (v) Abordagem integrada, de maneira sistêmica, do planejamento, desenho e efetivação dos vários projetos e ações, como: equipamentos sociais, mobilidade, espaços públicos, habitação social, infraestrutura e outros.; (vi) Constituição de planos integrados de ação local, sendo ações de curto, médio e longo prazo e processo incremental contínuo: "Nada se faz, em qualquer setor ou secretaria da administração pública, sem que não esteja no PUI", como se dizia — e fazia — em Medellín (Leite, 2023); (vii) Precisa de ações concretas com entrega rápida de espaços públicos recuperados e criados que estejam sempre integrados à mobilidade urbana, para promover a busca do direito à cidade; (viii) Criação de equipamentos-âncora públicos com uma alta qualidade dos projetos arquitetônicos e das obras e com mecanismos de autogestão ou cogestão junto à comunidade e à sociedade civil

organizada, somente essa cogestão pode promover uma cidade mais democrática; (ix) Visar atuação prioritária nos territórios com indicadores de grande violência, adotando abordagens sociais e urbanas integradas à cultura e educação como estratégia de ação, em contraposição à postura tradicional de repressão policial; (x) A priorização da agenda pública em territórios de alta vulnerabilidade social, buscando à mitigação ou redução das disparidades no acesso aos serviços urbanos; (xi) Por último é o monitoramento e avaliação das intervenções no território por meio de evidências com ações que efetivamente não impactem positivamente em melhoria na qualidade de vida nos territórios devem ser revistas.

A ênfase na escala local e em processos de participação deliberativos, descritos nos princípios acima, não prescinde, ao contrário, reafirma a relevância da articulação entre a ação local e a agenda de planejamento e ordenamento territorial municipal.

Por todos esses motivos, o urbanismo social é considerado por muitos como: instrumento de transformação; uma maneira nova de urbanização de regiões que tiveram, durante séculos, sua identidade negada; uma estratégia de intervenção que dá voz às especificidades locais e respeita tradições e culturas da região, escutando a comunidade e desenvolvendo processos participativos; uma possibilidade de promoção da cidadania deliberativa[2], cujo intuito é garantir o engajamento de lideranças políticas, comunitárias e de movimentos sociais, visando sempre a melhoria da qualidade de vida das comunidades que se encontram em situação de vulnerabilidade social; uma chance para ampliar acesso a mobilidade urbana, educação, saúde, lazer e assim, oportunizar a mudança da vida pela mudança na cidade.

Ademais, o urbanismo social reconhece que, por serem integrados, simultâneos, sistêmicos e interdependentes, os problemas urbanos, em territórios periféricos, são complexos e, por esse motivo, só podem ser adequadamente enfrentados e solucionados se adotada a abordagem integrada que considere os distintos olhares da comunidade. Assim, como sintetiza Mello (2023), o "urbanismo social vem lançar luz sobre a importância do acolhimento das diversas necessidades sociais dos bairros. Realça a relevância do planejamento territorial a partir de uma compreensão mais abrangente da questão social, buscando articular, no tempo, intervenções estruturantes com outras de caráter pontual, mas igualmente importantes para a melhoria da vida cotidiana desses bairros".

Nessa perspectiva, o urbanismo social foi implementado na Colômbia e difundiu-se em diversos países, inclusive no Brasil onde se destaca a experiência do Compaz (Centro Comunitário da Paz) no Recife, desde 2016, a das Utopias de Iztapalapa, desde 2018, na cidade do México, e mais recentes a das UsiPaz, no âmbito do Programa Territórios pela Paz) (Leite, 2023)

3- AS USINAS DA PAZ

A Usina da Paz é um projeto vinculado a um programa do Governo do Estado do Pará denominado "Territórios Pela Paz (TerPaz), instituído pelo Decreto no 141, de 10 de junho do 2019, e voltado para a prevenção à violência, a inclusão social e o fortalecimento comunitário. O Programa é coordenado pela Secretaria Estratégica de Articulação Cidadania (SEAC), e é desenvolvido em parceria com a iniciativa privada. A ideia central é reduzir a

[2] Entende-se por cidadania deliberativa aquela que se opera "a partir de ações que valorizem os processos de discussão, orientados pelos princípios da inclusão, do pluralismo, da igualdade participativa, da autonomia e do bem comum" (TENÓRIO et al., 2008, p.9). Assim, compreende o processo de participação da sociedade de forma completa, tornando-a de fato legitima. do bem comum" (TENÓRIO et al., 2008, p.9). Assim, compreende o processo de participação da sociedade de forma completa, tornando-a de fato legitima.

violência mediante o enfrentamento do seu cerne - a pobreza, a desigualdade e falta de oportunidades.

O Edital de Chamamento de Municípios, publicado no Diário Oficial do Estado n. 35.235, em 27 de dezembro de 2022 descreve as Usinas da Paz , compostas por Centro Comunitário e Praça da Comunidade, como "grandes complexos comunitários, com área construída de aproximadamente 5000m2, que contemplam prédios específicos para diversas atividades, como: teatro, quadra poliesportiva, dojo de artes marciais, um prédio de assistência, destinado à prestação de serviços do Estado à população (emissão de documentos, consultas médicas, etc..) e um prédio chamado Usina, destinado a atividades de qualificação profissional e educação" (PARÁ, 2022, p.4).

"São mais de 80 serviços gratuitos, disponibilizados pelos órgãos e entidades parceiras do Estado, como espaços para atividades esportivas; salas de audiovisual e inclusão digital; atendimento médico e odontológico; consultoria jurídica; emissão de documentos; ações de segurança; capacitação técnica e profissionalizante; espaço multiuso para feiras, eventos e encontros da comunidade. Também há espaços para cursos livres e de dança, teatro, robótica, artes marciais, musicalização e biblioteca" (Leite, 2024)

O projeto arquitetônico tem uma estrutura padrão, que se reproduz com alterações pontuais conforme a demanda populacional de cada município, ou, bairro em que é implantado (figura 1), ou seja, sem a preocupação de atender as especificidades locais e sem considerar as demandas, os anseios e as necessidades do ponto de vista das comunidades onde são instaladas.

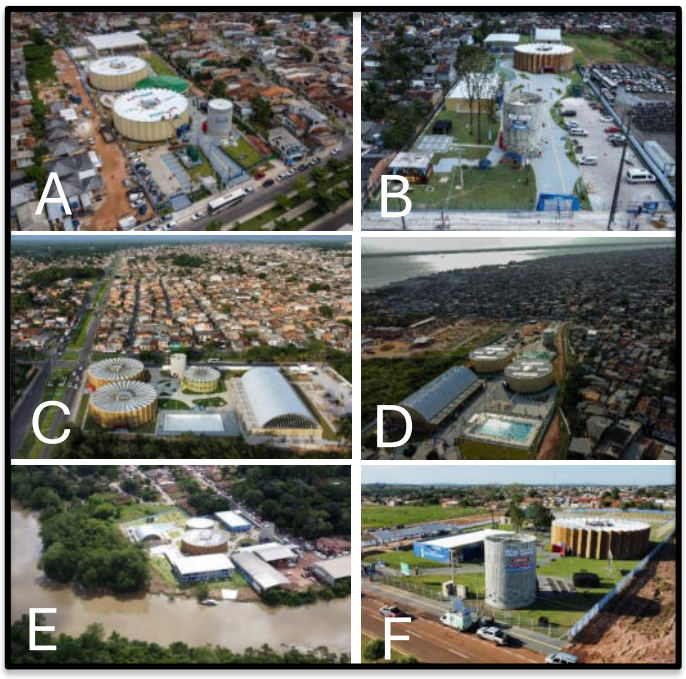


Fig.1 Usinas da Paz no Estado do Pará (A. Usina da Paz no bairro do Guamá; B. Usina da Paz no bairro do Benguí; C. Usina da Paz no Icuí-Guajará; D. Usina da Paz do Jurunas; E. Usina da Paz de Marituba; F. Usina da Paz em Canaã dos Carajás

Desconhece que, tanto entre cidades como no espaço intraurbano, populações possuem necessidades e dinâmicas urbanas distintas. Esse motivo, por si só já torna a implantação das Usinas da Paz uma experiência bastante distinta das práticas de urbanismo social implantadas em Medelín, ou mesmo em Recife.

As arquiteturas de gestão e governança abrange três instâncias articuladas: o Colegiado Gestor; a Câmara Técnica Intersetorial; e a Rede Local de Cidadania.

"Os coordenadores do Gabinete de Gestão Operacional/SEGUP e da Câmara Técnica Intersetorial\SEAC compõem ambas instâncias institucionais e operam na perspectiva de uma gestão integrada do Programa, trazendo as análises e avaliações dos processos de execução, das políticas em curso, para o diálogo e reflexão dos gestores desses espaços, debruçando-se sobre os resultados e impactos sociais alcançados, mapeando os entraves e dificuldades encontradas e, principalmente, identificando as demandas e expectativas de aperfeiçoamento em cada um dos Territórios." (TerPaz, 2020)

Nesta perspectiva o envolvimento da comunidade restringe-se à participação em ações de cultura, esporte, lazer, consultoria jurídica, emissão de documentos, regularização fundiária, ações de segurança, atendimento médico e odontológico, educação, formação profissional e cursos livres de dança, música entre outros.

Em todo o Estado do Pará (PA), até o momento foram construídas e se acham em operação das nove Usinas da Paz, (sete na Região Metropolita, uma no município de Parauapebas uma no município de Canaã dos Carajás). Há promessas de construção e implantação de mais dez usinas nos dois próximos anos.

As obras ficaram a cargo das empresas Vale e Hydro, que se responsabilizam por entregar a estrutura física pronta e equipada ao Governo do Estado. Em Belém, a Hydro ficou responsável pela construção dos espaços da Usina da Paz do Guamá, Terra Firme e Jurunas, Já a Vale coube os projetos executivos e a construção das unidades localizadas nos bairros da Cabanagem, do Benguí e do Icuí-Guajará (município de Belém), do município Marituba, na RMB (Nova União), e dos municípios de Parauapebas, e Canaã dos Carajás, localizados do sudeste paraense.

As escolhas dos locais de implantação das Usinas da Paz, envolveram critérios de ocorrência de conflitos sociais, aumento de violência e criminalidade, bem como de vulnerabilidade social e econômica. O município deve se inscrever nos editais das Usinas da Paz [3] e, ao fazê-lo assume uma série de compromissos como: (i) apresentar, preferencialmente, duas opções de imóvel com área superior a 10.000m^{2}para que o Estado do Pará possa selecionar a mais adequada. Estas áreas devem estar livres de pessoas e coisas e de passivos ambientais, fiscais e fundiários e ser possível de ser doada ao Estado do Pará; (ii) providenciar a infraestrutura básica para o entorno da área, como fornecimento de água e coleta de águas pluviais; (iii) auxiliar no processo de obtenção de licenças, autorizações, permissões e alvarás de sua responsabilidade, necessários à execução das obras; (iii) prover apoio e suporte às equipes técnicas para implementação do Programa; e, (iv) fornecer diagnóstico socioeconômico do Município, em especial das áreas disponibilizadas.(Pará, 2022)

Nenhuma vinculação é requerida no que concerne ao planejamento municipal, ou seja, a implantação das Usinas está descolada de estratégias mais amplas de ordenamento territorial e de estruturação do espaço intraurbano. A maneira como está sendo definida a localização

[3] O processo inicia com a Adesão do Município ao Programa TerPaz. Os critérios de seleção são publicados em Edital. No caso da Chamada realizada em 2022 eles consideraram a) Municípios com população superior a 50.000 habitantes e IDH-M situado na faixa de 0,41 e 0,65; b) Municípios com IDH-M abaixo de 0,43; e c) Municípios com população superior a 200.000 habitantes com territórios apresentando elevados índices de criminalidade, segundo critérios de medição e estatística fornecidos pela Secretaria de Estado de Segurança Pública (SEGUP); d) A seleção dos municípios levará em consideração [...]as disponibilidades financeira e orçamentária para a execução do programa. (PARÁ, 2022, p.4)

desses equipamentos urbanos, destarte, pode estar desperdiçando a oportunidade de reduzir a segregação socioespacial, via estímulo à formação de subcentralidades urbanas.

Atualmente, são ofertados aproximadamente oitenta serviços gratuitos em parceira com órgão da administração pública direta e indireta, como: as Secretarias de Segurança, de Saúde, de Urbanismos, de Saneamento e Obras Públicas; a Universidade do Estado do Pará (UEPA); a Universidade Federal do Pará (UFPA); o Instituto Federal do Pará (IFPA); o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE); o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC); o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI); e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

As ações são articuladas e organizadas dentro de sete áreas temáticas: (i) mediação de conflitos e prevenção à violência; (ii) capacitação técnica profissional, educação básica, arte e cultura; (iii) habitação, regularização fundiária e urbanização; (iv) emprego e renda, microcréditos, empreendedorismo, economia solidária; (v) tecnologia e inclusão digital; (vi) meio ambiente e sustentabilidade; (vii) saúde, esporte/lazer, assistência social. (Usinas da Paz, 2024)

Assim como em Recife, nas comunidades em que as usinas foram instaladas, elas parecem ter produzido impactos positivos na vida das pessoas, ofertando formações profissionalizantes e condições de acesso à educação, aos esportes, lazer, cultura e oportunidades de trabalho e diminuindo os índices de criminalidade. O que não é pouca coisa face os níveis de carências dessas populações.

Dados computados pela Secretaria Adjunta de Inteligência e Análise Criminal (SIAC) na Região Metropolitana de Belém indicam a redução nos indicadores de violência na capital e nos bairros contemplados pela Usina da Paz, de: 31% na Cabanagem; 27% no Bengui; 21% no Guamá; 19% na Terra Firme e 15% no Jurunas. No município de Ananindeua, de 18% no Icuí-Guajará, e em Marituba, 15%. 1 Secretaria Adjunta de Inteligência e Análise Criminal (SIAC, 2022).

Se de um lado, os dados da Secretaria Adjunta de Inteligência e Análise Criminal (SIAC) são alentadores e positivos, por outro, não permitem inferir que se trata de urbanismo nem que a ação está garantindo o direito à cidade em sua acepção mais ampla. A visualização dos objetivos, ações, financiamento e resultados, das Usinas da Paz, e verificação do alinhado destes com os princípios do urbanismo social, é sintetizada no Quadro 1, apresentado a seguir.

Quadro 1 Aplicação da UsiPaz e princípios do Urbanismos Social

<table>
<tr><th colspan="4">USINAS DA PAZ</th><th>URBANISMO SOCIAL</th></tr>
<tr><th>OBJETIVOS</th><th>AÇÕES</th><th>FINANCIAMENTO</th><th>RESULTADO</th><th>PRINCÍPIOS</th></tr>
<tr><td rowspan="3">PREVENÇÃO A VIOLÊNCIA</td><td>Tecnologia e inclusão digital</td><td rowspan="2">Iniciativa privada (Hydro Vale)</td><td rowspan="6">• Cabanagem 31% queda violência
• Benguí 27% queda da violência
• Guamá 21% queda na violência
• Terra Firme 19% queda da violência
• Jurunas 15% queda da violência
Crimes Violentos Letais intencionais (CVLI), há também redução dos indicadores, no bairro do Benguí, houve queda de 100% e no bairro da Cabanagem a redução foi de 88%.</td><td>PARTICIPAÇÃO SOCIAL</td></tr>
<tr><td>Mediação de conflitos e prevenção à violência</td><td>ENGAJAMENTO DE LIDERANÇAS</td></tr>
<tr><td>Capacitação técnica e profissional, educação básica, arte e cultura.</td><td rowspan="3">Governo do Estado do Pará (verba pública)</td><td>GOVERNANÇA INTEGRADA E COMPARTILHADA DAS AÇÕES</td></tr>
<tr><td>INCLUSÃO SOCIAL</td><td>Emprego e renda, microcrédito e empreendedorismo, economia solidária.</td><td>ATUAÇÃO PRIORITÁRIA EM TERRITÓRIOS COM INDICADORES ELEVADOS DE VIOLÊNCIA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FORTALECIMENTO COMUNITÁRIO</td><td>Habitação, regularização fundiária e urbanização.</td><td>RELAÇÃO DE CONFIANÇA</td></tr>
<tr><td>Saúde, esporte/lazer, assistência social.</td><td>PLANOS DE AÇÃO INTEGRADA LOCAL</td></tr>
<tr><td>Meio ambiente e sustentabilidade</td><td>AÇÕES CONCRETAS DE ENTREGA RÁPIDA</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>EQUIPAMENTOS ÂNCORA</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>PRIORIZAÇÃO DA AGENDA PÚBLICA EM TERRITÓRIOS DE ALTA VULNERABILIDADE SOCIAL</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES NO TERRITÓRIO</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>ABORDAGEM INTEGRADA DO PLANEJAMENTO</td></tr>
</table>

Como o exemplificado no Quadro 1, é possível refletir que os investimentos e ações proporcionadas pelo equipamento urbano em questão, apesar de importantes ainda não geram mudanças significativas na direção de uma democracia deliberativa e ao direito a cidade, como por exemplo: as ações de prevenção a violência são na direção de capacitação profissional pelo empreendedorismo e não pela inclusão dos acessos às universidades e ao meio cientifico, no entanto, ainda que esses incentivos melhorem a qualidade de vida das pessoas, mostram-se insuficientes para diminuir as disparidades socioespaciais produzidas dentro do meio urbano; Em relação aos esforços para inclusão social, ainda é mais complicado, pois enquanto a prevenção a violência ainda temos incentivos a arte, cultura e educação básica (de suma importância para o desenvolvimento de uma sociedade plural), as ações pensadas e proporcionadas para este objetivo se concentram em empreendedorismo, microcréditos que são maneiras de fortalecer a economia local, porém precisam estar alinhadas a outros programas, para este novo pequeno empresário consiga se solidificar e gerar futuros empregos; O ultimo objetivo é o pilar do conceito de urbanismo social mas não é a ação mais efetiva deste programa, haja vista que para um engajamento social é necessário fortalecer a escuta dos agentes responsáveis pelas UsiPaz e principalmente do Governo do Estado, pois é somente propiciando a participação popular nos processos participativos que de fato pode-se alcançar o fortalecimento comunitário.

Em linhas gerais, percebe-se que os objetivos declarados nos documentos oficiais estão alinhados aos princípios do urbanismo social. Não obstante, as ações são pontuais, desarticuladas de um projeto de cidade e alijadas da escuta dos sujeitos sociais a quem as melhorias se destinam. Esses sujeitos ocupam um lugar de passividade no projeto; não foram convidados a participar em processos decisórios fundamentais, como a escolha da localização e do programa de necessidades a ser atendido pelo projeto arquitetônico, logo, não se pode falar em processo de democracia deliberativa.

Para iniciar ao processo democrático é necessário o engajamento das lideranças políticas e sociais, das pessoas que vivem e (con)vivem nas comunidades e nos movimentos sociais, que não raras vezes, ficam invisibilizadas, e não foram envolvidas pelos Estado nos processos de planejamento, nem na construção do modelo de urbanismo vigente, construído pelo UsiPaz.

A governança integrada está expressa nos documentos oficiais. Entretanto, apesar do esforço, ela não existe. Ademais, sem uma política habitacional, as moradias no entorno ainda apresentam péssimas condições de saneamento básico, a iluminação pública precária, os acessos de pedestres e os sistemas de transportes seguem ineficazes.

4 - CONCLUSÃO

Apesar da iniciativa e do esforço de implantação das Usinas da Paz estarem promovendo a redução nos índices de criminalidade e estarem proporcionando o acesso a um conjunto de serviços urbanos não se trata de uma ação de urbanismo social, pelo menos nos moldes do que foi concebido e implantado em Medellín, na Colômbia, dentre outros motivos devido: (i) ausência de participação popular ampla, do engajamento de lideranças locais e de um sistema de governança integrado, democrático e compartilhado com todos os agentes em todas as fases do processo; (ii) a desarticulação das ações do planejamento e de um projeto de ordenamento territorial municipal integrado; (iii) a padronização da solução arquitetônica e urbanística, desconsiderando as especificidades do sítio e das demandas sociais locais.

No urbanismo social, é imperioso que a participação social ocorra em processos decisórios, pois somente desta maneira pode-se modificar a forma de produzir as cidades e ampliar o direito à cidade. Afinal, como afirma Harvey (2012):

“O direito à cidade está muito longe da liberdade individual de acesso a recursos urbanos: é o direito de mudar a nós mesmos pela mudança da cidade. Além disso, é um direito comum antes de individual já que esta transformação depende inevitavelmente do exercício de um poder coletivo de moldar o processo de urbanização. A liberdade de construir e reconstruir a cidade e a nós mesmos é, como procuro argumentar, um dos mais preciosos e negligenciados direitos humanos.” (Harvey 2012, p.74).

O posicionamento de Harvey (2012) é radical. Assim, não basta refletir e atuar sobre ausência de atendimento a direitos básicos previstos na Constituição brasileira, mudando o quadro de carência ao acesso a serviços urbanos que são historicamente negados. É fato que grande parte da população continua enquadrada nos altos índices de pobreza e miséria. Mas, é preciso um movimento que venha subverter a essa lógica de dominação que resulta na desigualdade socioespacial.

Conforme Lefebvre (2016), as contradições do capitalismo transcendem as relações capital-trabalho, e atingem os espaços sociais de forma generalizada, o que aumenta a precarização humana e financeirização das relações sociais. Para Harvey (2005) face às contradições do desenvolvimento capitalista entre os grandes interesses privados e os das comunidades, o Estado, para “assumir uma existência independente”, torna-se “um lugar de poder alienígena” que favorece grupos econômicos e/ou procura legitimar, mediante ações (e/ou conceções) suas estruturas de poder. É fundamental para a construção da liberdade que isso mude.

5 - REFERÊNCIAS

Almeida, P. B. e Anjos, S., (2022). Intersetorialidades como estratégia da gestão pública: um estudo de caso sobre as Usinas da Paz no programa Territórios pela Paz no Pará. *Revistas Unama*. **13**(15).

Brasil. Belém/PA. Diário oficial do Pará, (2022). *Decreto Nº 2847, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2022* decreto n.º 9.496, [em linha], 27 de dezembro de 2022. *Diário o*. [consultado em 10 de abril de 2024]. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/pa/decreto-n-2847-2022-para-abre-no-orcamento-fiscal-e-da-seguridade-social-em-favor-do-s-orgao-s-da-administracao-publica-estadual-credito-suplementar-por-anulacao-no-valor-de-r-40-730-606-76-para-reforco-de-dotacao-oes-consignada-s-no-orcamento-vigente

Corrêa, R. L., (1989). *O ESPAÇO URBANO*. 3ª ed. SÃO PAULO: Ática S.A.

Echeverri, A., (2023). Medellín reescreve seus bairros. *Revista Prumo*. **2**(3).

Harvey, D., (2005). *A produção capitalista do espaço*. 2ª ed. SÃO PAULO: Annablume.

Harvey, D., (2021). *Cidades rebeldes - do direito à cidade à revolução urbana*. SÃO PAULO: MARTINS EDITORA LIVRARIA LTDA.

Lefebvre, H., (1968). *O direito à cidade*. 5ª ed. SÃO PAULO: CENTAURO.

Lefebvre, H., (1999). *A revolução urbana*. BELO HORIZONTE: Ed. UFMG.

Lefebvre, H., (2001). *A cidade do capital*. RIO DE JANEIRO: LAMPARINA.

Leite, C., (2023). Guia de urbanismo social [em linha]. *BEI*. [Consultado em 12 de março de 2024]. Disponível em: https://arquivos.insper.edu.br/2023/Urbanismosocial/Guia%20de%20Urbanismo%20Social_2023.pdf

Pará, G. d. E., Sobre o programa territórios pela paz - terpaz [em linha]. *Ter paz territórios pela paz*. [Consultado em 20 de março de 2024]. Disponível em: https://terpaz.pa.gov.br/institucional

Pará, G. d. E., Usinas da paz [em linha]. *SEAC PA*. [consultado em 15 de julho de 2024]. Disponível em: http://www.seac.pa.gov.br/content/usinas-da-paz

CONSTRUINDO ESPAÇOS INCLUSIVOS: INTEGRANDO EQUIDADE E DIVERSIDADE NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

M. F. F. Pantoja, C. F. Silva, V. C. Pazos, E. O. Teixeira, M. A. B. Romero

RESUMO

A conscientização crescente sobre equidade e inclusão provoca uma reavaliação de diversas estruturas e conceitos, incluindo a arquitetura. Tradicionalmente, o planejamento arquitetônico prioriza estética e funcionalidade, mas muitas vezes omite as necessidades de grupos minorizados, como pessoas com deficiência, com obesidade ou neuro divergentes. Essa falta de inclusão perpetua a exclusão e limita a participação ativa desses indivíduos na sociedade. É crucial que a arquitetura garanta que todos os espaços sejam acessíveis e acolhedores para todos. A pesquisa visa explorar a integração de considerações de equidade e inclusão no planejamento de espaços arquitetônicos, com foco em indivíduos com obesidade e neuro divergentes. Esta pesquisa adota uma metodologia mista, combinando análise qualitativa de espaços destinados ao atendimento à saúde, como forma de identificar as melhores práticas e barreiras existentes à implementação de princípios de design inclusivo, assim como a experimentação de uma metodologia que promova um melhor índice de acessibilidade, inclusão, equidade e satisfação do usuário.

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais consciente das demandas por inclusão social e equidade, a arquitetura enfrenta o desafio de transcender sua tradição estético-funcional para se tornar uma força ativa na promoção de espaços verdadeiramente inclusivos e acessíveis. As estruturas arquitetônicas não são apenas edifícios; elas são manifestações físicas das políticas sociais e culturais e têm o poder de influenciar diretamente a qualidade de vida de todos os usuários, especialmente aqueles pertencentes a grupos marginalizados, como pessoas com obesidade e neuro divergentes (Davis, 2013; Oliver, 2017).

Historicamente, a prática arquitetônica concentrou-se na beleza e na funcionalidade, muitas vezes à custa de considerar a diversidade das necessidades humanas. Esta omissão pode resultar não apenas em desconforto, mas em verdadeiras barreiras ao acesso e à participação na sociedade (Foster & Samuels, 2014). Como destacado por Imrie (2000), o design inclusivo não é simplesmente uma questão de cumprir normas técnicas, mas de repensar o espaço arquitetônico para refletir e facilitar a diversidade humana.

A necessidade de espaços que suportem todos os usuários é amplamente discutida na literatura contemporânea sobre arquitetura inclusiva e acessibilidade (Hamraie, 2017; Carpman & Grant, 2016). Estes estudos enfatizam que a inclusão efetiva vai além da mera adição de recursos acessíveis, exigindo uma reavaliação fundamental de como os espaços são planejados desde o início. Neste contexto, o presente artigo visa contribuir para esse

campo emergente, explorando como as práticas arquitetônicas inclusivas podem ser desenvolvidas e implementadas para melhor servir a uma população diversificada, com atenção especial às necessidades de pessoas com obesidade e neuro divergentes. Hamraie (2017) argumenta que o "Design Universal" é fundamental para criar espaços que sejam acessíveis e utilizáveis por todos, independentemente de suas habilidades físicas ou cognitivas, enquanto Fletcher et al. (2018) destacam a necessidade de considerar a diversidade corporal no planejamento urbano para acomodar pessoas com diferentes características físicas.

A aplicação de princípios de inclusão e acessibilidade se torna ainda mais crítica nos espaços de saúde e reabilitação, onde a interação com o ambiente pode ter um impacto direto na recuperação e no bem-estar dos pacientes. Nos ambientes de saúde, cada detalhe do design pode influenciar a autonomia, o conforto e até mesmo a eficácia do tratamento oferecido aos pacientes e demais usuários acompanhantes, especialmente aqueles com necessidades especiais como a obesidade e condições neuro divergentes (Zeisel, 2006; Ulrich, 2012).

Espaços de saúde bem projetados, que consideram as necessidades de todos os usuários, demonstram melhores resultados em termos de satisfação do paciente e eficiência operacional. Comprovadamente, percebe-se que a incorporação de elementos de design inclusivo pode reduzir o estresse, promover a independência e facilitar a mobilidade, aspectos essenciais para o processo de reabilitação (Ulrich & Zimring, 2004; Carpman & Grant, 2016). Em estudos recentes, concluiu-se que um ambiente fisicamente acessível e psicologicamente acolhedor contribui significativamente para a melhoria da recuperação dos pacientes (Gibson, Andrews & Green, 2017).

Na reabilitação, os desafios são ainda mais específicos, pois esses espaços devem não apenas acomodar, mas também promover a reabilitação ativa dos pacientes. Isto implica um design que vá além da conformidade normativa para abraçar plenamente a funcionalidade adaptativa e a estética estimulante (Fleming & Bennet, 2015). A investigação sobre o impacto do ambiente construído na recuperação de pessoas com deficiências específicas fornece *insights* valiosos sobre como as práticas arquitetônicas podem ser ajustadas para melhor atender a essas necessidades (Lawton & Nahemow, 1973).

Portanto, na concepção de espaços de saúde e reabilitação, é crucial que os arquitetos e planejadores considerem a diversidade humana desde o início do processo de design, assegurando que estes espaços não apenas cumpram as regulamentações de acessibilidade, mas também promovam uma recuperação holística e eficaz. Isso requer uma colaboração interdisciplinar entre arquitetos, médicos, terapeutas e, crucialmente, os próprios pacientes e usuários dos espaços destinados à saúde e reabilitação, para criar ambientes que sejam verdadeiramente inclusivos e curativos. Essa pesquisa visa não apenas contribuir para a teoria existente, mas também oferecer orientações práticas que podem ser implementadas por arquitetos, urbanistas e responsáveis pela formulação de políticas para criar ambientes mais acolhedores e acessíveis para todos.

2 EQUIDADE E INCLUSÃO: CONCEITOS E METODOLOGIAS POSSÍVEIS

Conforme explanado anteriormente, fica evidente a necessária atenção e cuidado na projetação de espaços que corroborem à equidade e inclusão. Os trabalhos de Imrie e Hall (2001) fornecem uma base teórica para entender como as práticas de design podem ser reorientadas para atender às necessidades de usuários com diferentes níveis de capacidades

cognitivas e sensoriais, promovendo espaços mais inclusivo. Destaca-se também, a abordagem de Steinfield e Maisel (2012) sobre como design inclusivo pode oferecer estratégias práticas para incorporar a inclusão de todos, em todas as etapas do processo de design, considerando desde a concepção do projeto até sua a execução.

O presente artigo se alinha a esses trabalhos ao buscar expandir o entendimento de como os princípios de equidade e inclusão podem ser mais profundamente integrados no planejamento de espaços arquitetônicos, com um foco específico em atender às necessidades de pessoas com obesidade, neuro divergentes ou atípicas.

2.1 O entendimento de equidade e inclusão na arquitetura

Acerca da importância da inclusão e acessibilidade em arquitetura, especialmente nos espaços destinados à saúde e reabilitação, a integração desses campos se apresenta como uma área de pesquisa emergente que desafia as convenções tradicionais de design e planejamento urbano. Esta área de estudo reconhece que o ambiente construído desempenha um papel crucial na promoção da inclusão social ou, inversamente, na perpetuação da exclusão de certos grupos, incluindo pessoas com obesidade e neuro divergentes.

A arquitetura inclusiva não é um conceito recente, embora sua popularidade e implementação tenham aumentado significativamente nas últimas décadas. As raízes do design inclusivo podem ser traçadas desde o movimento pelos direitos civis nos Estados Unidos durante os anos 1960, que incluiu esforços para remover barreiras físicas para pessoas com deficiência (Welch e Jones, 2011). A legislação subsequente, como a *Americans with Disabilities Act* (ADA) de 1990, forneceu um impulso significativo ao campo, estabelecendo padrões legais para acessibilidade em espaços públicos e privados.

Resumidamente, pode-se entender o “design inclusivo”, também conhecido como “desenho universal”, como a referência à concepção de produtos, ambientes e sistemas que visam maximizar a usabilidade por pessoas de todas as habilidades, sem necessidade de adaptação ou design especializado (Preiser e Ostroff, 2001). Esta abordagem destaca a importância de considerar a diversidade humana e as habilidades individuais no processo de design. Segundo o *Center for Universal Design* (1997), o design inclusivo é baseado em sete princípios fundamentais:

1. **Equitativo ou uso equitativo:** o design é útil e acessível a pessoas com diversas habilidades.
2. **Flexível ou flexibilidade no uso:** O design acomoda uma ampla gama de preferências e habilidades individuais.
3. **Intuitivo ou uso simples e intuitivo:** O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência, conhecimento, habilidades linguísticas ou nível de concentração atual.
4. **Perceptível ou informação perceptível:** O design comunica eficazmente a informação necessária ao usuário, independentemente das condições ambientais ou da capacidade sensorial do usuário.
5. **Seguro ou tolerância para o erro:** O design minimiza riscos e as consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.
6. **Mínimo esforço ou esforço físico baixo:** O design pode ser usado de maneira confortável e com um mínimo de fadiga.

7. **Adequado ou Tamanho e espaço para acesso e uso:** Espaço adequado é fornecido para abordagem, alcance, manipulação e uso, independentemente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário.

De forma ilustrada e resumida segue abaixo (Figura 1) o entendimento de desenho universal. Segundo Connell (1997):



Fig. 1 Desenho Universal. Fonte: Silva, 2021.

Atualmente, o design inclusivo é um componente integral das práticas de planejamento urbano e arquitetônico. Projetos que adotam esses princípios não apenas cumprem regulamentos legais, mas também promovem uma inclusão social mais ampla, permitindo que indivíduos de todas as capacidades participem mais plenamente da vida cotidiana. Além disso, a incorporação de tecnologias assistivas e a inovação em materiais de construção continuam a expandir as possibilidades do que pode ser alcançado com design inclusivo.

2.2 Os desafios das pessoas com obesidade e neuro divergentes

Especificadamente, pessoas com obesidade, frequentemente enfrentam desafios significativos em ambientes construídos que não consideram suas necessidades. Espaços apertados, assentos incompatíveis com seu tamanho ou peso, e a falta de instalações adequadas para seu conforto físico são questões comuns. A investigação de Puhl e Brownell (2001) destaca como a estigmatização em ambientes públicos pode levar a experiências negativas, sugerindo que uma abordagem de design inclusivo deve considerar dimensões e resistências adequadas para acomodar todos os corpos de forma digna.

Comumente, a mídia relata casos de pacientes com obesidade que não conseguem atendimento em estabelecimentos de saúde por falta de adequação espacial (Figura 2), que, em alguns casos, infelizmente, o paciente chega a falecer devido à falta de adequação da infraestrutura espacial. Ausência de macas em dimensões apropriadas, portas acessíveis e favoráveis ao fluxo de pessoas com obesidade, entre outros, são aspectos que se apresentam na contramão de espaços inclusivos e acessíveis, e que devem ser pensados e propostos, desde a concepção projetual.



Fig. 2 Homem com obesidade em dificuldade de atendimento em ambiente público de saúde. Fonte: https://noticias.r7.com/sao-paulo/corpo-de-jovem-obeso-que-morreu-apos-ter-atendimento-negado-por-falta-de-maca-em-sp-e-sepultado-07012023/

Paralelamente, pessoas neurodivergentes, como as portadoras de TEA, ADHD, ou outras condições neurológicas, o ambiente construído pode apresentar desafios sensoriais e cognitivos significativos. Gomes e Tufte (2015) enfatizam a importância de ambientes previsíveis, que minimizem estímulos sensoriais excessivos e ofereçam espaços de retiro. A imagem abaixo, oferece uma leitura, em forma de simulação, da decodificação espacial de uma pessoa neuro divergente ou portadora de TEA com desordem do processamento sensorial (Figura 3).

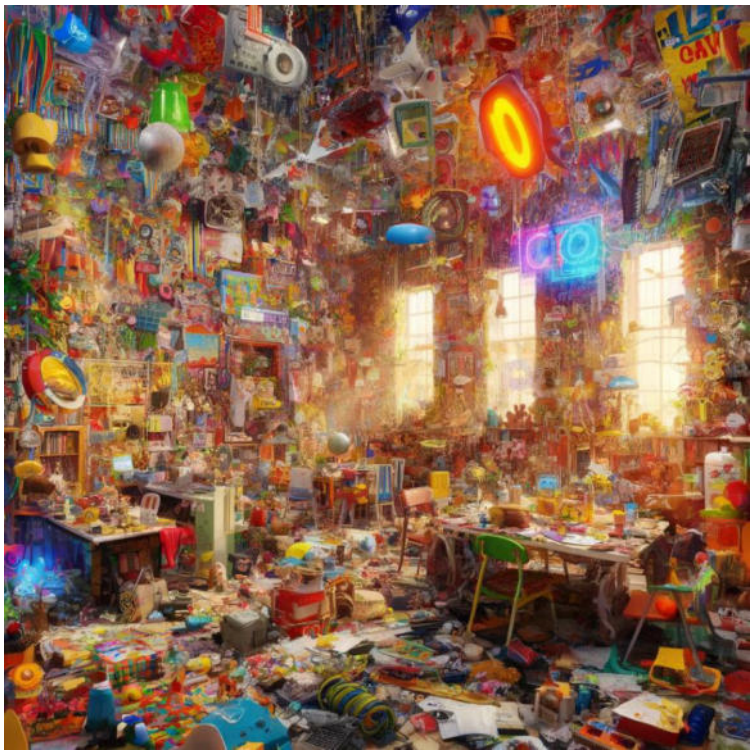


Fig. 3 Imagem gerada por simulação em Inteligência Artificial como forma de "decodificar" a "desordem do processamento sensorial" espacial por pessoa neuro divergente. Fonte: Autores, 2024.

Cabe ressaltar que, para pessoas com desordem do processamento sensorial, incluindo os portadores de transtorno espectro autista ou neuro divergentes, a inclusão de sinalizações claras, redução de ruídos perturbadores e a utilização de cores e iluminação adequadas são aspectos críticos que facilitam a navegação e o conforto para esses indivíduos.

Ambientes arquitetônicos que não levam em conta as necessidades de grupos marginalizados podem não apenas excluir esses indivíduos de muitas atividades sociais, mas também perpetuar uma sensação de isolamento e inadequação. As barreiras vão além do acesso físico, afetando a saúde mental e emocional, conforme descrito por D'Aubin (2007), que discute como a falta de acessibilidade pode impactar negativamente a autoestima e a participação social. Comumente, observamos espaços voltados ao atendimento à saúde que não promovem uma arquitetura inclusiva para pessoas neuro divergentes e com obesidade.

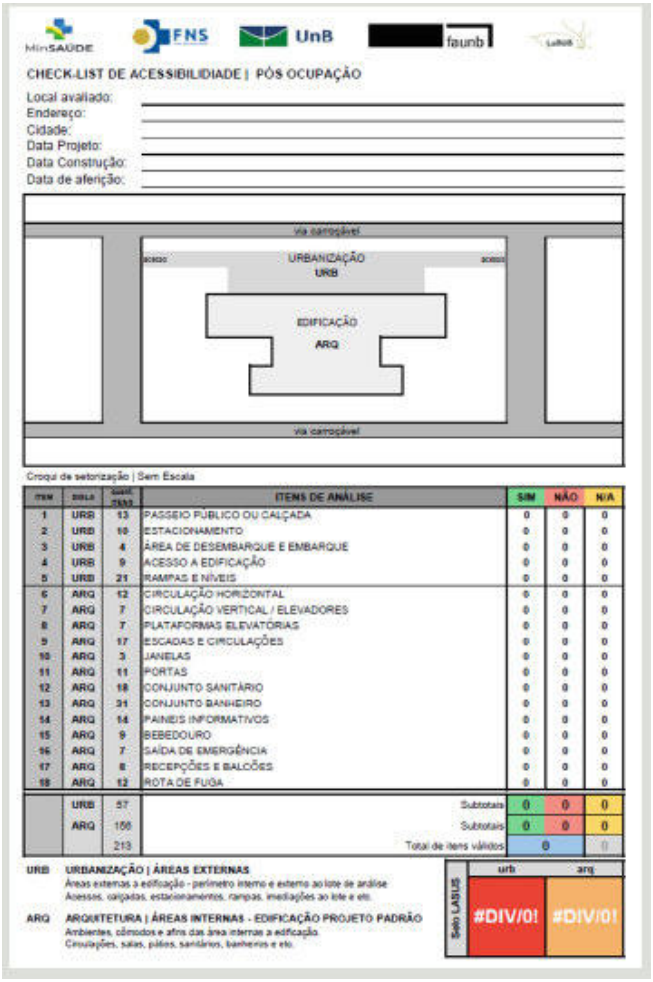
2.3 Selo LaSUS – Um caminho em direção à acessibilidade

Conforme explanado, muitos são os problemas e desafios que muitas edificações apresentam quanto ao enfrentamento e combate à falta de inclusão. Nesse sentido, o presente artigo destaca o Selo LaSUS como alternativa ao enfrentamento da baixa qualidade de espaços que deveriam ser inclusivos e equitativos, especialmente os espaços voltados ao atendimento à saúde.

O Selo LaSUS de acessibilidade surge como um mecanismo de aferição e direcionamento a possíveis práticas projetuais que englobem a acessibilidade e inclusão. O Selo LaSUS consiste no resultado da consolidação de dados e informações levantados nos edifícios visitados na investigação desenvolvida no projeto de pesquisa "Avaliação Pós-Ocupacional de Centros Especializados em Reabilitação (CER) e Oficinas Ortopédicas: Diretrizes Projetuais para Edificações da Rede de Cuidados da Pessoa com Deficiência (RCPD)", desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Brasília.

A referida pesquisa englobava a visita aos CERs das cidades de Contagem (MG), Patos de Minas (MG), Lagarto (SE) e Araguaína (TO). A partir das visitas técnicas realizadas, somadas ao levantamento teórico e normativo prévio, foi possível desenvolver uma metodologia de avaliação de acessibilidade em edifícios de saúde. Tal avaliação culminou na criação do Selo LaSUS de Acessibilidade, como uma ferramenta que sistematiza a Avaliação Pós-Ocupacional (APO) da Acessibilidade em edifícios de saúde.

A partir de um checklist (Figura 4), com finalidade na verificação das situações de atendimento às normativas e legislações vigentes relacionadas à acessibilidade e à avaliação ambiental (simulação e quantificação ambiental), o Selo LaSUS aborda a avaliação e certificação das condições de acessibilidade em edificações públicas e privadas, com foco em garantir um ambiente inclusivo e acessível para pessoas com deficiência.



CHECK-LIST DE ACESSIBILIDIADE | PÓS OCUPAÇÃO

Local avaliado:
Endereço:
Cidade:
Data Projeto:
Data Construção:
Data de aferição:

via carroçável
URBANIZAÇÃO
URB
EDIFICAÇÃO
ARQ
via carroçável

Croqui de setorização | Sem Escala

ITEM	SIGLA	QUANT. ITENS	ITENS DE ANÁLISE	SIM	NÃO	N/A
1	URB	13	PASSEIO PÚBLICO OU CALÇADA	0	0	0
2	URB	10	ESTACIONAMENTO	0	0	0
3	URB	4	ÁREA DE DESEMBARQUE E EMBARQUE	0	0	0
4	URB	9	ACESSO A EDIFICAÇÃO	0	0	0
5	URB	21	RAMPAS E NÍVEIS	0	0	0
6	ARQ	12	CIRCULAÇÃO HORIZONTAL	0	0	0
7	ARQ	7	CIRCULAÇÃO VERTICAL / ELEVADORES	0	0	0
8	ARQ	7	PLATAFORMAS ELEVATÓRIAS	0	0	0
9	ARQ	17	ESCADAS E CIRCULAÇÕES	0	0	0
10	ARQ	3	JANELAS	0	0	0
11	ARQ	11	PORTAS	0	0	0
12	ARQ	18	CONJUNTO SANITÁRIO	0	0	0
13	ARQ	31	CONJUNTO BANHEIRO	0	0	0
14	ARQ	14	PAINEIS INFORMATIVOS	0	0	0
15	ARQ	9	BEBEDOURO	0	0	0
16	ARQ	7	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	0	0	0
17	ARQ	8	RECEPÇÕES E BALCÕES	0	0	0
18	ARQ	12	ROTA DE FUGA	0	0	0
	URB	57	Subtotais	0	0	0
	ARQ	156	Subtotais	0	0	0
		213	Total de itens válidos	0		0

URB URBANIZAÇÃO | ÁREAS EXTERNAS
Áreas externas a edificação - perímetro interno e externo ao lote de análise
Acessos, calçadas, estacionamentos, rampas, imediações ao lote e etc.

ARQ ARQUITETURA | ÁREAS INTERNAS - EDIFICAÇÃO PROJETO PADRÃO
Ambientes, cômodos e afins das área internas a edificação
Circulações, salas, pátios, sanitários, banheiros e etc.

Selo LaSUS	urb	arq
	#DIV/0!	#DIV/0!

Fig. 4 Imagem do Check list Selo LaSUS. Fonte: LaSUS, 2024.

A metodologia utilizada para o Selo LaSUS envolve diversas etapas, que incluem:

1. **Revisão Normativa:** Análise das normas e regulamentações vigentes relacionadas à acessibilidade, como a ABNT NBR 9050, que estabelece os critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade a serem observados.
2. **Avaliação de Campo:** Realização de visitas técnicas aos locais para verificar a conformidade das instalações com as normas de acessibilidade. Esta etapa é crucial para identificar barreiras físicas que possam impedir ou dificultar o acesso de pessoas com deficiência.
3. **Diagnóstico e Recomendações:** Após as avaliações, é elaborado um diagnóstico que destaca as principais deficiências encontradas e propõe recomendações para melhorias. Estas recomendações são fundamentadas nas boas práticas de design universal, buscando soluções que beneficiem a maior gama possível de usuários.
4. **Implementação das Melhorias:** Orientação e apoio na implementação das recomendações para garantir que as intervenções sejam realizadas conforme as melhores práticas de acessibilidade.
5. **Certificação:** Após a implementação das melhorias e uma nova avaliação para verificar a eficácia das mudanças, é concedido o Selo LaSUS de acessibilidade, que atesta a conformidade da edificação com os critérios de acessibilidade estabelecidos.

Foram elaborados, assim, 213 itens de análise para checagem do ambiente construído, subdivididos em 2 panoramas, urbanização e arquitetura. Desse modo, 57 itens de análise foram agrupados na escala urbana, e 156 itens na escala da arquitetura da edificação, todos distribuídos em 18 categorias gerais de análise como: passeios públicos ou calçadas; estacionamento; área de embarque e desembarque; acesso à edificação; rampas e níveis; circulação horizontal; circulação vertical e elevadores; plataformas elevatórias; escadas e circulações; janelas; portas; conjunto sanitário; conjunto banheiro; painéis informativos; bebedouro; saída de emergência; recepções e balcões; e rota de fuga (Figura 5).

18		LEI	ARTIGO	ROTA DE FUGA
18	1	NT 10	4.1.3.1.2	A largura das saídas, isto é, dos acessos, escadas, descargas, e outros, é dada pela seguinte fórmula: N=P/C? (Norma Técnica 14.0 - CBMDF)
18	2	NT 10	4.1.3.1.3	As larguras mínimas das saídas de emergência, em qualquer caso, devem ser as seguintes: a) 1,20 m, para as ocupações em geral ou 2,20 m, para permitir a passagem de macas, camas e outros, no grupo 30 de ocupação hospitalar?
18	3	NT 10	4.1.3.1.4	A largura das saídas deve ser medida em sua parte mais estreita, não sendo admitidas saliências de alizares, pilares, e outros que ultrapassem superiores que 10 cm?
18	4	NT 10	4.1.3.1.6	As portas que abrem no sentido do trânsito de saída, em ângulo de 90°, para dentro da rota de fuga, recebem recessos de paredes, de forma a não reduzir a largura efetiva?
18	5	NT 10	4.1.3.1.5	As portas que abrem para dentro de rotas de saída, em ângulo de 180°, em seu movimento de abrir, no sentido do trânsito de saída, possuem largura efetiva mínima livre de 1,10 m nas passagens?
18	6	NT 10	4.1.3.2.1	A rota de fuga tem apenas 1(um) sentido de percurso?
18	7	NT 10	4.2.1.3.3	Todos os acessos a edificação são acessíveis, bem como as rotas de interligação as principais funções da edificação?

Fig. 5 Check *list* dos atributos de qualidade de rota de fuga. Fonte: LaSUS, 2024.

De acordo com o número de atributos alcançados no processo de checagem, um processo mais simplificado de reformas pode ser implementado no edifício. A sistematização para a pontuação pautou-se na lógica das certificações já existentes, e configura a pontuação em 5 categorias, que vão de A (edifício mais acessível) a E (edifício menos acessível), (Figura 6).

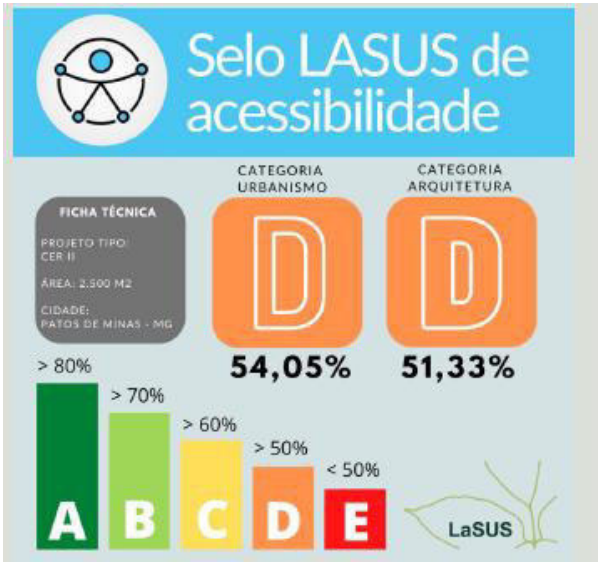


Fig. 6 Modelo Selo LaSUS de Acessibilidade. Fonte: LaSUS, 2024.

O processo de avaliação se dá pelo atendimento de pelo menos 50% dos itens levantados no checklist, nas duas categorias analisadas: urbanismo e arquitetura. Assim, o enquadramento para o selo fica:

- Selo A: Acima de 80% dos atributos atendidos ou justificados (não se aplica);
- Selo B: Entre 70% e 79% dos atributos atendidos;
- Selo C: Entre 60% e 69% dos atributos atendidos;
- Selo D: Entre 50 e 59% dos atributos atendidos;
- Selo E: Abaixo de 50% dos atributos atendidos.

Este processo não só se apresenta como uma ferramenta útil no diagnóstico e monitoramento da acessibilidade nos edifícios de saúde, sejam edifícios existentes ou em novas propostas. Assim, por um lado, o selo, por ser de fácil aplicação, é um instrumento eficaz na identificação de estratégias de melhoria das edificações existentes. Por outro, pode ser utilizado como balizador para que as edificações futuras já sejam projetadas direcionando-se ao nível máximo (A).

De forma geral, o Selo LaSUS corrobora para uma inicial avaliação de conformidade com as normas de acessibilidade, assegurando que as instalações não apenas atendam as normas, mas também promovam um design inclusivo como por exemplo, recomendando a inclusão de rampas, corredores largos e sinalização em braile como parâmetros essenciais para a acessibilidade física e sensorial.

Ainda, o Selo LaSUS promove a equidade no acesso aos serviços de saúde, independente das condições físicas ou sensoriais do usuário, avaliando e promovendo a equidade, incentivando instalações adaptadas às necessidades destes usuários, como exemplo, a implementação de sistemas de atendimento prioritário para pessoas com deficiência.
Por fim, o Selo LaSUS garante a qualidade e segurança dos ambientes de saúde, não limitando-os apenas ao atendimento clínico, mas abrangendo a experiência do usuário no espaço físico, promovendo conforto e usabilidade, requisitos fundamentais para pacientes que já se encontram em condição de vulnerabilidade, como por exemplo, a avaliação de equipamentos especializados para o tratamento e a mobilidade de pacientes com deficiência.

A exemplo das questões explanadas, observa-se na imagem abaixo (Figura 7), um ambiente simulado como uma sala de espera adaptada, com áreas reservadas para cadeirantes e sistema de visualização tátil apropriada, pautado nas diretrizes do Selo LaSUS. O ambiente exemplifica diretrizes possíveis de serem implantadas em projetos arquitetônicos, por meio de espaços amplos com portas largas, assentos reforçados e caminhos claros, adequados para indivíduos com obesidade, facilitando o acesso e movimentação; assim como um ambiente sensorialmente amigável, com iluminação suave, decoração minimalista e elementos redutores de ruído, projetados para pacientes neuro divergentes, proporcionando um espaço calmo e acolhedor.



Fig. 7 Simulação de ambiente "Sala de espera e consultório" adaptada para pessoas com obesidade e neuro divergentes, inclusiva e equitativa. Fonte: Autores, 2024.

3 CONCLUSÕES

A inclusão na arquitetura é fundamental para garantir que todos os indivíduos, independentemente de suas condições físicas ou psicológicas, possam participar plenamente da sociedade. A acessibilidade é um "direito civil" e não apenas uma questão de design ou técnica. Esta perspectiva é crucial para entender a arquitetura não como uma série de barreiras físicas, mas como espaços potencialmente habilitadores ou limitadores.

O design inclusivo é fundamental para criar ambientes construídos que promovam igualdade, acessibilidade e dignidade para todos os usuários. À medida que a sociedade continua a reconhecer a diversidade e a complexidade das necessidades humanas, espera-se que as práticas de design inclusivo se tornem ainda mais eficazes e integradas às políticas de desenvolvimento urbano e arquitetônico.

É imperativo que a arquitetura e o design urbano adotem uma perspectiva inclusiva que considere a ampla diversidade de experiências humanas e necessidades. Através de uma abordagem consciente e inclusiva, podemos criar ambientes que não apenas evitem a exclusão, mas que também promovam a igualdade e a dignidade para todos. A reflexão sobre essas necessidades específicas e desafios é um passo crucial para uma sociedade verdadeiramente inclusiva.

Portanto, é necessária a atenção aos espaços de saúde, não apenas a fim de elevar e garantir os padrões de acessibilidade e inclusão, mas também, a fim de promover uma atmosfera de respeito e dignidade para todos os usuários por meio do alcance que os espaços arquitetônicos podem oferecer em termos de inclusão e do acesso para pessoas com deficiência, como as pessoas com obesidade e neuro divergentes. Ferramentas como o mencionado selo, são estratégias valiosas para gestores de saúde que buscam melhorar a qualidade e a equidade em suas instalações, garantindo que todos os pacientes, independente de suas limitações físicas ou sensoriais, possam receber cuidados em um ambiente seguro e acolhedor. Ainda, tais ferramentas podem se apresentar como um diferencial competitivo

para as instituições que o obtêm, demonstrando compromisso com a acessibilidade e inclusão social.

4 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9050:2020. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Carpman, J. R., & Grant, M. A. (2016) Design That Cares: Planning Health Facilities for Patients and Visitors, Jossey-Bass.

Center for Universal Design. (1997), Principles of Universal Design. NC State University.

Connell, B. R. (1997) Los principios del Diseño Universal, N.C., State University, Disponível em http://www.abc-discapacidad.com/archivos/pudspanishv2.pdf [17/01/2018].

D'Aubin, A. (2007) Reflecting on Disability and Spatiality: The case for hyper-inclusivity in design, Journal of Urban Planning and Development, 133(4), 255-263.

Davis, L. A. (2013) The Architecture of Inclusion: Advancing Workplace Diversity, Oxford University Press.

Fleming, R., & Bennet, K. D. (2015) Environment and Behavior, Nova Science Publishers.
Fletcher, P.C., Puhl, R., & Brownell, K.D. (2018) The impact of architectural design on the health and wellbeing of individuals with obesity: A literature review. Journal of Obesity & Metabolic Syndrome.

Fletcher, P.C., Puhl, R., & Brownell, K.D. (2018). The impact of architectural design on the health and wellbeing of individuals with obesity: A literature review. Journal of Obesity & Metabolic Syndrome.

Foster, L., & Samuels, J. (2014) Building Inclusive Cities: Women's Safety and the Right to the City, Routledge.

Gibson, B. E., Andrews, J., & Green, S. (2017) Rehabilitation: A Post-critical Approach, CRC Press.

Gomes, E., & Tufte, B. (2015), Design and Neuroscience: Enhancements for Inclusive Interfaces, Journal of Cognitive Engineering, 4(2), 102-112.

Hamraie, A. (2017) Building Access: Universal Design and the Politics of Disability, Minneapolis: University of Minnesota Press.

Imrie, R. (2000) Disability and Discourses of Mobility and Movement, Environment and Planning A, 32(9), 1641-1656.

Imrie, R., & Hall, P. (2001) Inclusive Design: Designing and Developing Accessible Environments, Spon Press.

Lawton, M. P., & Nahemow, L. (1973) Ecology and the Aging Process, In C. Eisdorfer & M. P. Lawton (Eds.), The Psychology of Adult Development and Aging, American Psychological Association.

Oliver, M. (2017) Disability and the Built Environment, Polity Press.

Preiser, W.F.E., & Ostroff, E. (2001) Universal Design Handbook, McGraw-Hill.

Puhl, R., & Brownell, K. D. (2001) Bias, discrimination, and obesity, Obesity Research, 9(12), 788-805.

Silva, J. S. S. (2021) O Desenho Universal como alternativa para o direito à cidade, Disponível em https://www.researchgate.net/figure/Os-setes-principios-do-Desenho-Universal-segundo-Connell-1997-1-Equitativo-2_fig1_352826969.

Steinfield, E., & Maisel, J. (2012), Universal Design: Creating Inclusive Environments, John Wiley & Sons.

Ulrich, R. S. (2012) Evidence-Based Health-Care Architecture, Routledge.

Ulrich, R. S., & Zimring, C. (2004) The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity, Concordia.

Welch, P., & Jones, S. (2011) Disability and Accessibility: Historical Perspectives, Disability Studies Quarterly.

Zeisel, J. (2006) Inquiry by Design: Environment/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape, and Planning, W.W. Norton & Company.

5 AGRADECIMENTOS

Primeira autora agradece à Fundação para Ciência e Tecnologia de Portugal (FCT) pelo suporte financeiro via bolsa de doutoramento com referência FCT/SFRH/BD/148261/2019, em desenvolvimento na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto-Portugal (FAUP-UP). Autores agradecem ainda à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), pelo suporte financeiro para a publicação e disseminação do presente artigo científico.

SINERGIA VERDE-TECNOLÓGICA: UNINDO NATUREZA, TECNOLOGIA E DESIGN BIOFÍLICO NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES RESILIENTES

I. G. Ono e M. E. Araujo Jr.

RESUMO

Este estudo destaca a importância da integração de tecnologia e design biofílico para promover ambientes urbanos mais saudáveis e resilientes. Explorando a interação entre cidades inteligentes e o meio ambiente, a pesquisa enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada que considere aspectos como mobilidade urbana, conforto, espaços públicos, economia e participação cidadã no planejamento urbano. Foi feita uma análise comparativa das cidades inteligentes com design biofílico com as cidades tradicionais, seguida de exemplificações que evidenciam os impactos na qualidade de vida dos habitantes. Por meio de uma metodologia dedutiva e exploratória, o estudo busca confirmar a importância na implementação desse modelo de cidade e oferecer orientações para o desenvolvimento de estratégias de planejamento urbano sustentável, visando aprimorar o bem-estar nas cidades contemporâneas.

1 INTRODUÇÃO

No contexto urbano atual, as cidades enfrentam uma série de desafios decorrentes da degradação ambiental, dos impactos econômicos e sociais, bem como das mudanças climáticas e do uso não sustentável de energia. Esses problemas afetam diretamente a saúde dos cidadãos, trazem consequências adversas para a mobilidade urbana, causam transtornos no transporte e congestionamentos, além de causarem um aumento da poluição. Frente aos desafios enfrentados pelas cidades, torna-se necessário aperfeiçoar o sistema jurídico aplicável ao planejamento urbano que possa atender às demandas da sociedade, em conformidade com os valores acordados no sistema constitucional de cada país.

Nesse contexto, é fundamental adotar uma abordagem integrada entre urbanismo inteligente e meio ambiente nas áreas urbanas para alcançar o objetivo de se aplicar tecnologias disponíveis e melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Nesse sentido, as cidades inteligentes com design biofílico surgem como uma alternativa promissora.

Este estudo teve como objetivo identificar as características que qualificam uma cidade como inteligente e biofílica, reconhecendo a cidade como um sistema emergente de interação entre ambiente natural e construído e enfatizando a participação ativa dos cidadãos no planejamento urbano. Ademais, analisa cidades inteligentes com design biofílico, refletindo sobre os princípios da resiliência urbana e avaliando estratégias que promovem ambientes urbanos mais saudáveis. Essa abordagem visa não apenas criar cidades mais sustentáveis,

mas também garantir que sejam lugares onde as pessoas possam viver com qualidade de vida.

Ao explorar exemplos de cidades consideradas inteligentes e com arquitetura biofílica estabelecidas, o estudo destaca as disparidades e os efeitos na vida dos habitantes em comparação com cidades tradicionais. Para isso, adotará uma metodologia dedutiva, centrada na análise da literatura sobre cidades inteligentes com arquitetura biofílica. Além disso, utilizará uma metodologia exploratória para identificar padrões relevantes neste contexto.

Espera-se que esse estudo possa fornecer *insights* valiosos para gestores urbanos, planejadores e demais envolvidos no desenvolvimento urbano, contribuindo para a criação de cidades mais humanas, sustentáveis e resilientes.

2 CONCEITUAÇÃO TEÓRICA

Para compreender o que se pretende demonstrar neste estudo, faz-se necessário, primeiramente, trazer alguns conceitos que serão utilizados posteriormente. Essas definições são apresentadas por alguns autores mencionados na sequência, mas não têm a intenção de invalidar outras palavras ou expressões que possam estar se relacionando ao mesmo fato.

Por vezes, podem existir expressões ou palavras que se referem a exatamente à mesma situação, ou, uma fazer parte da outra, e vice-versa.

2.1 Cidades inteligentes

O conceito de "cidade inteligente" não é novo e tem sido objeto de grande interesse e investimento nos últimos anos. Apesar disso, não existe uma definição universal para o termo. Conforme entendimento de Giffinger *et al.* (2007), as cidades inteligentes englobam diversas áreas, como governança, economia, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida. Essas cidades buscam melhorar a qualidade de vida dos habitantes, o desenvolvimento inclusivo, a eficiência operacional e a atratividade econômica ao utilizar tecnologias de informação e comunicação (TIC) e outras soluções inovadoras. Além disso, têm o compromisso com o uso sustentável dos recursos naturais (Giffinger *et al.*, 2007).

Leite e Lopes (2021) definem “cidade inteligente” como aquela que emprega a tecnologia para suprir as demandas sociais, diminuindo o intervalo de resposta entre o governo e os habitantes. Para eles, contudo, tal conceito não é limitado apenas à tecnologia. O que as cidades almejam é a melhoria da eficiência do transporte público, o zoneamento urbano eficaz e a qualidade dos serviços públicos de modo geral.

Muller (2005), por sua vez, também associa o conceito de cidade inteligente à adoção de práticas de governança inteligente pela administração pública, além de considerar a inteligência da cidade relacionada à capacidade humana e ao conhecimento dos cidadãos. Já para Cury e Marques (2016), as cidades inteligentes surgem das abordagens contemporâneas de desenvolvimento urbano, que buscam transformações territoriais ao incentivar a participação dos cidadãos e o uso conjunto das inteligências humana, coletiva e artificial. Para eles, o conceito de cidade inteligente está intimamente ligado aos princípios fundamentais da sustentabilidade e à necessidade de encontrar soluções que garantam a sustentabilidade humana em ambientes em constante mudança.

Segundo Silva (2023), uma cidade pode ser considerada inteligente quando promove a participação ativa de seus cidadãos, estimulando sua inventividade e criatividade para compreender seu ambiente e propor soluções inovadoras para os desafios urbanos. Além disso, destaca também a importância de índices, rankings e normas, como a ISO 37122 (2019), que leva em consideração, entre outros, a capacidade da cidade de lidar com desafios como mudança climática, crescimento populacional rápido, instabilidade política e econômica, otimização de disciplinas e sistemas municipais e implementação de tecnologias nos serviços urbanos que melhorem a qualidade de vida dos habitantes (Silva, 2023).

As cidades inteligentes em desenvolvimento são caracterizadas por uma infraestrutura em rede que promove eficiência política e desenvolvimento cultural e social. Elas também valorizam a inclusão social dos habitantes urbanos e reconhecem o ambiente natural como fundamental para o futuro (Leite; Lopes, 2021).

2.2 Cidades inteligentes com design biofílico

No que diz respeito às cidades com design biofílico, Timothy Beatley (2011) as descreve como aquelas que procuram integrar a natureza ao ambiente urbano, visando conectar os habitantes com o mundo natural. Segundo o autor, ao incluir elementos naturais, como jardins, áreas verdes e sistemas naturais de água, as cidades com tal design podem aprimorar a saúde e o bem-estar dos moradores, além de promover a resiliência urbana e sustentabilidade.

Nas cidades com arquitetura biofílica, as áreas verdes estão presentes em uma variedade de ambientes, incluindo jardins verticais, paredes e telhados verdes, canteiros centrais, praças, calçadas verdes e hortas comunitárias. Além disso, o autor enfatiza a importância de oferecer mais do que parques convencionais e paisagismo exótico, destacando a necessidade de áreas onde os residentes possam vivenciar a natureza nativa ou semi-nativa (Beatley, 2011).

Integrar a natureza nos ambientes urbanos, como propõe o urbanismo biofílico, pode trazer diversos benefícios econômicos e ambientais. Isso inclui serviços ecossistêmicos como controle de enchentes, qualidade do ar e da água, redução de CO2, benefícios microclimáticos e até mesmo produção de alimentos (Cirella; Russo, 2017).

Além disso, a experiência tem mostrado que telhados verdes podem sustentar uma biodiversidade substancial ao longo do tempo. Em algumas cidades, esses telhados ecológicos podem até ajudar na recuperação de populações de espécies ameaçadas de extinção. Para maximizar a biodiversidade nativa suportada por esses telhados, eles podem ser projetados utilizando solo e materiais de substrato locais e variando a espessura do substrato e do solo (Beatley, 2011).

Com base na análise, pode-se definir que uma cidade inteligente com design biofílico seria aquela que utiliza tecnologias avançadas para melhorar a qualidade de vida dos habitantes, ao mesmo tempo em que promove a integração tecnológica e interação com a natureza. Essas cidades buscam reduzir seu impacto ambiental, priorizando espaços verdes e sustentáveis.

Conforme dispõe Russo e Cirella (2017), o conceito de cidades inteligentes deve ser integrado ao das cidades biofílicas, com o objetivo principal de abordar questões orientadas ao meio ambiente. A integração entre biolifia e inteligência tem sido explorada como uma

solução para cidades compactas, argumentando-se que as abordagens biófilas complementam as inteligentes (Ouf; Tarek, 2021).

3 RESILIÊNCIA URBANA

A ideia de cidades inteligentes com design biofílico encontra amplo campo de atuação na sociedade moderna, permitindo, em uma visão antropocêntrica, a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Em outra toda, sob o prisma ecocêntrico, os ganhos podem ser mensurados pelo reconhecimento de que o Ser Humano faz parte de todo um ecossistema. Compreendê-lo e agir em harmonia com seres não humanos e não vivos que estão à sua volta, pode permitir uma homeostase garantidora de sustentabilidade (Freitas, 2019).

3.1 Definições

Frente aos desafios enfrentados pela sociedade atual, impulsionados pela globalização e pelo modelo econômico capitalista, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Esta agenda envolve todos os Estados-Membros da ONU, bem como diversos parceiros da sociedade civil, do setor privado e da academia. Um dos problemas centrais abordados pela Agenda é o rápido crescimento das cidades, com mais da metade da população global já vivendo em áreas urbanas e a projeção de que dois terços da humanidade estarão nessas condições até 2050, totalizando 6,5 bilhões de pessoas (PNUD, s.d).

Para enfrentar esse desafio, a Agenda 2030 propõe uma série de objetivos específicos. Entre eles, estão o Objetivo 11, que visa tornar as cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis; o Objetivo 13, que busca fortalecer a capacidade de adaptação a riscos climáticos e desastres naturais; o Objetivo 9, que promove infraestrutura resiliente e tecnologias sustentáveis; e o Objetivo 17, que fomenta a cooperação internacional e o apoio às capacidades de gestão nas cidades (PNUD, s.d). Assim, com o rápido avanço da urbanização em várias partes do mundo e os impactos das mudanças climáticas se tornando cada vez mais evidentes, a resiliência emerge como um conceito-chave. Mas o que seria a resiliência?

A resiliência, é a capacidade de um sistema de lidar com situações inesperadas, riscos e mudanças, minimizando seus impactos, sendo um conceito abordado em várias áreas e disciplinas, cada uma com sua própria definição (Hassan; Hafez, 2021).

No contexto do sistema urbano, a resiliência urbana pode ser entendida como habilidade, junto com todas as suas redes socioecológicas e sociotécnicas em diferentes escalas de tempo e espaço, de um ambiente urbano manter ou retornar rapidamente às suas funções desejadas após uma perturbação, adaptando-se às mudanças atuais ou futuras (Meroow *et al,* 2016).

Segundo Roméro, no entanto, a resiliência urbana não se limita a um retorno à posição original após um impacto, mas sim a um processo de constante fortalecimento e preparação para futuras situações adversas, em uma dinâmica em espiral. Essa abordagem implica que os planos de resiliência devem ser meticulosamente elaborados, incluindo aspectos como responsabilidades claras, liderança definida, orçamento adequado, fontes de recursos identificadas, cronograma de implementação e mecanismos eficazes de monitoramento e avaliação do progresso. A ausência desses elementos essenciais pode comprometer significativamente a eficácia dos planos de resiliência urbana (Roméro, 2022).

3.2 Princípios da resiliência urbana

De acordo com Bruijn et al. (2017), a resiliência urbana, em caso de eventos climáticos extremos, pode ser melhorada por meio de cinco princípios fundamentais. O primeiro princípio implica adotar uma abordagem sistêmica, entendendo o sistema como um todo, incluindo seus aspectos físicos, ambientais, sociais e econômicos, para identificar os elementos-chave e suas interações. O segundo princípio enfatiza a importância de considerar eventos além do planejado, ou seja, eventos de baixa probabilidade, mas com consequências significativas, exigindo proteção mesmo que os custos sejam mais altos que os benefícios esperados.

O terceiro princípio proposto para aumentar a resiliência urbana é projetar e preparar os sistemas para "permanecer funcionando", garantindo que as falhas não tenham consequências catastróficas, mas sim gerenciáveis. Isso implica em projetar os sistemas de forma que infraestruturas críticas permaneçam operacionais durante eventos extremos.

Além disso, o quarto princípio foca em aumentar a capacidade de recuperação, que está diretamente ligada ao nível socioeconômico da sociedade, incluindo aspectos como capital social, institucional e econômico. Por fim, o quinto princípio é o de permanecer resiliente no futuro, o que implica em manter a flexibilidade, capacidade de aprendizado e adaptação, e disposição para transformação se necessário (Bruijin *et al.*, 2017).

Gonçalves *et al*. (2021) destacam diversos elementos-chave relacionados à resiliência urbana, como adaptabilidade, transportabilidade, robustez, flexibilidade, redundância e modularidade. A combinação desses conceitos ajuda a compreender a resiliência nas cidades.

A adaptabilidade é necessária, referindo-se à capacidade dos sistemas urbanos de se ajustarem a mudanças e perturbações, mantendo sua funcionalidade. A transportabilidade é outra dimensão relevante, envolvendo a transferência de conhecimentos e práticas resilientes entre contextos distintos. A robustez representa a capacidade de resistir a choques e estresses sem perder a funcionalidade. A flexibilidade, por sua vez, é necessária para mudanças rápidas em resposta a alterações nas condições urbanas.

A redundância é um princípio importante, garantindo a presença de elementos e recursos duplicados que podem ser ativados em caso de falha de outros sistemas, aumentando a resiliência do sistema urbano. Finalmente, a modularidade permite que os sistemas urbanos sejam compostos por módulos independentes e interconectados, facilitando adaptações e expansões (Gonçalves *et al*., 2021)

O fornecimento de energia pode ser usado como exemplo para ilustrar a resiliência urbana. Em uma situação hipotética de interrupção no fornecimento de energia, as medidas adotadas são específicas para o tipo de ameaça. Por exemplo, para riscos de inundação, elevar subestações de energia pode aumentar a resiliência, enquanto para riscos de vento, colocar cabos subterrâneos ou remover árvores próximas às linhas de energia pode ser útil (Bruijin *et al.*, 2017).

A resiliência urbana é um tópico de grande importância no planejamento e gestão de cidades, especialmente em face dos desafios globais como as mudanças climáticas e a rápida urbanização. Portanto, é necessário implementar políticas e estratégias para fortalecer a

capacidade das cidades de lidar e se adaptar a eventos inesperados. Isso envolve não apenas a infraestrutura física, mas também questões sociais, econômicas e ambientais.

É fundamental que as cidades adotem uma abordagem abrangente e integrada, levando em conta a interdependência de seus sistemas e a necessidade de garantir a segurança e o bem-estar de seus cidadãos. Além disso, a colaboração entre diferentes setores da sociedade, incluindo governos, empresas e comunidades locais, é fundamental para promover a resiliência urbana de forma eficiente e sustentável.

4 PLANEJAMENTO URBANO ESTRATÉGICO

As grandes cidades estão experimentando mudanças estruturais impulsionadas pela tecnologia, resultando em modelos urbanos inteligentes que buscam integrar a sociedade civil na governança digital e promover a equidade socioespacial através de serviços digitalizados. Para que essa estrutura seja eficaz, é necessário que os gestores públicos estejam tecnicamente qualificados, exigindo planejamento a curto, médio e longo prazo e oportunidades educacionais (Cruz *et al.,*2023).

4.1 Estratégias bem-sucedidas de planejamento urbano

De acordo com a UCLG (*United Cities and Local Governments*), existem características comuns nas estratégias bem-sucedidas de planejamento urbano, como a participação cidadã, a definição de indicadores de desempenho, a transparência, a autonomia e autogestão dos governos locais, a comunicação e o comprometimento de todas as esferas do governo, a priorização de ações estratégicas, o apoio do prefeito à liderança comprometida com a estratégia, a elaboração de uma estratégia personalizada, a integração de aspectos de mudança social, econômica, institucional, cultural e física, e a preparação da administração para a mudança interna.

Uma alternativa viável para promover a construção de cidades inteligentes e com arquitetura biofílica é a criação de padrões mínimos para novos bairros e projetos urbanos. Timothy Beatley (2011) sugere que o fornecimento de incentivos ou financiamento inicial, como subsídios e empréstimos, pode facilitar a instalação de características verdes. Esses elementos verdes podem gerar retornos econômicos claros e demonstráveis para os proprietários, como a redução de custos de refrigeração ou o aumento do valor de venda do imóvel, além de benefícios e valores públicos mais amplos. No entanto, muitas vezes são evitados devido a custos iniciais adicionais reais ou percebidos. Em muitas cidades europeias, essa barreira é superada através de generosos subsídios governamentais para a instalação de telhados verdes.

Cidades americanas, por sua vez, como Seattle e Portland, possuem regulamentações municipais que estimulam e exigem a inclusão de elementos verdes e design biofílico. O planejamento urbano deve conter uma mistura de incentivos, como bônus de densidade, e requisitos, como o fator de área verde, para promover a sustentabilidade e a integração da natureza nas cidades (Beatley, 2011).

No contexto brasileiro, o *Ranking Connected Smart Cities* (CSC), desenvolvido pela Urban Systems, avalia o estágio de desenvolvimento inteligente, sustentável e humano das cidades do país. Em sua oitava edição, iniciada em 2015, o estudo classifica as cidades em 11 eixos

setoriais, incluindo governança, economia, energia, segurança, saúde, educação, empreendedorismo, tecnologia e inovação, meio ambiente, urbanismo e mobilidade (Urban Systems, 2023).

4.2 Principais desafios

Apesar de variados casos de planejamentos urbanos de sucesso, muitos governos locais continuam enfrentando vários desafios, como a ignorância do potencial de apoio popular, a falta de liderança, o financiamento insuficiente e a dificuldade em obter trabalho colaborativo com municípios vizinhos. Outros desafios incluem a falta de delimitação clara de responsabilidades com o governo central, o foco excessivo no desenvolvimento econômico local, a fragilidade das estratégias apoiadas apenas pelo governo local, a falta de conteúdo estratégico sólido e a resolução de problemas apenas quando eles surgem. Esses obstáculos podem levar à falta de legitimidade e sustentabilidade das estratégias de planejamento, dificuldade para mobilizar recursos e obter compromissos conjuntos, duplicação de esforços ou falta de coordenação nas ações de planejamento, estratégias desequilibradas e insustentáveis e construção de estratégias sem foco claro ou para fins de marketing (UCLG, 2010).

O planejamento urbano é um desafio complexo para os governos locais, que devem lidar com diversas questões e interesses concorrentes. Embora existam várias estratégias bem-sucedidas de planejamento urbano e muitos desafios a serem superados, o fator mais importante é garantir o envolvimento ativo e significativo dos cidadãos no processo de desenvolvimento de suas cidades. É fundamental que suas necessidades e preocupações sejam ouvidas e levadas em consideração, visando sempre o bem-estar coletivo e a melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem naquela cidade.

A implementação de tecnologias inteligentes pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços urbanos. No entanto, a combinação dessas tecnologias com aspectos biofílicos, como a criação de áreas verdes e a preservação da biodiversidade, pode contribuir ainda mais para a criação de cidades mais saudáveis, sustentáveis e agradáveis de se viver.

5 COTIDIANO URBANO DAS CIDADES

Os conceitos e propostas mencionados até agora possuem grande potencial de promover mudanças em diversas localidades, alterando significativamente o modo pelo qual o solo, principalmente urbano, vem sendo ocupado.

Algumas experiências demonstram os ganhos desta opção.

5.1 Cidades convencionais

Os modelos de urbanização ocidental do século XIX e XX priorizavam a salubridade e a organização funcional das cidades, mas não consideravam adequadamente os processos ecológicos e os fluxos naturais no planejamento urbano, o que resultou em crescimento desordenado das cidades e construção de grandes vias expressas (Carbone *et al.,* 2020). Atualmente, a quantidade de indivíduos que residem em regiões urbanas superou a

quantidade de pessoas que vivem em áreas rurais. Além disso, a extensão territorial que cada pessoa costuma percorrer regularmente tem diminuído progressivamente (Beatley, 2011).

Uma das maiores preocupações do planejamento urbano atual é lidar com o crescimento da demanda por habitação e infraestrutura, ao mesmo tempo em que se garante aos cidadãos um ambiente saudável e equilibrado (Carbone *et al.,* 2020). No entanto, o rápido crescimento das cidades tem causado impactos ambientais significativos, como a degradação de solos, a poluição do ar e da água, a perda de biodiversidade e a alteração do clima.

Além disso, o crescimento urbano desordenado, que já é uma realidade em muitas cidades, pode prejudicar as possibilidades de desenvolvimento sustentável das cidades, causando problemas como exclusão social, inchaço urbano e incapacidade de gerir os impactos ambientais decorrentes da aglomeração populacional. Isso dificulta a implementação de um planejamento urbano adequado e a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (Cabral; Cândido, 2019).

A Região Metropolitana de São Paulo no Brasil, por exemplo, enfrenta diversos desafios no planejamento urbano, como intensas desigualdades socioambientais, alta impermeabilização em áreas consolidadas, distribuição de áreas verdes desigual e ocupação desordenada (Carbone *et al.,* 2020).

O processo de urbanização tem sido um fator importante para o desenvolvimento econômico e social das cidades. No entanto, muitas cidades tradicionais enfrentam desafios decorrentes de um planejamento urbano inadequado ou insuficiente.

De acordo com a *World Health Organization* (2021), diversos problemas de saúde estão relacionados às cidades convencionais, nas quais muitas apresentam condições de vida e trabalho insalubres, falta de espaços verdes adequados, poluição por ruído, contaminação de água e solo, ilhas de calor urbanas e falta de espaço para caminhada, ciclismo e atividade física. Tais fatores contribuem não só para o aumento de doenças como obesidade, diabetes, como também problemas de saúde mental, tais como depressão e ansiedade. Ademais, a urbanização sem o devido planejamento também pode levar a um ritmo de vida acelerado, estresse e falta de lazer e interação social (WHO, 2021).

5.2 Cidades inteligentes com arquitetura biofílica: um contraste com o tradicional

Nas últimas décadas, tem-se observado um movimento global de cidades aderindo à modelos inteligentes e biofílicos, como resposta aos problemas de saúde e bem-estar das populações urbanas, decorrentes do planejamento urbano inadequado ou insuficiente. Essa adesão vem sendo impulsionada pela participação ativa de diferentes setores da sociedade, incluindo os movimentos ativistas, que são considerados chave neste processo de mudança (Carbone *et al.,* 2020).

A infraestrutura convencional enfrenta desafios significativos diante da urbanização em massa, muitas vezes sendo estática e pouco flexível. Em contrapartida, as cidades inteligentes e com arquitetura biofílica demonstram uma capacidade maior de se adaptar, o que pode resultar em benefícios para a saúde dos habitantes. Essas cidades incorporam tecnologias e conceitos de design que promovem ambientes urbanos mais saudáveis, como espaços verdes, áreas para caminhadas e ciclovias, contribuindo para o bem-estar físico e mental da população.

Aperfeiçoar habilidades cognitivas e o desempenho acadêmico, reduzir o estresse, melhorar o humor, além de ajudar a moderar os efeitos do TDAH, autismo e outras doenças infantis são alguns dos benefícios que a natureza encontrada em cidades bem planejadas pode proporcionar. Um estudo nacional conduzido na Holanda, envolvendo mais de dez mil pessoas, encontrou relações significativas e substanciais entre a presença de elementos verdes nos ambientes de vida e níveis mais altos de saúde física e mental autorrelatada (Beatley, 2011).

Neste contexto, as cidades inteligentes podem empregar tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), para desenvolver ambientes urbanos que monitorem não apenas a qualidade do ar e da água, mas também incorporem elementos naturais em sua infraestrutura. Edifícios podem ser concebidos com fachadas vivas, trazendo benefícios estéticos e melhorando a qualidade do ar, reduzindo a temperatura ambiente e promovendo a biodiversidade urbana. Além das fachadas vivas, outras maneiras de integrar a natureza nas cidades inteligentes incluem a implementação de sistemas de reuso de água pluvial e a criação de espaços públicos ao ar livre, como praças e parques, que incentivem a interação dos cidadãos com o ambiente natural.

Em uma pesquisa envolvendo moradores da Dinamarca, os cientistas utilizaram informações de satélite para medir a exposição das pessoas a áreas verdes desde o nascimento até os 10 anos de idade. Esses dados foram comparados com informações longitudinais sobre a saúde mental individual. A amostra incluiu mais de 900.000 residentes nascidos entre 1985 e 2003. Os resultados indicaram que as crianças que viviam em bairros com maior presença de áreas verdes apresentavam menor risco de desenvolver diversos transtornos psiquiátricos ao longo da vida, como depressão, transtornos do humor, esquizofrenia, distúrbios alimentares e transtorno do uso de substâncias. Para aqueles que tiveram menor exposição a áreas verdes durante a infância, o risco de desenvolver problemas mentais foi 55% maior do que para aqueles que cresceram em ambientes com maior presença de vegetação (Engemann *et al.,* 2019).

Estudos científicos têm revelado o impressionante poder de cura proporcionado pela natureza. Mesmo breves momentos em contato com o verde podem revitalizar um cérebro fatigado. Por exemplo, pesquisadores australianos conduziram um experimento com estudantes. Durante uma tarefa monótona que exigia atenção, os estudantes que contemplaram um telhado verde florido por 40 segundos cometeram significativamente menos erros do que aqueles que fizeram uma pausa de 40 segundos para olhar para um telhado de concreto (Lee *et al.,* 2015).

Ademais, em pesquisas experimentais sobre o impacto da exposição à natureza na função cognitiva, uma das tarefas mais utilizadas é a de repetir sequências de números em ordem inversa, conhecida como span digital inverso. Os resultados têm demonstrado melhorias consistentes na performance dos participantes após a exposição à natureza, especialmente em tarefas que envolvem memória de trabalho e flexibilidade cognitiva. Esses achados sugerem que a interação com a natureza pode ter efeitos positivos na capacidade cognitiva humana (Schertz et al., 2019).

O planejamento urbano voltado para cidades inteligentes e com design biofílico não só beneficia a saúde física e mental dos habitantes, mas também contribui para a eficiência energética, produção de alimentos e a redução das emissões de carbono. Exemplos como a

eco-cidade de Dongtan na China e Masdar City nos Emirados Árabes Unidos destacam-se nesse sentido.

Dongtan tem como objetivo suprir toda a demanda energética da cidade por meio de fontes renováveis, ao mesmo tempo em que cultiva alimentos localmente em áreas próximas, como campos e telhados. A cidade funcionará de forma autossuficiente, aproveitando resíduos agrícolas, como cascas de arroz, para gerar energia. Já Masdar City está sendo projetada para otimizar o uso do clima desértico local. Isso inclui estratégias de design urbano para reduzir a exposição direta ao sol, bem como para proporcionar sombra e permitir a circulação natural do ar. Além disso, a cidade pretende gerar a maior parte ou toda a sua energia no local, com o objetivo de alcançar a neutralidade de carbono (Beatley, 2011).

6 CONCLUSÃO

As cidades inteligentes com design biofílico representam um paradigma de desenvolvimento urbano que integra tecnologias avançadas com princípios de design que valorizam a natureza. Essas cidades buscam melhorar a qualidade de vida dos habitantes, promover o desenvolvimento inclusivo, aumentar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que priorizam o bem-estar humano e a conexão com a natureza.

Um dos elementos essenciais das cidades inteligentes e com arquitetura biofílica é a resiliência urbana, que garante que esses ambientes urbanos possam se adaptar e se recuperar de eventos inesperados e desastres naturais. A resiliência urbana é alcançada através da aplicação de princípios como abordagem sistêmica e preparação para eventos imprevistos, o que aumenta a capacidade das cidades de se recuperarem e se adaptarem às mudanças.

Muitos governos locais enfrentam diversos desafios no planejamento urbano de suas cidades, o que inclui a implementação de cidades inteligentes e com arquitetura biofílica. Questões governamentais, culturais e financeiras muitas vezes dificultam a adoção dessas importantes práticas. Ademais, em muitos casos, a falta de financiamento adequado é um obstáculo significativo, e a colaboração entre governo, sociedade civil e setor privado é fundamental para o sucesso dessas iniciativas.

No Brasil, o interesse por cidades inteligentes está em crescimento, como evidenciado pelo Ranking Connected Smart Cities. Já se tratando de cidades inteligentes e com design biofílicos, projetos como a eco-cidade de Dongtan, na China, e Masdar City, nos Emirados Árabes Unidos, são exemplos de como o planejamento urbano pode ser transformador ao integrar tecnologia avançada, elementos naturais e resiliência urbana.

As cidades inteligentes, combinadas à arquitetura biofílica, constituem um importante modelo de desenvolvimento urbano, impulsionando a sustentabilidade, a saúde e a resiliência. Essa integração entre tecnologias avançadas e elementos naturais resulta em ambientes urbanos mais sustentáveis, que beneficiam não apenas os residentes, mas também o meio ambiente, deixando um legado positivo para as gerações futuras.

7 REFERÊNCIAS

Bruijn, K., Buurman, J., Mens, M., Dahm, R., & Klijn, F. (2017). Resilience in practice: Five principles to enable societies to cope with extreme weather events. **Environmental Science & Policy**, 70, 21-30.

Beatley, T., (2011). Biophilic Cities: integrating nature into urban design and planning. Washington, DC: **Island Press**.

Cabral, L. N. and Cândido, G. A. (2019). Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito', urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20180063.

Carbone, A. et al. (2021). O futuro das cidades: um olhar emergente para os rios urbanos e a infraestrutura verde. **Jornal da USP**, [online]. Disponível em: https://jornal.usp.br/artigos/o-futuro-das-cidades-um-olhar-emergente-para-os-rios-urbanos-e-a-infraestrutura-verde/ [Acesso em 30 abril 2024].

Cury, M.J.F., Marques, J.A.L.F. (2016). A Cidade Inteligente: uma reterritorialização. **Redes**, 22(1), 102-117.

Engemann, K., Pedersen, C. B., Arge, L., Svenning, J. C., & Hartig, T. (2019). Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 116(11), 5188-5193.

Freitas, J., (2019). Sustentabilidade – Direito ao futuro. Belo Horizonte: **Editora Fórum.**

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., and Meijers, E. (2007). Smart cities-ranking of european medium-sized cities. **Technical report**, Vienna University of Technology.

Gonçalves, C., Borges, M., & Marques, J. (2021). Resiliência urbana pró-Sustentabilidade e planeamento sob incerteza. **Cidades, Comunidades e Territórios**, Spring Special Issue (Apr/2021), 63-82.

Hassan, A.M., Hafez, A.I. (2021). Environmental and urban planning perspectives for a sustainable future in Cairo. **Sustainable Cities and Society** 75, 103360.

Klebers, L. S., & Pippi, L. G. A. (2019). Cidades biofílicas inteligentes: um estudo sobre diretrizes deste conceito aplicado a cidades médias. Cidades, Comunidades e Territórios, **Terra Plural**, 13(3), 434-445.

Lee, K. E., Williams, K. J. H., Sargent, L. D., Williams, N. S. G., & Johnson, K. A. (2015). 40-second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration. **Journal of Environmental Psychology**, 42, 182–189

Lopes, D., & Leite, V. (2021). Cidades inteligentes: conceitos e aplicações. **EvEx - Evidências Express**. Brasília: Diretoria de Altos Estudos da Escola Nacional de Administração Pública (Enap).

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning**, 147, 38-49.

Muller, P.A. (2005). Desenvolvimento regional: na perspectiva da cidade inteligente. **Revista Ciência e Conhecimento**, 9(2), 79-92.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel. [Acesso em: 30 de abri de 2024].

Roméro, M. A. (2022). Urban resilience: a methodological approach. **Arq.urb**, (35), 89-98. Universidade de São Paulo, Brasil.

Russo, A. & Cirella, G.T. (2017). Biophilic Cities: Planning for Sustainable and Smart Urban Environments. Observer **Research Foundation and Global Policy Journal**, (17), 153-159. Smart Cities Movement in BRICS. ISBN: 978-81-86818-29-9.

Silva, J.P.M., Baggio, D.K. (2023). Cidades inteligentes: uma revisão sobre conceitos, indicadores e estudos de caso. **Revista de Convergência**, 16, 11-058.

Schertz, K. E., & Berman, M. G. (2019). Understanding Nature and Its Cognitive Benefits. **Sage Journals**, 51(8), 991-1024.

Tarek, A., & Ouf, S. (2021). **Journal of Engineering and Applied Science**, 68(40).

United Cities and Local Governments (UCLG), (2010). 'Urban strategic planning: international guidelines. Disponível em: https://uclg.org/sites/default/files/urbanstrategic.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2024.

Urban Systems. (2023). Ranking Connected Smart Cities. Disponível em: https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities. [Acesso em: 30 de abril de 2024].

WHO (2021). Urban Health. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/urbanhealth#:~:text=Noncommunicable%20diseases%20like%20heart%20disease%2C%20asthma%2C%20cancer%20and,of%20space%20for%20walking%20%2C%20cycling%20and%20active%20living. [Acesso em: 30 de abril de 2024].

O PAPEL DA ÁRVORES NAS CIDADES – SEQUESTRO DE CARBONO E OUTROS SERVIÇOS ECOSSISTÉMICOS

M. Moreira da Silva, P. Matias, J. Teigão e A. Duarte

RESUMO

Atingir a neutralidade carbónica exige redução das emissões atuais de carbono e aumento do seu sequestro. As cidades são responsáveis por 75 % das emissões globais, e são muito vulneráveis às alterações climáticas por concentrarem 55 % da população mundial, edifícios e infraestruturas. A integração de árvores nas cidades apresenta diversos benefícios para a resiliência climática. Estudou-se sequestro e armazenamento de carbono, produção de O_2, remoção de poluentes atmosféricos, transpiração e escoamento superficial evitado, assegurados por nove espécies arbóreas, presentes em duas cidades no Algarve (Portugal). Verificou-se que: *C. equisetifolia, E. globulus, J. mimosifolia, P. nigra* e *Q. suber* sequestraram mais CO_2 e produziram mais O_2; *Q. suber* e *E. globulus* armazenaram mais carbono; *J. mimosifolia*, *P. ×hispanica*, *P. nigra* e *Q. suber* removeram mais poluentes atmosféricos, apresentaram maior transpiração e evitaram maior volume de escoamento superficial. A seleção adequada das árvores permite a complementaridade dos diversos beneficios para as comunidades urbanas.

1 INTRODUÇÃO

Desde novembro de 2022, a população mundial ultrapassou os 8 mil milhões e prevê-se que atingirá os 9,7 mil milhões em 2050. Este crescimento populacional está relacionado com o decréscimo dos níveis de mortalidade, que se reflete na crescente esperança média de vida (Mimi *et al*. 2024). A pressão sobre os recursos naturais do planeta e sobre os ecossistemas que sustentam a vida na Terra é cada vez maior, mantendo a ameaça de excedermos a biocapacidade do planeta (UN-DESA 2023). Os padrões de consumo atuais, fundamentados numa economia global e linear, não resultam apenas numa exploração insustentável dos recursos naturais, mas geram também grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos e contribuem significativamente para as emissões de dióxido de carbono (CO_2) e outros gases poluentes (Brauer *et al*. 2021; Guzmán *et al*. 2022a). O CO_2, juntamente com outros gases com efeito de estufa (GEE), como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) têm a capacidade de absorver e reemitir radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra. A concentração de GEE tem vindo a aumentar ao longo dos anos, e em particular a do CO_2, considerado o principal causador do aquecimento global e das alterações climáticas. Estas têm-se refletido no aumento da temperatura atmosférica média, na alteração dos padrões da precipitação, na subida do nível médio das águas do mar, no aumento da temperatura média dos oceanos, no degelo nas principais cordilheiras terrestres, no degelo oceânico do Ártico, e na redução do gelo permanente do subsolo. As emissões de GEE continuam a aumentar devido às atividades antrópicas, incluindo uso de combustíveis fósseis (extração e queima de carvão, petróleo e gás), alteração do uso dos solos (desflorestação, urbanização, agricultura e indústria) (Ahlgren *et al*. 2023). A queima de combustíveis fósseis, para o

transporte de pessoas e mercadorias e para a produção de energia não renovável, é responsável por emissões que se mantêm na atmosfera durante centenas de anos (Ahlgren *et al. 2023)* considerada a principal causa das alterações climáticas de origem antrópica e da poluição atmosférica nas zonas urbanas. Os poluentes libertados para a atmosfera, como as partículas finas (PM_{10} e $PM_{2,5}$), o dióxido de azoto (NO_2), o dióxido de enxofre (SO_2) e outros, estão entre as principais causas de doenças respiratórias e cardiovasculares, e de mortalidade precoce. Alguns estudos em zonas urbanas têm relacionado diretamente a poluição atmosférica com as alterações climáticas (Guzmán *et al*. 2022b).

Os impactos das alterações climáticas, como as ilhas de calor, a escassez de água e a subida do nível médio das águas do mar, juntamente com a poluição atmosférica, não são compatíveis com a harmonia e o bem-estar que uma cidade sustentável deve proporcionar à economia, à natureza e às pessoas das gerações atuais e futuras (Graça *et al*. 2018; de Jong *et al*. 2015). Atualmente, em média, apenas cerca de um quarto das emissões de CO_2 de origem antrópica são sequestradas e armazenadas, principalmente nos solos florestais e na biomassa vegetal aérea (Luhtaniemi 2023). Nesse contexto, a neutralidade carbónica, isto é, o equilíbrio entre as emissões de CO_2 e a sua remoção da atmosfera, é fundamental para se melhorar a resiliência urbana. Em junho de 2021, foi aprovada no Parlamento Europeu a Lei do Clima, que tem o objetivo reduzir em 55 % as emissões de carbono até 2030 e atingir a neutralidade carbónica em 2050 (EP 2023). A neutralidade carbónica passa por implementar ações tecnológicas e sociais que permitam reduzir as emissões de CO_2, sem perder qualidade de vida e numa lógica de inclusão e justiça social. Apesar destas medidas serem fundamentais, só por si não permitirão atingir a neutralidade carbónica, uma vez que há emissões que não se conseguem evitar e que, portanto, têm de ser compensadas pelo sequestro desse CO_2 (Sun *et al*. 2023). Para isso é essencial explorar Soluções Baseadas na Natureza (SBN), com foco especial na capacidade das plantas para sequestrar CO_2 atmosférico através da fotossíntese ($6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$). Para além de sequestrar carbono, as SBN assegura outros serviços ecossistémicos fundamentais para a resiliência climática e para a qualidade de vida das pessoas, sobretudo em ambiente urbano. Nestes serviços ecossistémicos estão incluídos a produção de O_2, a retenção de poluentes do ar, a redução do escoamento superficial durante fenómenos de precipitação, o sombreamento, a retenção da humidade atmosférica, a manutenção da biodiversidade, a polinização, entre outros (Graça *et al*. 2018; Oral *et al*. 2020; Tao *et al*. 2023).

Desde 2007, mais de metade da população mundial vive em cidades, e até 2050, prevê-se que 68 % das pessoas viverão em zonas urbanas. No entanto, os contextos urbanos são um fenómeno relativamente novo na história da humanidade, e esta transição transformou a forma como vivemos, trabalhamos, viajamos e construímos redes (Ritchie and Roser 2018). As cidades, apesar de constituírem apenas 2 % do planeta, são locais particularmente vulneráveis, por concentrarem as pessoas, edifícios e infraestruturas. Representam 80 % do consumo total de energia e 75% das emissões totais de carbono. Se repensados numa lógica de ecologia funcional, os espaços verdes urbanos podem ser cruciais para a resiliência climática, nomeadamente, podem promover o sequestro de CO_2 e a remoção de poluentes atmosféricos em locais estratégicos das cidades, e atenuar a formação das ilhas de calor (Strohbach *et al*. 2012; Xu *et al*. 2023). As cidades Mediterrânicas têm sido particularmente afetadas pelas alterações climáticas, tendo já atingido um aumento da temperatura média atmosférica de 1,5 °C. Devido a este aumento da temperatura, a região do Mediterrânio encontra-se num cenário de escassez de água cada vez mais acentuada. Em simultâneo os episódios de precipitação extrema, durante curtos espaços de tempo têm sido cada vez mais frequentes, com graves prejuízos humanos e materiais. Neste contexto, é necessário

desenvolver medidas que permitam gerir a água de forma sustentável nas zonas urbanas, em períodos alternados de escassez e de abundância extrema.

A utilização de SBN nas cidades, e em particular nas Mediterrânicas, pode melhorar as suas condições térmicas e hidrológicas, e a qualidade do ar atmosférico que as pessoas respiram. As SBN permitem o sequestro e armazenamento de carbono em zonas com emissões mais elevadas e, através da fotossíntese, a produção de biomassa vegetal para sombreamento, produção de oxigénio e remoção de poluentes atmosféricos. Apesar de se utilizar água para rega de espaços verdes num contexto de escassez hídrica, essa água não carece de ser potável e é devolvida à atmosfera através da transpiração das plantas. Esta promove o aumento da humidade do ar e contribui para a redução da temperatura, através do consumo de energia na forma de calor latente na evaporação que ocorre nas folhas, o que reduz os picos térmicos. As copas das árvores servem ainda para intercetar a água da chuva, atenuando o escoamento superficial e evitando ou reduzindo os impactos dos eventos de precipitação extrema. Globalmente, as SBN podem ser da maior relevância na promoção de um ambiente urbano mais compatível com a saúde física e psíquica das gerações atuais e futuras.
O objetivo deste estudo foi quantificar os serviços ecossitémicos assegurados por nove espécies de árvores presentes em duas cidades do Algarve, no Sul de Portugal, Faro e Loulé.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Casos de Estudo

Foram considerados cinco espaços verdes urbanos, o Jardim das Comunidades de Almancil, em Loulé, e o Parque Ribeirinho, a Mata do Liceu, o Jardim da Alameda e o Campus da Penha, em Faro. Os municípios de Loulé e Faro, localizam-se no Algarve, e apresentam clima tipicamente mediterrânico (classificação Csa na escala de Köppen–Geiger), caracterizado por apresentar verões quentes e secos, alternados com invernos suaves e húmidos. As características sócioeconómicas e ambientais destes dois municípios, consideradas mais relevantes para o presente estudo, resumem-se na tabela 1.

Tabela 1 Caracterização dos Casos de Estudo (PORDATA 2021)**.**

	Loulé	**Faro**
Área total	763,67 Km²	202,57 Km²
População residente	72 400	68 026
Densidade populacional	94,8 hab./km²	335,8 hab./km²
Principais atividades económicas	Setor primário: Agricultura; pesca. Setor secundário: Limitado (algum artesanato). Setor terciário: Turismo; retalho; transporte (comboio e outros).	Setor primário: Agricultura; pesca. Setor secundário: Limitado (algum artesanato). Setor terciário: Turismo; retalho; transporte (comboio, aeroporto e outros); universidade.
Emissões de CO_2e/hab	1,5 t/ano (estimado pelo município)	4,0 t/ano * (*média nacional)
Área verde *per capita*	9 675 m²	2 744 m²
Principais condicionalismos ambientais	Escassez de água; Eventos curtos de precipitação extrema com inundações; Ondas de calor cada vez mais prolongadas; Incêndios florestais; Subida do nível médio da água do mar; Erosão costeira.	

2.2. Amostragem das Espécies Arbóreas

Foi feita uma seleção de espécies arbóreas com base na frequência da sua utilização nos espaços verdes considerados nos dois municípios. Em Loulé estudaram-se a alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), a oliveira (*Olea europaea*) e o pinheiro-manso (*Pinus pinea*), e em Faro o pinheiro-australiano (*Casuarina equisetifolia*), o eucalipto (*Eucalyptus globulus*), o jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), o plátano (*Platanus × hispanica*), o choupo-negro (*Populus nigra*) e o sobreiro (*Quercus suber*). De notar que o pinheiro-australiano, o jacarandá e o eucalipto são espécies exóticas que se encontram amplamente implementadas em diversas cidades portuguesas há várias décadas.

Durante o mês de junho de 2023 selecionamos, para cada espécie, cinco árvores consideradas representativas em termos de tamanho, e procedemos à medição *in situ* da altura total, altura da base da copa, largura da copa, diâmetro do tronco à altura do peito (DAP), % de copa em falta e % de copa em mau estado sanitário.

2.3. Quantificação dos Serviços Ecossistémicos

Para quantificar os serviços ecossistémicos prestados pelas espécies medidas, utilizámos o software i-Tree Eco v6, desenvolvido pela USDA *Forest Service Northern Research Station*, (https://www.itreetools.org/). Utilizaram-se dados metereológicos da estação mais próxima do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e dados da qualidade do ar atmosférico da estação mais próxima da Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Utilizando-se este modelo, procedeu-se à quantificação de sequestro de carbono, armazenamento de carbono, produção de oxigénio, remoção de poluentes, incluindo monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), partículas com um diâmetro igual ou inferior a 10 μm (PM10) e partículas com um diâmetro igual ou inferior a 2,5 μm (PM2,5). Foi ainda estimada a transpiração, a água intercetada e o escoamento superficial evitado pelas árvores consideradas. Os resultados obtidos foram analisados utilizando-se o IBM® SPSS® Statistics 26. Efetuaram-se comparações de médias através da análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Duncan.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 Caracterização das Árvores Estudadas

Os resultados das medições *in situ* das árvores e as respetivas áreas foliares apresentam-se na Tabela 2, sendo evidente a grande variabilidade de tamanho nas árvores estudadas dentro de cada espécie e entre as diversas espécies estudadas, nos espaços verdes dos dois municípios. Numa análise global dos resultados obtidos nos dois casos de estudo, a espécie com árvores mais baixas e com menor largura de copa foi o sobreiro (respetivamente 5,29 ± 1,28 m e 5,00 ± 1,75 m) e a espécie com árvores mais altas e maior largura de copa foi o eucalipto (15,7 ± 1,8 m e 10,1 ± 2,0 m), que apesar de ser uma espécie exótica, grande consumidora de água, uma vez introduzida na cidade, desempenha um papel relevante no seu sombreamento (área foliar média de 213 ± 54 m^2). O plátano, que é uma caducifólia autóctone, foi a segunda espécie mais alta e com maior área foliar (386 ± 117 m^2), portanto também com um grande potencial de sombreamento na cidade no período mais crítico em termos de ondas de calor, nos meses de Primavera e Verão.

Tabela 2 Características das árvores urbanas consideradas nos dois casos de estudo (média ± erro padrão).

Cidade	Espécie	DAP* (cm)	Altura total (m)	Altura da copa (m)	Largura da copa (m)	Área foliar (m^2)
Faro	*C. equisetifolia*	36,0 ± 8,9	11,2 ± 2,1	9,03 ± 1,99	6,54 ± 1,20	105 ± 37
	E. globulus	57,8 ± 8,4	15,7 ± 1,8	9,05 ± 1,43	10,1 ± 2,0	213 ± 54
	J. mimosifolia	31,4 ± 4,1	7,97 ± 1,04	4,73 ± 0,65	6,86 ± 1,26	138 ± 54
	P. ×hispanica	47,0 ± 11,8	13,8 ± 2,6	9,22 ± 1,84	9,54 ± 2,30	386 ± 117
	P. nigra	47,3 ± 13,7	10,4 ± 1,7	8,20 ± 1,56	6,43 ± 1,33	222 ± 84
	Q. suber	29,0 ± 12,8	5,29 ± 1,28	3,80 ± 1,14	5,00 ± 1,75	93,4 ± 59,1
Loulé	*C. siliqua*	90,0 ± 12,3	8,50 ± 0,83	6,86 ± 0,78	11,2 ± 1,6	424 ± 62
	O. europaea	65,2 ± 14,6	6,86 ± 0,84	5,04 ± 0,76	8,14 ± 1,20	293 ± 87
	P. pinea	46,2 ± 6,2	9,36 ± 0,19	6,25 ± 0,37	9,17 ± 0,91	358 ± 55

3.2. Quantificação dos Serviços Ecossistémicos Assegurados pelas Árvores Urbanas

Sequestro e Armazenamento de Carbono e Produção de Oxigénio

Estudos anteriores (Graça *et al*. 2018; Snehlata *et al*. 2021; Wang *et al*. 2021) têm demonstrado que espécies arbóreas distintas asseguram diversos serviços ecossistémicos com diferentes eficiências e que dentro da mesma espécie, o tamanho e o estado sanitário de cada árvore são fatores relevantes para o sequestro e armazenamento de carbono. Os resultados obtidos confirmam que as espécies estudadas apresentam diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) na eficiência de sequestro de carbono por área foliar e na produção de oxigénio por área foliar (Tabela 3). Estas diferenças estatisticamente significativas são iguais para o sequestro de carbono e para a produção de oxigénio, porque ambos ocorrem durante o processo fotossintético.

Tabela 3 Sequestro armazenamento de carbono e produção de oxigénio pelas espécies consideradas nos dois casos de estudo.

	Espécie	Sequestro de CO_2 ($kg.ano^{-1}$)		Sequestro de CO_2 ($kg.ano^{-1}.m^{-2}$)	Armazenamento de carbono (kg)		Produção de O_2 ($kg.ano^{-1}.m^{-2}$)
		mín	máx	méd ± erro padrão	mín	máx	méd ± erro padrão
Faro	*C. equisetifolia*	92,0	654	3,98 ± 1,04 ^{b}	58,9	1901	2,90 ± 0,76 ^{b}
	E. globulus	83,5	765	2,75 ± 0,82 ^{b}	372	3285	2,00 ± 0,60 ^{b}
	J. mimosifolia	70,7	150	2,00 ± 0,82 ^{ab}	61,1	460	1,45 ± 0,60 ^{ab}
	P. ×hispanica	6,2	196	0,37 ± 0,09 ^{a}	3,7	1412	0,27 ± 0,06 ^{a}
	P. nigra	10,3	505	1,92 ± 0,82 ^{ab}	4,5	1927	1,40 ± 0,60 ^{ab}
	Q. suber	19,1	87,6	3,12 ± 1,15 ^{b}	11,3	2267	2,26 ± 0,84 ^{b}
Loulé	*C. siliqua*	2,6	5,9	0,01 ± 0,00 a	754,4	4588	0,01 ± 0,01 a
	O. europaea	4,4	72,5	0,33 ± 0,29 a	177,3	4066	0,24 ± 0,21 a
	P. pinea	38,8	97,1	0,18 ± 0,03 a	154,1	756	0,13 ± 0,02 a

Para cada caso de estudo, os valores com letras comuns não diferem significativamente entre si no teste de Duncan ($p<0,05$).

As espécies de árvores autóctones (*P. ×hispanica, P. nigra, Q. suber, C. siliqua, O. europea*, e *P. pinea*), sendo mais tolerantes à seca, são particularmente interessantes no atual cenário de alterações climáticas por estarem naturalmente adaptadas a temperaturas mais elevadas e ao stress hídrico (Correia *et al*. 2017). No entanto, à semelhança do que acontece noutras cidades, nas zonas urbanas do Algarve, a par das espécies autóctones, existem algumas exóticas que parecem contribuir para a resiliência climática. Em Faro, as diferentes espécies

arbóreas apresentaram três grupos de eficácia no sequestro de carbono e na produção de oxigénio por área foliar, por ordem decrescente: [*C. equisetifolia* ≅ *Q. suber* ≅ *E. globulus*] > [*J. mimosifolia* ≅ *P. nigra*] > *P. ×hispanica.* O valor máximo por árvore de sequestro de CO_2 observou-se para *E. globulus* (765 kg CO_2.ano^{-1}), correspondendo a uma árvore com 3285 kg de carbono armazenado.

Em Loulé o sequestro de CO_2 por por área foliar foi, por ordem decrescente das espécies arbóreas: *P. pinea* > *O. europaea* > *C. siliqua*. O valor máximo para sequestro de CO_2 observado para *P. pinea* correspondeu a 97,1 kg de CO_2 por ano, numa árvore com 755,5 kg de carbono armazenado. Os estudos sobre estas espécies em espaços urbanos são escassos, mas existem alguns trabalhos anteriores sobre o seu potencial de sequestro de carbono em florestas Mediterrânicas. O sequestro de carbono em olivais no Sul da Espanha foi quantificado entre 7,52 e 15,05 t CO_2/ha ano^{-1} (Lopez-Bellido *et al*. 2016). Na região do Algarve, o sequestro de carbono por *C. siliqua* foi estimado em 0,668 t CO_2/ha (Sæbø *et al*. 2012). Outros autores (Correia *et al*. 2017) demonstraram que em sistemas de agricultura de sequeiro, o sequestro de carbono por *C. siliqua* e *O. europea* pode fundamentar um novo incentivo económico ecológico que pode melhorar o rendimento dos agricultores, pelos serviços ecossistémicos prestados.

Como seria de esperar, na generalidade, a massa de carbono armazenado sob a forma de biomassa aumenta com a altura das árvores estudadas nos dois municípios, com a única exceção do *P. pinea* (Figura 1). Neste caso, a relação negativa observada para *P. pinea* deve-se ao curto intervalo de altura das árvores estudadas (8,8 m a 9,9 m), onde, provavelmente, a árvore mais alta foi mais severamente podada que a mais baixa, levando a que o carbono armazenado seja inferior. Isto não significa que árvores com uma altura fora deste intervalo mantenham a mesma relação. Entre as espécies estudadas em Faro, *Q. suber* destaca-se como sendo a que mais carbono armazena em função da sua altura.

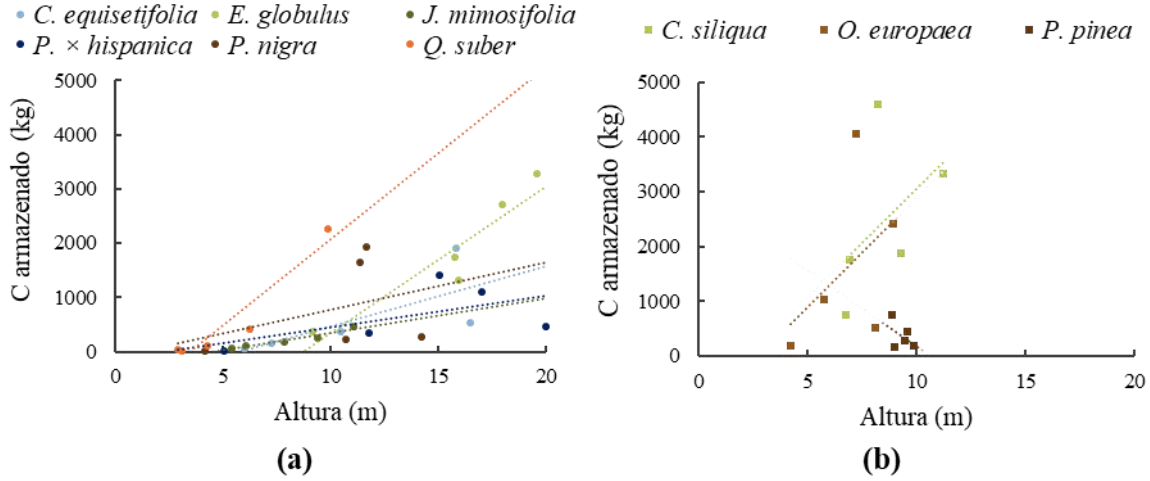


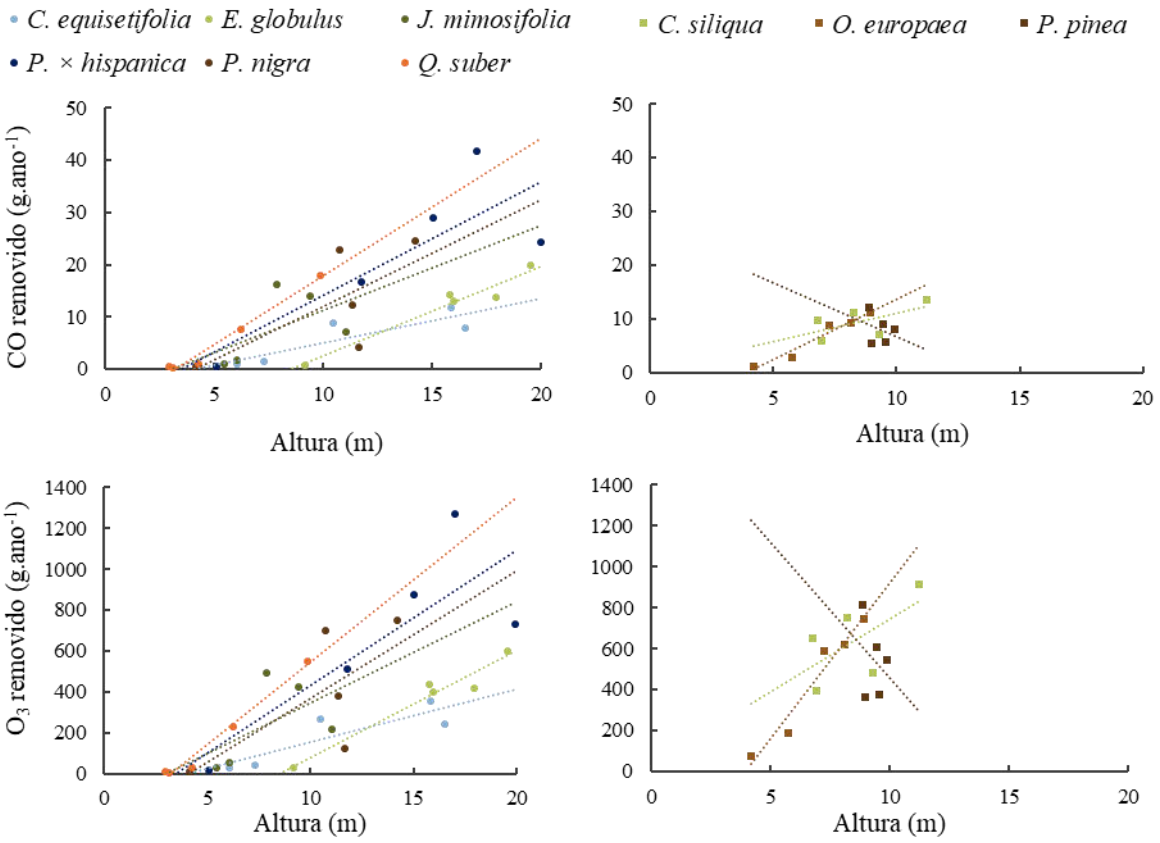
Figura 1. Armazenamento de carbono na biomassa das espécies arbóreas em função da sua altura, nos dois casos de estudo, Faro (a) e Loulé (b).

Remoção de Poluentes Atmosféricos

A eficiência das diferentes espécies arbóreas para a remoção de poluentes atmosféricos, depende em grande parte das características das suas folhas, nomeadamente do seu tamanho, morfologia, espessura, pubescência e rugosidade superficial. Por outro lado, as condições climáticas como a precipitação, o vento, o nível de contaminação atmosférica e a diversidade de poluentes, também afetam a eficiência das espécies na sua remoção (Vigevani *et al*. 2022;

Weyens *et al*. 2015; Yousofpour *et al*. 2024). De acordo com estudos anteriores noutras cidades europeias (Vigevani *et al*. 2022), espécies arbóreas com folhas mais largas como *P. ×hispanica* apresentam características mais favoráveis para a deposição e acumulação de PM_{10} e $PM_{2,5}$, do que espécies com folhas aciculadas, embora exista uma dinâmica complexa associada à sua ressuspensão na atmosfera, de acordo com a precipitação.

O modelo utilizado neste estudo apresenta a limitação de não incluir no cálculo da remoção de poluentes atmosféricos o efeito das características intrínsecas a cada espécie (já anteriormente mencionadas), mas apenas a área foliar de cada árvore. Para além disso, os dados de poluição foram obtidos a partir de uma estação da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) na proximidade dos locais de estudo, assumindo que a concentração de poluentes se manteria constante ao longo do dia. Trata-se de outra limitação, uma vez que a eficiência da vegetação para remover poluentes atmosféricos também depende da sua concentração na atmosfera (Graça *et al*. 2018). De qualquer forma, por apresentarem portes, densidades de folhagem e áreas foliares diferentes, algumas das espécies arbóreas estudadas destacam-se na eficiência da remoção dos poluentes atmosféricos em função da sua altura (Figura 2 Remoção **de poluentes atmosféricos pelas espécies arbóreas estudadas nos dois casos de estudo, Faro (a) e Loulé (b).**



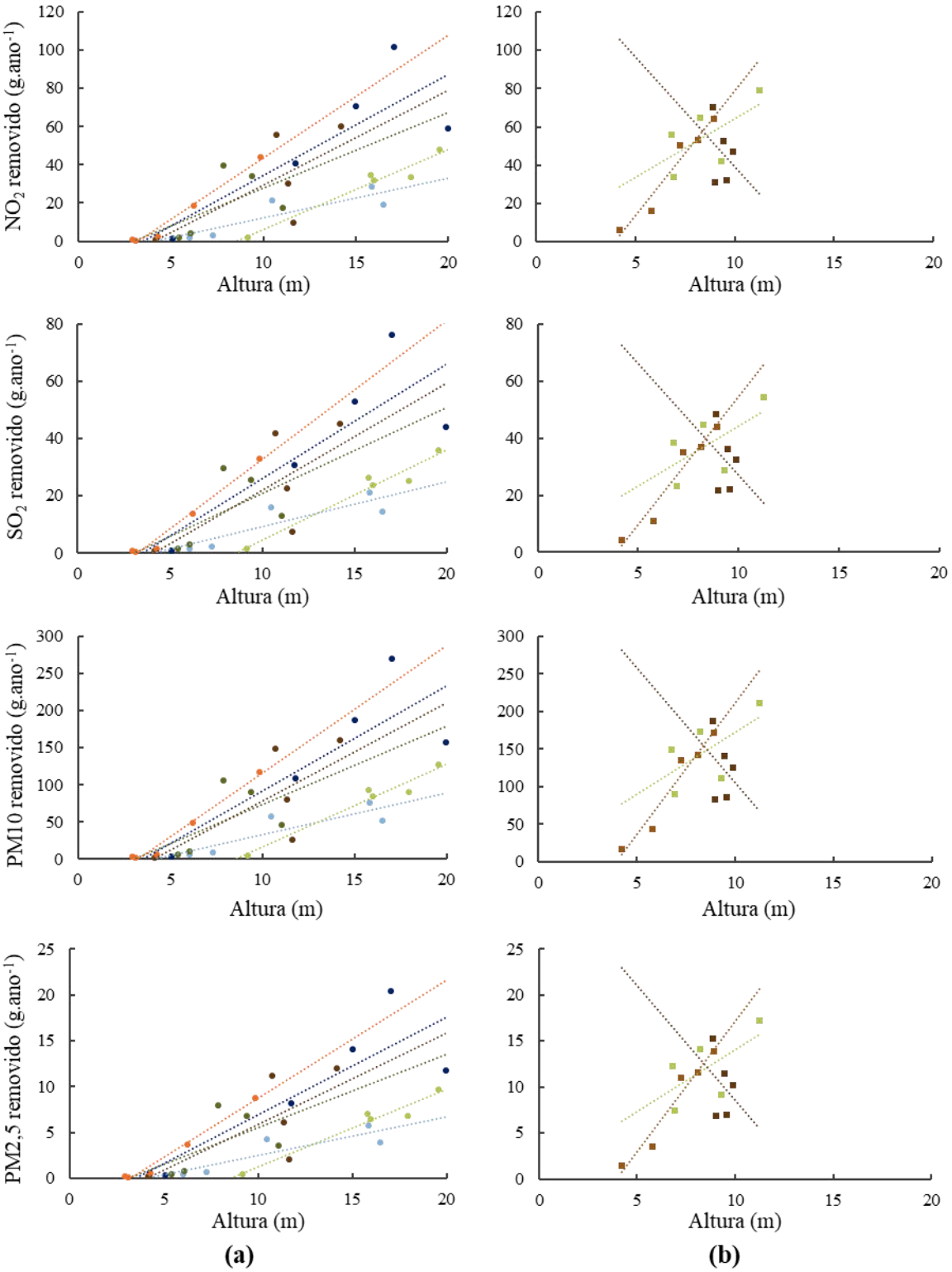


Figura 2 Remoção de poluentes atmosféricos pelas espécies arbóreas estudadas nos dois casos de estudo, Faro (a) e Loulé (b).

Efeitos Hidrológicos

A vegetação urbana interfere de forma significativa no ciclo urbano da água. Absorvendo a água, principalmente através das raízes, e utilizando-a para diversos processos metabólicos essenciais, como a fotossíntese, a respiração celular, o transporte de nutrientes e outros. Parte

da água absorvida é libertada para a atmosfera sobre a forma de vapor de água, através da transpiração. Por outro lado, em momentos de precipitação, as folhas e os ramos na copa das árvores intercetam a água, atrasando a sua acumulação ao nível do solo/pavimento, o que reduz o escoamento superficial. A transpiração, ou libertação de vapor de água para a atmosfera principalmente através dos estomas, depende em grande medida da área foliar e, portanto, da dimensão da copa e da altura da árvore(Figura 3). Igualmente, a água intercetada pelas folhas, e por consequência a redução do escoamento superficial, também dependem da área foliar e, portanto, da altura da árvore.

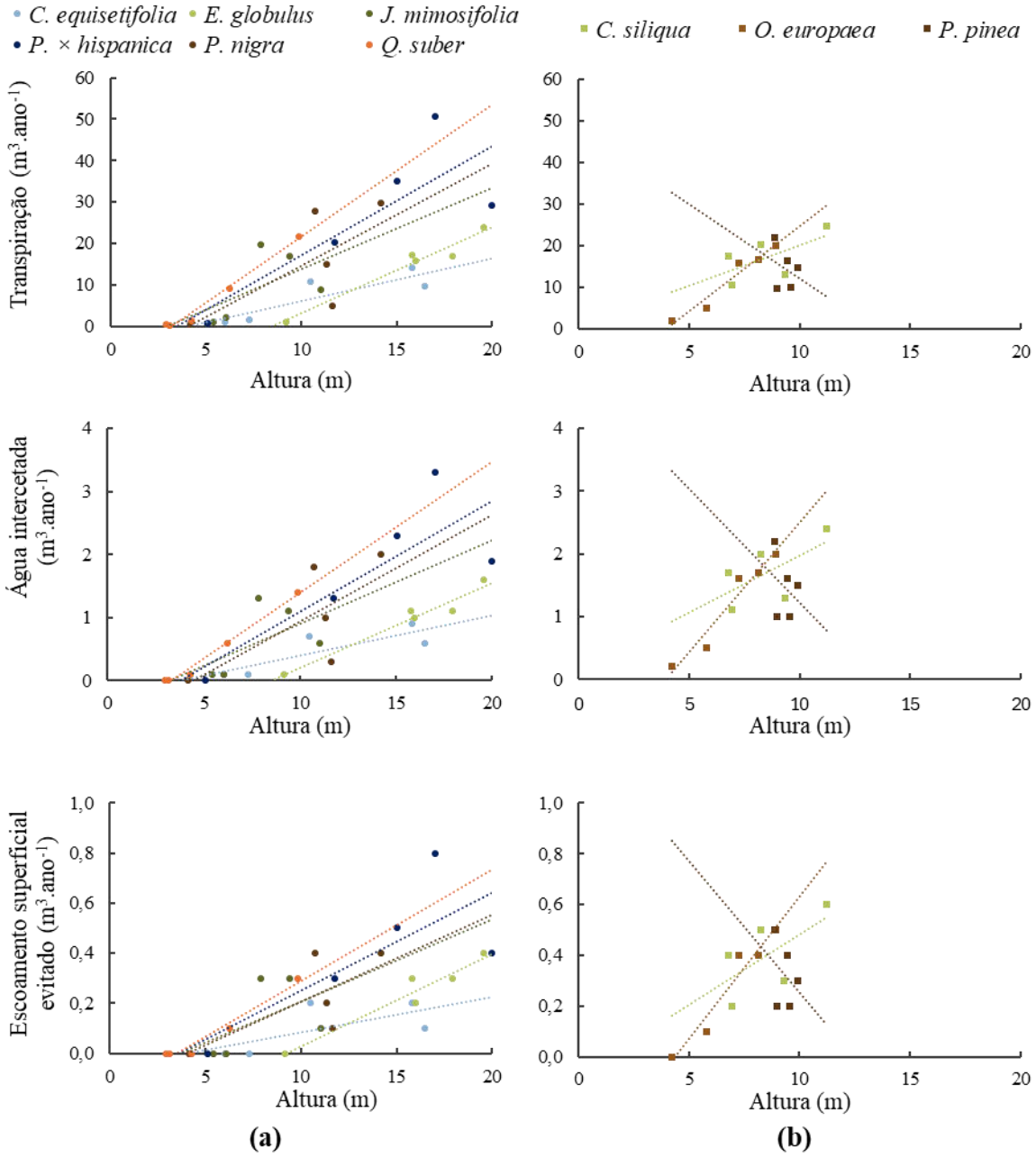


Figura 3 Efeitos hidrológicos das espécies arbóreas estudadas nos dois casos de estudo, Faro (a) e Loulé (b).

Estes resultados confirmam que as árvores, de acordo com as espécies selecionadas, têm um papel relevante no ciclo urbano da água. Verificou-se uma relação positiva entre a altura da

árvore e os efeitos hidrológicos em todas as espécies estudadas, com exceção do pinheiro-manso. Árvores mais altas apresentam uma área foliar maior e, por isso, transpiram mais e intercetam mais água, sendo mais eficazes a reduzir o escoamento superficial. No caso do pinheiro-manso a poda das árvores mais altas terá levado à remoção de parte da copa, o que terá levado à relação negativa observada.

A transpiração por acréscimo de altura não é a mesma para as diferentes espécies medidas, sendo da maior para a menor: oliveira > sobreiro > plátano > choupo > eucalipto > jacarandá > alfarrobeira > pinheiro-australiano. Em Faro, o eucalipto e o pinheiro-australiano parecem apresentar valores de transpiração mais baixos que as restantes espécies, para a mesma altura. No caso do eucalipto isto pode dever-se à densidade da folhagem, sendo que esta espécie apresenta uma folhagem mais esparsa que o plátano, por exemplo. No caso do pinheiro-australiano isto parece estar relacionado com a morfologia da folha. As folhas do pinheiro-australiano, ao serem estreitas, apresentam uma área foliar menor do que as de um plátano com a mesma altura.

A água intercetada está intimamente relaciona com a área foliar das árvores e, por isso, as diferenças entre as espécies apresentam um padrão semelhante. Semelhante também para o escoamento superficial, já que este depende diretamente da quantidade de água intercetada. Em ambos os casos de estudo, os fenómenos de precipitação extrema são um dos principais constragimentos ambientais, pelo que a capacidade das árvores para intercetarem a água da chuva e diminuir o escoamento superficial pode ser determinante na redução do número de inundações urbanas e/ou na diminuição dos respetivos prejuízos. Por outro lado, no Algarve, com um a precipitação média anual inferior a 600 mm (IPMA 2022), através da transpiração, as árvores dão um contributo relevante para a manuetenção da humidade atmosférica e, portanto, para diminuir a frequência das ondas de calor, outro constrangimento ambiental muito relevante na região.

4 CONCLUSÕES

Este estudo realizado em cinco espaços verdes urbanos, nos municípios de Faro e Loulé, no Algarve, demonstrou a importância da inclusão de árvores no planeamento urbano, no atual cenário de alterações antrópicas e climáticas. Foram quantificadas as capacidades de nove espécies arbóreas já implementadas, incluindo autóctones e exóticas, verificando-se que apresentam diferentes eficiências para os diversos serviços ecossistémicos, e que dentro da mesma espécie as árvores mais altas, são na generalidade mais eficientes. Assim é fundamental assegurar-se a biodiversidade dentro dos espaços urbanos, selecionando-se as espécies de acordo com as características específicas de cada local e com os serviços ecossistémicos mais necessários, sem se deixar de priviligiar as árvores de grande porte.

5 REFERÊNCIAS

Ahlgren, K., W. Kutsch, and S. Parampil. 2023. “Nature-based carbon sinks have a dual role in climate action.” **Fluxes**, 2: 6–11.

Brauer, M., B. Casadei, R. A. Harrington, R. Kovacs, K. Sliwa, M. Brauer, N. Davaakhuu, M. Hadley, D. Kass, M. Miller, M. Consuelo Escamilla Nuñez, D. Prabhakaran, T.-C. Su, I. C. H. Vaartjes, and R. Vedanthan. 2021. “Taking a Stand Against Air Pollution—The Impact on Cardiovascular Disease.” **J Am Coll Cardiol,** 77 (13): 1684–1688. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.12.003.

Correia, P. J., J. F. Guerreiro, M. Pestana, and M. A. Martins-Loução. 2017. “Management of carob tree orchards in Mediterranean ecosystems: strategies for a carbon economy implementation.” **Agroforestry Systems**, 91 (2): 295–306. https://doi.org/10.1007/s10457-016-9929-8.

EP, E. P. 2023. “What is carbon neutrality and how can it be achieved by 2050?” **European Parliament**. Accessed September 21, 2023. https://www.europarl.europa.eu.

Graça, M., P. Alves, J. Gonçalves, D. J. Nowak, R. Hoehn, P. Farinha-Marques, and M. Cunha. 2018. “Assessing how green space types affect ecosystem services delivery in Porto, Portugal.” **Landsc Urban Plan**, 170: 195–208. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.10.007.

Guzmán, P., P. Tarín-Carrasco, M. Morales-Suárez-Varela, and P. Jiménez-Guerrero. 2022a. “Effects of air pollution on dementia over Europe for present and future climate change scenarios.” **Environ Res**, 204: 112012. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112012.

Guzmán, P., P. Tarín-Carrasco, M. Morales-Suárez-Varela, and P. Jiménez-Guerrero. 2022b. “Effects of air pollution on dementia over Europe for present and future climate change scenarios.” **Environ Res**, 204: 112012. https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112012.

IPMA, I. P. do M. e da A. 2022. “Monotorização climática.” Accessed May 20, 2024. https://www.ipma.pt/en/oclima/monitorizacao/index.jsp?selTipo=m&selVar=tx&selAna=an&selAno=2020.

de Jong, M., S. Joss, D. Schraven, C. Zhan, and M. Weijnen. 2015. “Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization.” **J Clean Prod**, 109: 25–38. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.004.

Lopez-Bellido, P. J., L. Lopez-Bellido, P. Fernandez-Garcia, V. Muñoz-Romero, and F. J. Lopez-Bellido. 2016. “Assessment of carbon sequestration and the carbon footprint in olive groves in Southern Spain.” **Carbon Manag**, 7 (3–4): 161–170. https://doi.org/10.1080/17583004.2016.1213126.

Luhtaniemi, M. 2023. “Forest carbon sinks under pressure.” **Fluxes**, 2: 18–29.

Mimi, M. B., Md. G. Kibria, and Md. M. I. Selim. 2024. “How do economic, health, environmental and demographic factors affect life expectancy? – a novel attempt for developed and developing economies.” **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 1–16. https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2335269.

Oral, H. V., P. Carvalho, M. Gajewska, N. Ursino, F. Masi, E. D. van Hullebusch, J. K. Kazak, A. Exposito, G. Cipolletta, T. R. Andersen, D. C. Finger, L. Simperler, M. Regelsberger, V. Rous, M. Radinja, G. Buttiglieri, P. Krzeminski, A. Rizzo, K. Dehghanian, M. Nikolova, and M. Zimmermann. 2020. “A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: a critical assessment based on case studies and literature.” **Blue-Green Systems**, 2 (1): 112–136. https://doi.org/10.2166/bgs.2020.932.

PORDATA, E. sobre P. e E. 2021. “Conheça o seu Município.” Accessed May 20, 2024. https://www.pordata.pt/Municipios.

Ritchie, H., and M. Roser. 2018. “Urbanization.” **OurWorld in Data.org**. Accessed May 6, 2024. https://ourworldindata.org/urbanization.

Sæbø, A., R. Popek, B. Nawrot, H. M. Hanslin, H. Gawronska, and S. W. Gawronski. 2012. “Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces.” **Science of The Total Environment**, 427–428: 347–354. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.084.

Snehlata, A. Rajlaxmi, and M. Kumar. 2021. “Urban tree carbon density and CO2 equivalent of National Zoological Park, Delhi.” **Environ Monit Assess**, 193 (12): 841. https://doi.org/10.1007/s10661-021-09619-5.

Strohbach, M. W., E. Arnold, and D. Haase. 2012. “The carbon footprint of urban green space-A life cycle approach.” **Landsc Urban Plan**, 104 (2): 220–229. Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.013.

Sun, M., T. Liu, X. Wang, T. Liu, M. Li, G. Chen, and D. Jiang. 2023. “Roles of thermal energy storage technology for carbon neutrality.” **Carbon Neutrality**, 2 (1): 12. https://doi.org/10.1007/s43979-023-00052-w.

Tao, P., Y. Lin, X. Wang, J. Li, C. Ma, Z. Wang, X. Dong, P. Yao, and M. Shao. 2023. “Optimization of Green Spaces in Plain Urban Areas to Enhance Carbon Sequestration.” **Land** *(Basel)*, 12 (6): 1218. MDPI AG. https://doi.org/10.3390/land12061218.

UN-DESA, U. N. D. of E. and S. A. 2023. “World Population Prospects 2022.” **Population Division. Summary of Results.** Accessed September 15, 2023. https://www.un.org/en/desa.

Vigevani, I., D. Corsini, J. Mori, A. Pasquinelli, M. Gibin, S. Comin, P. Szwałko, E. Cagnolati, F. Ferrini, and A. Fini. 2022. “Particulate Pollution Capture by Seventeen Woody Species Growing in Parks or along Roads in Two European Cities.” **Sustainability**, 14 (3): 1113. https://doi.org/10.3390/su14031113.

Wang, Y., Q. Chang, and X. Li. 2021. “Promoting sustainable carbon sequestration of plants in urban greenspace by planting design: A case study in parks of Beijing.” **Urban For Urban Green**, 64. Elsevier GmbH. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127291.

Weyens, N., S. Thijs, R. Popek, N. Witters, A. Przybysz, J. Espenshade, H. Gawronska, J. Vangronsveld, and S. Gawronski. 2015. “The Role of Plant–Microbe Interactions and Their Exploitation for Phytoremediation of Air Pollutants.” **Int J Mol Sci**, 16 (10): 25576–25604. https://doi.org/10.3390/ijms161025576.

Xu, F., X. Wang, and L. Li. 2023. “NPP and Vegetation Carbon Sink Capacity Estimation of Urban Green Space Using the Optimized CASA Model: A Case Study of Five Chinese Cities.” **Atmosphere** *(Basel)*, 14 (7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/atmos14071161.

Yousofpour, Y., L. Abolhassani, S. Hirabayashi, D. Burgess, M. Sabouhi Sabouni, and M. Daneshvarkakhki. 2024. “Ecosystem services and economic values provided by urban park trees in the air polluted city of Mashhad.” **Sustain Cities Soc**, 101: 105110. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105110.

DO ENVELHECIMENTO À INOVAÇÃO URBANA: ESTRATÉGIA PARA PROMOVER A SATISFAÇÃO HABITACIONAL DA PESSOA IDOSA

L. F. Olaia; M. F. C. Rodrigues; M. A. P. Brito; M. E. V. de Carvalho; L. B. De Campos; L. C. A. Monteiro.

RESUMO

O fenômeno do envelhecimento populacional demanda uma abordagem holística das políticas habitacionais, considerando aspectos demográficos, geográficos e de sustentabilidade. Compreender e medir a satisfação habitacional das pessoas idosas é necessário para promover um envelhecimento com qualidade de vida. Este artigo visa apresentar a construção de um instrumento para avaliação da satisfação habitacional da pessoa idosa. Foi proposto um modelo baseado na literatura e que considerasse aspectos do entorno, edificação e singularidades. Tratou-se de uma pesquisa metodológica, transversal e quanti-qualitativa, em que se adotou o método *e-Delphi* para validação de conteúdo. Os resultados preliminares mostraram que 85% dos itens foram considerados relevantes, com algumas sugestões de revisão. Após três rodadas de avaliação, houve consenso sobre a clareza e pertinência dos domínios, subdomínios e itens. Concluiu-se que compreender e promover a satisfação habitacional é fundamental para tornar as cidades resilientes mediante as transformações socioespaciais e para a concepção de ambientes urbanos adaptados.

Palavras-chave: Satisfação Habitacional; Pessoa Idosa; Sustentabilidade; Instrumento.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Envelhecimento Populacional e Suas Implicações na Área Urbana

O censo demográfico mais recente, conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), revela que a população com 65 anos ou mais cresceu significativamente, totalizando 22.169.101 pessoas, o que representa 10,9% da população total do Brasil. Esse aumento de 57,4% em relação a 2010 reflete mudanças demográficas substanciais, já que, naquela época, esse grupo etário compreendia apenas 7,4% da população.

Essa transição demográfica, caracterizada pela queda nas taxas de natalidade e mortalidade, promove alterações significativas na composição populacional. Isso se traduz em uma redução da população infantil e um aumento da população idosa, como indicado pelo índice de envelhecimento, que demonstra que há 80,03 pessoas com 60 anos ou mais para cada 100 pessoas com até 14 anos. Além disso, observa-se uma maior proporção de mulheres em relação aos homens no Brasil, com 94,25 homens paracada 100 mulheres (IBGE, 2022).

Esta transformação demográfica está intrinsecamente relacionada aos processos de urbanização e à migração de áreas rurais para urbanas, bem como às mudanças sociais decorrentes dessa dinâmica. Tais fenômenos demográficos e sociais desempenham um papel fundamental na configuração e distribuição da população, exercendo influência direta sobre a formulação de políticas públicas, a implementação de serviços sociais e o planejamento da infraestrutura urbana necessária para atender às demandas em constante mutação desse contingente populacional (Lefebvre, 2001; Oliveira, 2019).

Uma informação adicional relevante, vinculada às mudanças nos arranjos familiares, é o notável incremento no número de pessoas idosas que residem sozinhas. Este fenômeno exercita uma influência marcante em uma série de aspectos relacionados à saúde física, mental, funcional e à inserção social desses cidadãos. Diante desse contexto, torna-se imprescindível realizar uma análise detalhada das características habitacionais, com vistas a promover um processo de envelhecimento digno e a assegurar a plena satisfação dos residentes (IBGE, 2022).

1.2 Satisfação Habitacional: Bem-estar e Integração Social dos Idosos na Comunidade Urbana

A satisfação habitacional, um indicador subjetivo que avalia a adequação entre a residência atual e as expectativas individuais de moradia, abarca uma variedade de fatores internos e externos ao ambiente domiciliar. Internamente, considerações como qualidade e tamanho da moradia, juntamente com o acesso a instalações, desempenham um papel fundamental nessa avaliação. Por outro lado, fatores externos, como a infraestrutura do entorno, incluindo transporte, oportunidades de emprego, acesso a escolas e opções de lazer, também são determinantes no processo de mensuração (Faganello, 2019; Abdullah *et al*., 2020; Junior *et al*., 2020; Esperidão *et al*., 2020).

Além das considerações de natureza geográfica e estrutural, a satisfação habitacional é influenciada por percepções de pertencimento e envolvimento com o ambiente residencial. Essas percepções incorporam uma gama de variáveis, incluindo expectativas individuais, relacionamentos interpessoais, valores e necessidades pessoais. Portanto, a satisfação habitacional transcende a avaliação momentânea do ambiente domiciliar, mas representa uma experiência de vida mais ampla que inclui laços afetivos e emocionais com o contexto urbano circundante (Faganello, 2019; Abdullah *et al*., 2020; Junior *et al.,* 2020; Esperidão *et al*., 2020).

A interpretação do morador em relação ao ambiente doméstico em que reside não apenas influencia sua satisfação habitacional, mas também está intrinsicamente ligado ao seu bem-estar. Para a pessoa, a habitação não é apenas um espaço físico, mas sim um local de refúgio, segurança, intimidade e repouso. Portanto, é imperativo que as pesquisas de satisfação habitacional voltadas para a população idosa abranjam não apenas empreendimentos imobiliários privados, mas também conjuntos habitacionais resultantes de políticas públicas. A realização de avaliações pós-ocupação desses locais é crucial para identificar lacunas e atender às necessidades específicas desse público (Moreira *et al.,* 2015).

As características sociodemográficas exercem influência significativa na satisfação habitacional e complementam fatores objetivos e subjetivos. A idade, por exemplo, molda a percepção do espaço residencial, uma vez que diferentes faixas etárias apresentam necessidades e expectativas distintas. Da mesma forma, a escolaridade desempenha um papel crucial, pois capacita os indivíduos para realizarem avaliações críticas do ambiente ao seu redor. Já a renda, por sua vez, influencia diretamente o acesso a moradias confortáveis e a possibilidade de realizar melhorias na residência (Ferreira, 2011).

Neste contexto, é crucial expandir estudos e instrumentos adequados sobre a satisfação com a moradia, além de compreender as necessidades e expectativas dos residentes. Novas pesquisas devem abordar a qualidade de vida e aspectos sociodemográficos, habitacionais e comportamentais, para auxiliar na gestão de políticas públicas e no desenvolvimento de empreendimentos imobiliários que promovam um envelhecimento saudável (Lucredi, 2019; Abdullah *et al*, 2020).

No panorama contemporâneo das cidades, destaca-se a crescente relevância de desenvolver soluções habitacionais inovadoras e sustentáveis, capazes de atender às diversas necessidades e preferências dos habitantes, ao passo que promovem ambientes construídos que propiciem uma elevada qualidade de vida e contribuam para a preservação dos recursos urbanos.

O planejamento de espaços adaptados para todas as faixas etárias, com particular atenção para as demandas relacionadas ao envelhecimento humano, emerge como uma estratégia de suma importância na construção de cidades resilientes e sustentáveis. Além disso, a criação de um novo instrumento para avaliar esse constructo habitacional se revela imprescindível, pois não apenas permitirá uma análise mais aprofundada da satisfação habitacional, mas também fornecerá compreensão valiosa para a melhoria contínua das políticas públicas e práticas de planejamento urbano.

2. OBJETIVO

Apresentar o processo de construção de um instrumento para avaliar a satisfação habitacional da pessoa idosa.

3. MÉTODO

Este estudo constitui uma pesquisa metodológica, direcionada à otimização dos métodos, técnicas e instrumentos utilizados na investigação científica, em vez de se concentrar na resolução de problemas específicos. A importância dessas investigações reside no papel fundamental que desempenham no avanço do conhecimento científico, proporcionando abordagens mais eficientes e confiáveis para a coleta e análise de dados (Galvão *et al*., 2022).
O presente artigo é resultado de um estudo de mestrado financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A construção do instrumento adotou as etapas propostas por Coluci *et al*. (2015), que incluem o estabelecimento conceitual, definição dos objetivos do instrumento, identificação da população-alvo, desenvolvimento dos itens e escala de resposta, seleção e organização dos itens, estruturação do instrumento e validação de conteúdo. Devido a restrições temporais, o foco primordial recaiu sobre o desenvolvimento e validação do instrumento por meio do método *e-Delphi*. As etapas subsequentes, como a aplicação do instrumento na população idosa, serão abordadas em estudos futuros durante a fase de pré-teste e avaliação psicométrica.

O método *Delphi,* uma técnica de pesquisa qualitativa, reúne opiniões de especialistas para alcançar consenso sobre questões complexas. Na prática, são enviados questionários semiestruturados aos especialistas, seguido por análises qualitativas e quantitativas dos resultados. Este processo pode envolveu múltiplas rodadas de questionários, intercaladas com análises dos resultados, que permitiu a obtenção de um consenso em grupo (Marques *et al*., 2018; Rocha-Filho *et al*., 2019; Collado, 2020).

É importante ressaltar que, dado o caráter de validação de conteúdo através do consenso grupal de especialistas, foi estabelecido um Índice de Validação de Conteúdo (IVC) de 80% para esta pesquisa. Os itens do instrumento que não atingiram o valor estabelecido foram revisados de acordo com as sugestões dos especialistas, até alcançar o IVC desejado (Coluci *et al*., 2015; Rocha-Filho *et al.,* 2019).

O grupo de especialistas foi selecionado com base em critérios de experiência e conhecimento em áreas como gerontologia, arquitetura, urbanismo e moradia. Após a seleção dos participantes, estes receberam convites para avaliar a primeira versão do instrumento, seguindo o método *e-Delphi* (Marques *et al*., 2018; Kato, 2020).

A coleta de dados foi realizada remotamente, com comunicação via *e-mail* e utilização do *Google Forms* para disponibilização do questionário aos especialistas. O questionário semiestruturado envolveu duas etapas, sendo a primeira destinada à caracterização dos especialistas e a segunda à avaliação dos domínios e itens do instrumento, com foco nos aspectos de relevância, clareza, pertinência e objetividade (Kato, 2020).

A análise dos dados envolveu a mensuração da caracterização dos especialistas por meio de análise estatística descritiva simples e a avaliação das respostas do grupo de especialistas nas diferentes rodadas, utilizando o Índice de Validade de Conteúdo (IVC).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do instrumento foi realizado em três rodadas de avaliação pelo comitê de especialistas, utilizando o método *e-Delphi*. Na primeira rodada, além da ficha de identificação dos especialistas, foi aplicado um questionário para avaliar cada item do instrumento quanto à relevância, clareza, pertinência e objetividade, utilizando uma escala *Likert* de quatro pontos (1= Definitivamente não, 2= Provavelmente não, 3= Provavelmente sim, 4= Definitivamente sim). Cada item também continha um campo para sugestões dissertativas.

Na segunda rodada, nove dos dez especialistas responderam ao formulário, que incluía a devolutiva da primeira rodada, os valores do Índice de Validade de Conteúdo (IVC) para os quatro aspectos avaliados, e um resumo das sugestões dos especialistas. Cada item modificado foi então avaliado novamente, com a pergunta: "Com base nos comentários e na avaliação do IVC da primeira rodada, qual seu grau de concordância em relação às mudanças no item?". Utilizou-se a escala *Likert* de quatro pontos (1 = Discordo totalmente, 4 = Concordo totalmente), mantendo o campo para novas sugestões.

Após as alterações sugeridas, realizou-se uma terceira rodada para alcançar um grau de concordância de 80%. Nessa etapa, oito dos nove especialistas da segunda rodada responderam ao formulário. Novamente, os resultados do IVC e as sugestões foram apresentados, e cada item modificado foi reavaliado quanto ao grau de concordância. Nesta rodada, apenas os itens que não haviam atingido o IVC desejável foram reavaliados, e todos alcançaram 100% de concordância.

O instrumento final resultou na estruturação de três domínios principais (Entorno, Edificação e Singularidades) e cinco subdomínios (Bairro, Infraestrutura e Serviços, Conforto Ambiental da Casa, Aspectos Objetivos da Moradia e Aspectos Subjetivos da Moradia), totalizando 35 itens. Esses itens abrangem uma gama diversificada de aspectos fundamentais para a satisfação habitacional da pessoa idosa. Eles englobam necessidades físicas, como acessibilidade e segurança, e necessidades sociais, abordando a privacidade dos moradores, a interação social e o senso de pertencimento à comunidade, essenciais para o bem-estar emocional.

A organização estratégica do instrumento reflete uma progressão lógica na avaliação da satisfação habitacional. Inicia-se com questões mais abrangentes e objetivas, que avaliam a infraestrutura e os serviços disponíveis no entorno e na edificação. À medida que o questionário avança, as perguntas tornam-se mais específicas e subjetivas, explorando aspectos detalhados do conforto ambiental da casa e as percepções individuais dos moradores sobre sua moradia. Essa estrutura facilita uma avaliação completa e integrada da satisfação habitacional, garantindo que todos os aspectos relevantes sejam considerados de forma sistemática e coerente. Os itens propostos no instrumento podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 Itens do instrumento "Escala de avaliação da satisfação habitacional da pessoa idosa"

Domínio	Subdomínio	Itens
Entorno	Bairro	A localização
		A manutenção da limpeza
		A acessibilidade das calçadas e ruas
		A segurança pessoal e patrimonial
		Ao barulho urbano
		Ao acesso e proximidade do transporte público
		A quantidade e cuidado das áreas verdes
	Infraestrutura e Serviços	A existência dos serviços de saúde
		A variedade de equipamentos de lazer
		As alternativas de deslocamento no bairro
		A oferta de produtos e serviços
		A coleta de lixo orgânico
		A coleta de lixo reciclável
		Ao abastecimento contínuo de água tratada
		As estruturas que previnem enchentes, alagamentos e deslizamentos
		A iluminação pública
Edificação	Conforto Ambiental	As condições de iluminação
		As condições térmicas
		Ao isolamento acústico
		A aparência interna e externa da moradia
		Aos odores
		Ao grau de umidade
		A acessibilidade
	Aspectos Objetivos da Moradia	A segurança e o tipo de delimitação da sua casa
		A qualidade da cobertura
		A funcionalidade do espaço
		Ao número de cômodos
		Ao tamanho dos cômodos
		Ao chão dos cômodos
Singularidades	Aspectos Subjetivos da Moradia	A privacidade
		Ao conforto
		A segurança
		Ao suporte social
		As despesas de manutenção da moradia
		Ao relacionamento com os moradores da vizinhança

A análise detalhada dos itens apresentados na Tabela revela a complexidade e a diversidade de fatores que influenciam a satisfação habitacional. Desde aspectos tangíveis, como infraestrutura e serviços, até elementos subjetivos, como conforto e interação social, cada componente desempenha um papel significativo na percepção dos moradores sobre suas moradias e entorno. Compreender esses aspectos é essencial para o planejamento urbano e o desenvolvimento de políticas habitacionais que atendam às necessidades e expectativas da população. A partir dessa análise, torna-se evidente a importância de considerar a multidimensionalidade da satisfação habitacional na busca por ambientes urbanos mais inclusivos, seguros e sustentáveis.

Estudos sobre o entorno das moradias destacam sua influência na saúde e bem-estar da comunidade. Características como ruas bem iluminadas, calçadas limpas e disponibilidade de transporte público promovem mobilidade, atividade física e interação social, contribuindo para uma sensação positiva em relação ao bairro (Junior, 2016; Silva, 2019).

Além disso, a satisfação com áreas verdes ressoa com a necessidade contemporânea de promover ambientes urbanos mais sustentáveis. As áreas verdes não apenas beneficiam a saúde mental e a qualidade de vida dos habitantes, como também desempenham um papel crucial na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e para a conservação da biodiversidade Essa interligação entre a satisfação com espaços verdes e a sustentabilidade urbana destaca a importância de políticas e práticas que promovam o acesso equitativo a áreas verdes e o seu desenvolvimento consciente em áreas urbanas (Albuquerque *et al*., 2019; Hunter *et al.,* 2019; Batti *et al.*, 2021).

A infraestrutura urbana de qualidade nos bairros, conforme enfatizado por Spink *et al.* (2020) deve incluir saneamento ambiental, iluminação elétrica, transporte, serviços públicos, locais de trabalho e espaços de lazer acessíveis a todos os residentes. A falta ou a ineficiência desses serviços básicos pode resultar em sentimentos de isolamento e contribuir para problemas de saúde física e mental na comunidade.

Nesse sentido, o conforto ambiental desempenha um papel fundamental na qualidade de vida dos moradores, influenciando diretamente na satisfação. Fatores como temperatura, ventilação e iluminação adequadas são essenciais para garantir um ambiente confortável, que por sua vez pode afetar a produtividade e o bem-estar dos habitantes. O isolamento acústico também é crucial para o conforto ambiental, uma vez que níveis elevados de ruído podem causar desconforto e impactar negativamente no bem-estar emocional dos moradores (Bestetti, 2014).

Residências adaptadas às necessidades dos idosos preservam sua autonomia e bem-estar, evitando que se sintam limitados pelo ambiente. Inadequações na moradia podem comprometer o conforto e a segurança, contribuindo para a diminuição da capacidade funcional e afetando negativamente diversos aspectos da vida do morador, incluindo sua saúde física, mental e social (Carunchio *et al*., 2020; Tissot, 2022).

Com base nas análises realizadas por Silva *et al*. (2012), destaca-se que o conforto relacionado à moradia compreende elementos que satisfazem as necessidades subjetivas dos residentes, englobando segurança contra adversidades e violência, privacidade para momentos de isolamento e intimidade, eficiência na disposição dos espaços e móveis, além de estética para atender aspectos visuais. Esses componentes são essenciais para conferir à habitação não apenas um caráter funcional, mas também um sentido de lar.

Neste contexto, é essencial que as moradias considerem não apenas as exigências físicas, mas também as necessidades sociais e emocionais dos residentes. É imprescindível proporcionar um ambiente onde os habitantes possam viver com privacidade, expressar sua individualidade e desenvolver relacionamentos significativos. Além disso, a promoção de uma convivência saudável e a garantia de acessibilidade econômica são condições significativas para garantir o bem-estar dos moradores (Marques *et al*., 2020; Rebelo, 2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi concebido um instrumento meticuloso destinado a quantificar a satisfação habitacional da pessoa idosa, abrangendo tanto elementos subjetivos quanto objetivos da moradia. Esse processo de desenvolvimento do instrumento englobou três rodadas de avaliação conduzidas por especialistas, refinando os itens até atingirem um índice de concordância de 80%. Os elementos contemplados pelo instrumento abarcam uma ampla gama de aspectos, desde necessidades físicas e sociais até acessibilidade, segurança, privacidade, interação social e senso de pertencimento.

Embora o estudo tenha desenvolvido um instrumento quantitativo para mensurar a satisfação habitacional, é imperativo complementá-lo com dados qualitativos, como informações socioeconômicas, para aprimorar a confiabilidade dos resultados e a compreensão do aspecto subjetivo. Variáveis como idade, gênero, escolaridade e renda podem proporcionar *insights* valiosos sobre como as condições financeiras e sociais influenciam a satisfação com a moradia.

Além de sua aplicação tradicional, o instrumento apresenta um potencial significativo para facilitar comparações entre diferentes localidades, permitindo a identificação de características regionais específicas e a análise de políticas habitacionais e mercados imobiliários, levando em consideração as necessidades e aspirações em contextos socioeconômicos diversos. Essa abordagem pode contribuir de maneira substancial para o desenvolvimento de cidades inclusivas e sustentáveis para todas as faixas etárias, promovendo assim uma melhor qualidade de vida para toda a população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, M. I., Abidin, N. Z., Basrah, N. e Alias, M. N. (2020). Conceptual Framework of Residential Satisfaction. **Environment-Behaviour Proceedings Journal**, 5(14). Disponível em: https://ebpj.e-iph.co.uk/index.php/EBProceedings/article/view/2239 [Acesso em: maio 2021].

Batti, C. A. B. e Casarin, V. (2021). A influência dos espaços verdes na habitação do idoso: uma revisão integrativa de literatura. **IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis.**

Bestetti, M. L. T. (2014). Ambiência: espaço físico e comportamento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia,** 17(3), pp.601-610. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbgg/a/sRNrKc96QsmC6fybS8LQmDc/?lang=pt [Acesso em: fevereiro 2023].

Carunchio, C. F. e Mülfarth, R. C. K. (2020). Envelhecimento e seus impactos sobre os requisitos de desempenho ergonômico: Abordagem teórica e metodológica. **Brazilian Journal of Development,** 6(11). Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/admin,+BJD+508+Novembro.pdf [Acesso em: fevereiro 2023].

Collado, A. R. (2020). Essential elements to elaborate a study with the (e)Delphi method. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Angel-Romero-Collado/publication/351739338_Essential_elements_to_elaborate_a_study_with_the_eDelphi_method/links/626b9f976a39cb1180e3c353/Essential-elements-to-elaborate-a-study-with-the-eDelphi-method.pdf. [Acesso em: dezembro 2022].

Coluci, M. Z. O., Alexandre, N. M. C. e Milani, D. (2015). Construção de instrumentos de medida na área da saúde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 20(3), pp. 925-936.

Esperidião, A. R., Del Roio, I. G., Fontolan, B. L., Penteado, A. P. B. e Neto, A. I. (2023). Relações entre desempenho da habitação e satisfação: A percepção do usuário. **In: Anais do XVII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XIII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído,** São Paulo, Brasil, pp. 1-10. Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/encac2023-628011.pdf [Acesso em: maio 2024].

Faganello, A. M. P. (2019). Estudo sistêmico das inter-relações dos construtos que influenciam a satisfação residencial visando à elaboração de um modelo a partir da percepção cognitiva do indivíduo. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <CT_PPGEC_D_Faganello,_Adriana_Macedo_Patriota_2019.pdf> [Acesso em: maio 2021].

Ferreira, I. A. M. P (2011). O bairro na cidade- a relação entre a satisfação residencial e a insegurança percebida nos moradores de um bairro urbano. Tese de mestrado. Universidade de Lisboa.

Galvão, P. C. C., Vasconcelos, C. B., Amorim, C. R. F., Lima, R. O. C. e Fiorentino, G. (2022). Caracterização dos estudos metodológicos em enfermagem: revisão integrativa. **International Journal of Development Research,** 2. Disponível em: https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/23954.pdf [Acesso em: abril 2024].

Hunter, R. F. *et al.* (2019). Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. **Environment International,** 130. Disponível em: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0160412018331751?token=A67B3B216B6398D0CE78BDD971A9419EACA0842BD3EC3002AA64D8C271C0EC30DBE4BBB9678C938CC58885D56FA5C5A3&originRegion=us-east1&originCreation=20230118020907 [Acesso em: dezembro 2022].

IBGE (2022). Panorama do Censo Demográfico 2022: Indicadores. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html [Acesso em: abril 2024].

IBGE (2023). Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=destaques [Acesso em: fevereiro 2024].

Junior, D. S. G., Sant'anna, C. H. M. et al. (2020). Mensuração da satisfação residencial: análise de uma região metropolitana brasileira. **Marketing & Tourism,** 6(1). Disponível em: <6303-Texto do artigo-25549-3-10-20210316 (1).pdf> [Acesso em: maio 2021].

Kato, M. Y. (2020). Inovação da inspeção de ambientes hospitalares: quanto à acessibilidade e mobilidade. Tese de Doutorado.

Lefebvre, H. (2001). **O direito à cidade.** São Paulo: Centauro.

Lucredi, V. R. (2019). Habitação para idosos: programa de locação social nos centros históricos de São Paulo (Brasil) e Barcelona (Espanha). Dissertação de Mestrado. Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/lucredi_vr_me_bauru.pdf [Acesso em: janeiro 2023].

Marques, J. B. V. e Freitas, D. (2018). Método Delphi: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Revista Pro.posições,** 21(2), pp. 251-271.

Moreira, V. S. e Silveira, S. F. R. (2015). Indicadores de desempenho do Programa Minha Casa, Minha Vida: avaliação com base na satisfação dos beneficiários. **Revista Brasileira de Gestão Urbana,** 7(2), pp. 192-209. Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/41079-Texto%20do%20Artigo-110134-4-120160522.pdf [Acesso em: maio 2021].

Oliveira, A. S. (2019). Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, pp. 69-79. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia153248614 [Acesso em: abril 2024].

Rebelo, J. A. F. (2022). Direito à habitação. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra. Disponível em: https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/99804 [Acesso em: abril 2022].

Rocha-FIlho, C. R; Cardoso, T. C; Dewulf, N. L. S. (2019). Método e-delphi modificado: um guia para validação de instrumentos avaliativos na área da saúde. Curitiba.

Silva, H. S. e Santos, M. C. O. (2012). O significado do conforto no ambiente residencial. Disponível em: https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq18_OSignificadoConforto_SilvaSantos.pdf [Acesso em: fevereiro 2023].

Silva, N. M. (2019). Direito à moradia adequada para a pessoa idosa de baixa renda: um estudo quanti-qualitativo sobre políticas públicas habitacionais no interior do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11126/SILVANayaraMendes_Diss.2019..pdf?sequence=1&isAllowed=y [Acesso em: fevereiro 2023].

Spink, M. J. P., Silva, S. L. A., Martins, M. H. M. e Silva, S. B. (2020). O direito à moradia: reflexões sobre habitabilidade e dignidade. **Revista Psicologia: Ciência e Profissão,** 40, pp. 1-14. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pcp/a/fCt3qfskYJP57ZwvjSCMMyw/?format=pdf&lang=pt [Acesso em: abril 2022].

Tissot, J. T. (2022). Aging in Place: protocolo com diretrizes projetuais para ambientes de moradia seguros para pessoa idosa. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: file:///C:/Users/letic/Downloads/PARQ0466-T.pdf [Acesso em: fevereiro 2023].

VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA ELÉTRICOS E AUTÔNOMOS: IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE OPERAÇÃO EM COMBOIO À LUZ DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

M.F. Da Conceição, P. W. G. Taco

RESUMO

O Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) é essencial para a economia global, mas enfrenta desafios como emissões de gases de efeito estufa, segurança viária e eficiência logística. A integração de tecnologias inovadoras, como veículos elétricos e autônomos, ganha destaque para enfrentar esses desafios. A redução do consumo de combustível, melhoria da segurança e otimização da energia do sistema de transmissão são destacadas. No Brasil, com mais de 1.607.758 caminhões, a inovação em corredores logísticos é crucial. A implementação de veículos autônomos e elétricos em corredores logísticos pode otimizar o transporte de cargas. O artigo propõe uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar requisitos de operação em comboio de veículos rodoviários de carga elétricos e autônomos, visando orientar sua implementação no cenário brasileiro de TRC e em seus principais corredores logísticos.

1 INTRODUÇÃO

O Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) exerce um papel fundamental na economia mundial, sendo responsável por movimentar de grande parte das mercadorias em todo o mundo. Estimativas recentes indicam que o TRC movimenta mais de 20 bilhões de toneladas anualmente (ITF, 2020). No entanto, o setor enfrenta grandes desafios, como a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, melhorar a segurança nas estradas e aumentar a eficiência logística. Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente na incorporação de tecnologias inovadoras no TRC, com o objetivo de mitigar esses desafios.

Entre as tecnologias emergentes que prometem transformar o TRC, destacam-se os veículos rodoviários de carga elétricos e autônomos. Os veículos elétricos oferecem uma alternativa mais sustentável aos veículos movidos a combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de poluentes e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (International Energy Agency, 2021). Por sua vez, os veículos autônomos têm o potencial de aumentar a segurança viária, reduzindo o número de acidentes causados por erros humanos e melhorando a eficiência do transporte por meio de sistemas de controle avançados (McKinsey *et al*, 2022).

Projetos europeus como Cybercars-2, SARTRE e AutoNet2030 destacam estudos sobre o potencial do V2X (*Vehicle-to-Everything*) para aprimorar os veículos autônomos (Bengler *et al*., 2013; Koopman *et al.*, 2012). O Cybercars-2 investigou manobras cooperativas seguras, SARTRE focou em pelotões para eficiência de combustível e segurança, e

AutoNet2030 explorou a interação entre veículos autônomos e humanos (González *et al*., 2016; Gama *et al*., 2019). No Reino Unido, o projeto UKCITE busca testar veículos autônomos conectados em ambiente real, enquanto o i-MOTORS desenvolve uma plataforma de nuvem para alertar sobre perigos rodoviários em tempo real (Ford *et al*., 2017; Wang *et al*., 2020).

Esses estudos destacam resultados significativos, como a redução do consumo de combustível e do tempo de viagem com base em dados de tráfego em tempo real, e a melhoria da segurança rodoviária por meio da formação de pelotões de automóveis. A otimização da energia do sistema de transmissão e da velocidade de condução, com base em dados externos, também foi eficaz. Essas descobertas ressaltam o potencial das tecnologias cooperativas de condução automatizada para melhorar o transporte rodoviário em eficiência e segurança.

Considerando o cenário brasileiro, com mais de 1.607.758 caminhões e um volume de cargas estimado em 371,4 bilhões (ANTT, 2023), as inovações em corredores logísticos se mostram cruciais para o setor de Transporte Rodoviário de Cargas (TRC). Esses corredores funcionam como vias estratégicas em um país com desafios de infraestrutura significativos, sendo essenciais para o fluxo eficiente de mercadorias (Braga *et al*., 2019).

Perante as deficiências na infraestrutura e da necessidade de eficiência e sustentabilidade, a implementação de tecnologias como veículos autônomos e elétricos de carga emerge como solução promissora. Esses avanços, integrados aos corredores logísticos já existentes, não apenas otimizarão o transporte de cargas, mas também abrirão portas para a introdução de novas práticas e sistemas logísticos (Moreira *et al*., 2020; Chaves *et al*., 2018).

Os corredores logísticos, como pilares fundamentais da cadeia de suprimentos no Brasil, desempenham um papel vital na integração das novas tecnologias. Ao servirem como infraestrutura básica, eles não apenas facilitam a implementação dessas inovações, mas também impulsionam o desenvolvimento econômico do país, possibilitando uma logística mais eficiente e competitiva globalmente (Lopes *et al.*, 2021; Bergmann *et al*., 2017).

Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo a identificação de requisitos de operação em comboio de veículos rodoviários de carga elétricos e autônomos, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Esses requisitos possibilitaram desenvolver diretrizes de incorporação dessas novas tecnologias diante do cenário brasileiro de TRC e da configuração dos seus principais corredores logísticos.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: a Seção 2 fornecerá uma Revisão Bibliográfica detalhada, explorando os benefícios dos veículos elétricos e autônomos de carga, com foco especial no estudo de pelotões. Na Seção 3, será apresentado o Método utilizado na Revisão Sistemática da Literatura. Os principais Resultados e Discussões serão abordados na Seção 4. Por fim, as conclusões do artigo serão apresentadas na Seção 5.

2 VEÍCULOS ELÉTRICOS E AUTÔNOMOS E A OPERAÇÃO EM PELOTÃO

A sinergia entre propulsão elétrica e capacidade autônoma nos veículos rodoviários de carga elétricos (TRC) é de muita potencialidade (Moniosa *et al*, 2019). Enquanto os caminhões elétricos ganham destaque, a autonomia é explorada em ambos, tradicionais e elétricos (Smith *et al*., 2020). A complementaridade desses elementos nos TRCs é evidente,

especialmente em relação à infraestrutura da rede de transportes quando adicionado uma nova forma de operação, como o pelotão de veículos (Jones *et al*., 2018). Para Montanaro *et al*. (2019) esse conceito de pelotão de veículos autônomos promete otimizar a eficiência do transporte de cargas. Com este breve contexto, o presente item trata dos veículos elétricos e autônomos e das características da operação em pelotão.

2.1 Veículos Elétricos e Autônomo (VEAs)

Embora alternativas ao diesel tenham sido exploradas, como hidrogênio e biocombustíveis, no momento, as baterias elétricas são a única opção comercialmente viável em grande escala. Enquanto o hidrogênio oferece recarga rápida e maior alcance, enfrenta desafios de eficiência e custo. A predominância das baterias elétricas como fonte de energia para veículos autônomos parece ser uma realidade em médio prazo (Moniosa *et al.*,2019).

Em contrapartida, apesar das vantagens das baterias elétricas como fonte de energia para veículos autônomos, enfrentam-se desafios ligados à capacidade de atender à demanda energética elevada e aos tempos de carregamento, bem como à autonomia de condução. Um dos dilemas relacionados à autonomia é que, à medida que ela aumenta, também cresce o tamanho e o peso da bateria necessária, o que pode comprometer uma parcela considerável da carga útil disponível (Sripad *et al.,* 2017; Teslarati, 2017; Howell *et al.*, 2017).

Por outro lado, os veículos autônomos (VA) para o transporte de mercadorias têm sido objeto de discussão na comunidade acadêmica, como evidenciado por estudos como de Moniosa *et al., (*2019) e Morganti *et al., (*2018). Atualmente, algumas empresas estão iniciando suas operações com veículos que oferecem capacidade autônoma em conjunto com a presença de condutores humanos, o que corresponde aos níveis de autonomia 3-4, conforme discutido por Skeete (2018). Essa abordagem é adotada devido à facilidade em obter permissões para esse modelo em vias públicas.

Alguns exemplos de casos já podem ser identificados no setor de transporte rodoviário de veículos autônomos e elétricos no cenário brasileiro, em rápida mudança como caso da JBS (JBS, 2023), Mercado Livre (Freitas, 2022) e o projeto da Volkswagen Caminhões e Ônibus, em colaboração com a Ambev (Redação AB, 2018). Os dois primeiros são elétricos, enquanto o terceiro caso apresenta o desenvolvimento e as primeiras aplicações comerciais de VAEs especialmente construídos para isso. A JBS está liderando um esforço significativo em direção à sustentabilidade com seu projeto "*No Carbon*", focado na redução das emissões de carbono em suas operações de transporte e logística. Central para essa iniciativa é a adoção de veículos elétricos, representando uma mudança estratégica em direção a uma frota mais limpa e eficiente(Johnson et al., 2020).

O Mercado Livre está liderando uma iniciativa ambiciosa de adoção de veículos elétricos, e em parceria com outros atores, está trabalhando para expandir a infraestrutura de recarga em pontos urbanos estratégicos. É importante ressaltar que a empresa não se restringe apenas a automóveis, incluindo também caminhões elétricos em sua frota (Freitas, 2022).

O projeto da Volkswagen Caminhões e Ônibus, em colaboração com a Ambev, é um marco significativo para a realidade brasileira, visto que os testes realizados com os caminhões elétricos e autônomos representam uma inovação promissora no contexto do transporte de carga do país (Redação AB, 2018).

2.2 Pelotão de Veículos Autônomos e Elétricos de TCR

Um pelotão de veículos é caracterizado por um conjunto de dois ou mais veículos automatizados consecutivos, trafegando em uma mesma faixa de uma rodovia, mantendo uma distância reduzida entre si e uma velocidade constante (Montanaro *et al*., 2019). A estratégia de espaçamento é comumente empregada para determinar essa distância, enquanto a velocidade alvo é estabelecida pelo veículo líder, que pode ser autônomo ou conduzido por um motorista humano, ou ainda pela infraestrutura rodoviária, que atua como líder virtual, quando disponível.

Existem diversos benefícios associados à formação de pelotões de veículos rodoviários, tais como o aumento do fluxo de tráfego e a redução das ondas de choque, a diminuição do consumo de combustível e das emissões de poluentes, e o aprimoramento da segurança rodoviária. Ademais, os pelotões de veículos contribuem para melhorar o conforto dos motoristas ao oferecer-lhes a oportunidade de se dedicarem a outras atividades durante a viagem e ao proporcionar variações suaves de velocidade, resultando em menor incidência de solavancos em comparação com veículos controlados por motoristas humanos (Smith et al., 2019).

O principal parâmetro para aumentar o fluxo de tráfego através do pelotão é a distância entre os veículos e o número de veículos participantes do pelotão, ou seja, o comprimento do pelotão. O fluxo de tráfego aumenta quando o espaço entre veículos diminui ou o número de veículos em uma fila aumenta (Montanaro *et al*. 2019). Caso todos os veículos de uma rodovia estejam organizados em conjuntos de pelotões, é possível aumentar o fluxo de tráfego cerca de quatro vezes, atingindo até 8.000 veículos/hora/faixa para rodovias automatizadas (Skeete 2018).

Além disso, o encurtamento das distâncias entre os veículos em um pelotão reduz o consumo de combustível devido à diminuição da força de arrasto aerodinâmico. Resultados apresentados nas pesquisas de Skeete (2018) e Turri *et al*., (2017) demonstram que a redução da distância entre os veículos ou o aumento do número de veículos no pelotão diminui a força de arrasto aerodinâmico. Essa redução resulta em menor torque de acionamento e consequentemente menor consumo de combustível, estimado em cerca de 20% para um espaçamento de 0,2 vezes o comprimento do veículo (Skeete 2018; Turri *et al*., 2017).

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática da literatura (RSL) utiliza uma variedade de métodos para analisar e sintetizar informações, incluindo indicadores bibliométricos como co-publicações, análise de palavras-chave em artigos e resumos. Esses métodos ajudam a mapear as publicações por país/região e oferecer uma visão abrangente do campo de estudo (Tricco et al., 2018; Silva, 2019). Embora os indicadores bibliométricos sejam fundamentais como ponto de partida em qualquer pesquisa exploratória, eles são complementados pela análise textual para uma compreensão mais aprofundada dos temas em questão (Ferreira, 2018).

No presente artigo foi utilizado o método de revisão sistemática da literatura PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) que é um conjunto de diretrizes exclusivamente reconhecidas e utilizadas para planejar, conduzir e relatar revisões sistemáticas e meta-análises (Moher *et al.,* 2009). De acordo com Moher *et al.*

(2009), o protocolo PRISMA para declaração compreende uma *checklist* de 27 elementos e um diagrama de fluxo representando quatro fases, (identificação, seleção, avaliação e inclusão). Esse *checklist* abrange elementos fundamentais para garantir a transparência nos relatórios de uma RSL.

Na fase de identificação e seleção da pesquisa, no presente artigo, os critérios de elegibilidade envolveram a busca por artigos científicos disponíveis, abrangendo todas as áreas do conhecimento, nas duas bases de dados acadêmicos selecionadas, Web of Science e Scopus. O período de publicação analisado foi desde janeiro de 2010 até fevereiro de 2024. A escolha das bases de dados Web of Science e Scopus foi motivada pela facilidade de manipulação, remoção, exportação e análise dos parâmetros utilizados para examinar os dados bibliométricos gerados a partir dos documentos publicados, como ano de publicação, país ou região, palavras-chave, autores, resumos, entre outros.

Na fase de avaliação foram utilizadas as seguintes *strings* de pesquisas com base nas palavras chaves. Primeiramente foi inserido a *string* 1: ((" *electric* AND *autonomous vehicles**") AND ("*smart* AND *road*")). que retornou na Web of Science 339 registros e no Scopus 119 documentos, totalizando 458 artigos. E depois foi inserida a segunda *string* em interseção com a *string* 1: TS = ((" *electric* AND *autonomous vehicles** ") AND ("*smart* AND *road*") AND ("*platoon*")). Foram obtidos 9 artigos no Scopus e 21 no Web of Scince, totalizando 31 artigos para análise. Na etapa de inclusão foram utilizados um total de 31 documentos após busca nas duas bases de dados.

O Fator de Impacto (FI) é um método de análise das principais revistas cientificas, onde é possivel identificar a periodicidade em que os artigos são citados por outros pesquisadores (Garfield, 2006). O Journal Citation Reports (JCR) e o índice H-Factor são recursos usados para a análise, oferecendo uma visão ampla do desempenho de revistas e pesquisadores. Na área do transporte, revistas apresentam valores variados de FI, evidenciando diferentes graus de impacto na comunidade científica. A participação global nas publicações científicas incentiva a diversidade de perspectivas e estimula a colaboração internacional, favorecendo a qualidade e variedade de pensamentos dos estudos (Smith et al., 2018; Jones & Brown, 2020; Garcia et al., 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seção de resultados e discussões deste artigo inicia com a análise do Fator de Impacto (FI) de periódicos científicos e a distribuição global de pesquisas científicas. O valor médio do FI para os artigos encontrados é 4,7 que é um resultado significativo na área de transportes. A concentração mundial dos artigos encontrados na RSL é na China e Suécia. Pode-se observar que ambos os países apresentam uma regulamentação voltada para o aprimoramento dos veículos autônomos criando leis e normas de uso, como também incentivos do governo nas novas tecnologia, além disso, apresentam uma infraestrutura adequada para a circulação de VEAs. Posteriormente, são apresentados os resultados da análise da literatura, focando nos estudos sobre o "pelotão" de veículos rodoviários de carga e sua relação com tecnologias emergentes, como veículos elétricos e autônomos.

4.1 Análise da Literatura

Na análise da literatura (Tabela 1), é observado que alguns dos estudos revisados abordam diretamente o conceito de "pelotão" de veículos rodoviários de carga. O conceito de pelotões

tem sido explorado em diversos contextos, especialmente considerando sua integração com veículos elétricos. A análise tem como objetivo examinar como cada um desses estudos contribui para o entendimento e desenvolvimento dos pelotões, com ênfase particular na adoção e aplicação de veículos elétricos nesse cenário. A partir da análise da literatura resultado da RSL, os estudos foram agrupados em 3 grupos, como será apresentado e explicitado a seguir:

4.1.1 Transporte de Carga Sustentável

Os estudos sobre transporte de carga sustentável abordam soluções para reduzir as emissões de gases do transporte rodoviário de carga (TRC), com foco na adoção de veículos autônomos (VAs). Estratégias de controle, modelos de negócios inovadores e considerações ambientais são destacados para otimizar a eficiência e sustentabilidade do transporte de mercadorias. Além disso, há uma análise da interação entre propulsão elétrica, autonomia e logística operacional (Montanaro et al., 2019).

4.1.2 Correlação entre VEAs e TRC

Pesquisas como as de Monios *et al*., (2019), Coppola *et al.*, (2022), Monios *et al*., (2020), Jingyao *et al.,* (2020), Zhang *et al*., (2022), Hoef *et al.,* (2016), Zhang (2022), Bhoopalam *et al.*, (2023), Muralidhara *et al.,* (2022), Xidias *et al.,* (2023), Salvi *et al.,* (2021), Coelingh (2016) exploram diferentes abordagens e estratégias para otimizar a operação de comboios de veículos autônomos. Essas estratégias visam aumentar a segurança e eficiência dos veículos, reduzindo o consumo de combustível e as emissões de poluentes. A integração e coordenação entre os veículos são enfatizadas para alcançar maior eficiência energética.

4.1.3 Operação de Pelotões de Veículos Elétricos e Autônomos

Os estudos como os de Coppola et al., (2022), Liang et al., (2016), Wang, (2023), Srisomboon, (2021), Hoef et al., (2016), Li, (2019), Bhoopalam et al., (2023), Coelingh, (2016) destacam estratégias específicas para otimizar a operação de veículos autônomos em pelotões. Essas estratégias visam mitigar os desafios operacionais, incluindo adaptações nas rodovias, e são frequentemente validadas por meio de simulações computacionais. O objetivo é alcançar eficiência energética e segurança na operação de pelotões de veículos elétricos e autônomos.

Em suma, os estudos analisados compartilham o objetivo comum de alcançar eficiência energética e segurança na operação de pelotões de veículos elétricos e autônomos, destacando a importância das estratégias de controle desenvolvidas.

Tabela 1: Artigos da Revisão Sistemática selecionados conforme aderência ao tema.

Autor	Ano	País	Objetivo	Método	Principais resultados
Monios et al.	2019	França	Explorar e elaborar a nova geografia do transporte de carga em face das tecnologias emergentes	Uma revisão breve da literatura sobre transporte intermodal	Caminhões elétricos capazes de percorrer distâncias médias estão entrando no mercado
Coppola et al.	2022	Itália	Desenvolver uma arquitetura de controle de condução ecológica distribuída para comboios de veículos elétricos	Uma estratégia de Controle Preditivo Não Linear (NMPC)	Economia de energia para todo o comboio, considerando redução do arrasto do ar e frenagem regenerativa
Monios et al.	2020	França	Estabelecer características e modelos de negócios para uma nova rede inteligente no transporte de carga	Revisão da literatura	Identificação de potenciais modelos de negócios e avaliação de sua capacidade de criar e capturar valor
Jingyao et al.	2020	China	Propõe um novo controle adaptativo e coordenado para pelotão de veículos elétricos autônomos	Utiliza o método Newton-Euler para deduzir um modelo dinâmico não linear dos veículos	O método mostrou eficácia na supervisão dos movimentos dos VAES em estradas curvas
Zhang et al.	2022	China	Planejamento de trajetória para mudança de faixa de veículos autônomos em estradas estruturadas	O método utiliza polinômios quinticos	Foi considerado para analise a eficiência com mudanças nas velocidades dos veículos ao redor, resultando em uma mudança de faixa segura e eficiente.
Liang et al.	2016	Suécia	Criação de um sistema de transporte rodoviário de mercadorias mais eficiente e sustentável na Europa.	Abordagens computacionalmente para identificar manobras de formação de comboio que otimizem o consumo de combustível	O estudo mostra experimentos na formação automática de comboios de veículos em uma rodovia Sueca, demonstrando a viabilidade da coordenação de comboios
Montanaro et al.	2019	Reino Unido	Investiga os benefícios potenciais dos veículos autônomos conectados	Os estudos selecionados são investigados com base na revisão da literatura técnica existente.	Melhoria da segurança rodoviária, uso mais eficiente da infraestrutura viária, redução do consumo de combustível e emissões de poluentes
Wang	2023	China	Otimização de eficiência energética para sistemas de formação de comboios de veículos elétricos.	Um método de Controle Preditivo Baseado em Modelo (MPC).	A simulação demonstrou que a formação de comboios de veículos elétricos pode resultar em economia significativa de energia
Srisomboon	2021	Korea	Apresentar algoritmos para aumentar a autonomia de comboios de caminhões	Algoritmos de mudança de faixa para reorganizar os veículos na	A melhoria na autonomia variou de 3% a 9%, e o benefício foi mais significativo à

				formação em comboio para reduzir consumo de combustivel	medida que o número de veículos no comboio aumentou
Hoef et al.	2016	Suécia	Identificação de pares de veículos que podem formar comboios com base em sua localização	Sistema centralizado que fornece rotas e perfis de velocidade aos caminhões conectados	A abordagem mostrou-se capaz de identificar rapidamente quais pares poderiam formar comboios
Zhang	2022	Suécia	Modelo para planejar trajetórias de velocidade eficientes em energia para caminhões elétricos em tempo real	Desenvolvimento de um modelo de espaço de estados para capturar a velocidade, aceleração e estado de carga da bateria.	Redução de até 5,05% no consumo de energia. Extensão de mais de 100% na vida útil da bateria.
Zhicheng	2019	China	Reduzir o tempo de intervalo entre veículos em um comboio de veículos conectados	Nova definição de distâncias inter-veiculares desejadas com base na política de tempo de intervalo constante (CTH)	Demonstrou-se que um comboio pode ser estável e seguro quando o tempo de intervalo é limitado inferiormente
Bhoopalam et al.	2023	Holanda	Explora as perspectivas dos motoristas sobre a aceitação da tecnologia de comboio de caminhões	Percepções dos motoristas sobre como o comboio de caminhões afetaria seu trabalho e sua satisfação profissional	Os motoristas reconhecem que o comboio de caminhões se tornará uma realidade, porém acreditam que terá um impacto negativo na qualidade do seu trabalho e na satisfação profissional
Muralidhara et al.	2022	Alemanha	Investiga o planejamento de trajetórias ótimas para caminhões de longa distância	É apresentado um modelo dinâmico detalhado e são propostos objetivos que otimizam a segurança, eficiência e desempenho de direção, buscando um equilíbrio adequado entre esses aspectos. .	O estudo demonstra a viabilidade de gerar soluções rápidas, confiáveis e factíveis para o complexo problema de planejamento de trajetória
Xidias, et al.	2023	Grécia	Desenvolver um sistema inteligente de gerenciamento para realocação eficiente de veículos elétricos semiautônomos	O sistema proposto incorpora conceitos de lógica fuzzy e utiliza um Algoritmo Genético (GA)	Experimentos simulados demonstram a eficiência da estratégia de realocação proposta
Salvi et al.	2021	India	Técnica baseada em visão computacional para formação em comboio	Utilização de visão computacional para criar uma técnica de seguimento de veículos agnóstica em relação à distância	A técnica de seguimento de veículos é eficaz e de baixo custo computacional, o modelo de negócio proposto é viável e eficiente para disponibilizar para o comboio
Coelingh	2016	Suécia	O projeto SARTRE	O projeto explora tecnologias para operar em comboio em rodovias públicas	Redução de até 20% no consumo de combustível, uma diminuição de 10% nas fatalidades relacionadas ao trânsito e uma melhoria no fluxo de tráfego

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo principal a identificação de requisitos de operação em comboio de veículos rodoviários de carga elétricos e autônomos, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). No Brasil grande parte do transporte carga é feito por meio de caminhões, a inserção das novas tecnologias nos corredores logísticos é essencial para o desenvolvimento do setor e do país. Por meio da RSL pode-se identificar uma gama de trabalhos relacionados ao TRC e a operação em comboio, com intuito de destacar a eficiência operacional, segurança viária e sustentabilidade.

Em geral, esta revisão permitiu perceber a realidade da operação em comboio aplicado ao TRC em todo o mundo, demonstrando empiricamente que ainda há muitos pontos a serem desenvolvidos. No entanto, os corredores logísticos brasileiro podem influenciar significativamente a imersão dos VEAs na sociedade, mas para que isso aconteça é necessário ainda investimentos na regulamentação, investimentos do governo em projetos que fomentem o desenvolvimento dos VEAs e melhoria na infraestrutura das vias, para que então os veículos rodoviários de cargas elétricos e autônomos comecem a iniciar a operação.

6 REFERÊNCIAS

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). (2023). **Relatório Estatístico de Transporte Terrestre de Cargas**. Brasília, Brasil: ANTT.

Bengler, K., Dietmayer, K., Farber, B., Maurer, M., & Winner, H. (2013). Three Decades of Driver Assistance Systems: **Review and Future Perspectives. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine**, 5(4), 22-32.

Bergmann, A., Castro, J. F., & Ferreira, F. A. (2017). Analysis of the use of autonomous vehicles in the Brazilian logistics chain. **Research, Society and Development**, 6(2), 131-145.

Bhoopalam, Berg, Agatz, Chorus (2023). The long road to automated trucking: Insights from driver focus groups. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Holanda.

Braga, L. A., Mendes, P. B., & Santos, C. B. (2019). Brazilian logistics corridors: a bibliometric analysis. **Brazilian Journal of Development**, 5(5), 7457-7471.

Chaves, W. G., Rodrigues, M. F. B., & Sanches, R. R. (2018). Feasibility study for the implementation of electric vehicles in Brazil: A cost-benefit analysis. **International Journal of Energy Economics and Policy,** 8(3), 200-208.

Coelingh. (2016). Operating platoons on public motorways: An introduction to the SARTRE platooning programme. **IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine,** Suécia.

Coppola, P., De Masi, M., & Siano, P. (2022). Developing a distributed eco-driving control architecture for electric vehicle platoons: A Nonlinear Model Predictive Control (NMPC) strategy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 135, 110225.

Ferreira, M. (2018). Textual analysis in bibliometric research: **Methods and applications. Scientometrics**, 114(2), 645-661

Ford, S., Nussbaum, M., & Johnson, C. (2017). The UK Connected Intelligent Transport Environment (UKCITE) Project: A Smarter Transport Network. **Proceedings of the 24th ITS World Congress**, 1-12.

Freitas (2022). Inovação Sustentável Em Veículos Elétricos. Monografia apresentada à **Universidade Federal Rural do Semiárido** – UFERSA.

Gama, F., Figueiredo, L., & Ferreira, J. (2019). Autonomous Driving: A Review on Technologies, **Challenges and Future Prospects. IEEE Access**, 7, 14897-14920.

Garcia, M., Smith, J., Kumar, R., Lee, Y. e Lopez, A. (2019). "Global dissemination of research and its socio-economic impacts." **Research Review International**, 8(1), 20-35.

Garfield, E. (2006). The history and meaning of the journal impact factor. **JAMA**, 295(1), 90-93.

González, E., Milanes, V., & Villagra, J. (2016). Towards autonomous driving: A survey of challenges and potential solutions. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 2016, 143-158.

Hoef, L.V., Larsen, R., van de Wouw, N., Schumacher, J.M. e Nijmeijer, H. (2016). "Computing Feasible Vehicle Platooning Opportunities for Transport Assignments." **International Journal of Production Economics**, Suécia.

Howell, D., Boyd, S., Cunningham, B., Gillard, S., Slezak, L., Ahmed, S., & Zhang, J. (2017). **Enabling Fast Charging: A Technology Gap Assessment**.

International Energy Agency. (2021). G**lobal EV Outlook 2021**. Paris: International Energy Agency.

ITF, 2020. Road freight volumes continued to grow in 2020. [online] Available at: https://www.itf-oecd.org/road-freight-volumes-continued-grow-2020 [Accessed 18 May 2024].

JBS. (2023). No Carbon Project: Driving Sustainability in Transport and Logistics. Recuperado de: https://epbr.com.br/jbs-e-ezvolt-ampliam-pontos-de-recarga-para-caminhoes-eletricos-da-no-carbon/.

Jingyao, Z., Hongbo, Z., Guangming, X., Qingwen, H. e Lihua, F. (2020). "Adaptive non-linear coordinated optimal dynamic platoon control of connected autonomous distributed electric vehicles on curved roads." **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, China.

Johnson, M., Smith, A., & Lee, K. (2020). Transitioning to electric vehicles in logistics: Challenges and opportunities. **Sustainability in Transport and Logistics Journal**, 12(4), 345-359.

Jones, A., Brown, C. (2018). Electric vehicles for urban freight: A review of emerging issues. **Transport Reviews**, 38(1), 94-114.

Jones, A., Brown, R. (2020). "Enhancing collaboration through global publication distribution." **International Journal of Scientific Studies**, 12(2), 45-58.

Koopman, P., Wagner, M. (2012). Cyber-Physical Systems - Opportunities and Challenges. **Proceedings of the 2012 IEEE 40th International Conference on Parallel Processing Workshops**, 102-112.

Lopes, R. F., de Lima, R. S., & Soares, P. A. M. (2021). The Potential of Autonomous Vehicles to Improve Road Transportation in Brazil. **IEEE Latin America Transactions**, 19(1), 56-63.

McKinsey, Company. (2022). **Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world**.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). **Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses**: The PRISMA Statement. PLOS Medicine, 6(7), e1000097.

Monios, J., & Wang, Y. (2020). Establishing characteristics and business models for a new smart network in freight transport: **A literature review. Journal of Transport Geography**, 86, 102769.

Monios, J., Wang, Y., & Zhang, M. (2019). Autonomous vehicles in the freight transport sector: Development and implementation. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 101, 1-15.

Moniosa, J., Bergqvist, R. (2019). The transport geography of electric and autonomous vehicles in road freight networks. **International Journal of Sustainable Transportation**, França.

Montanaro, U., Petit, J., Fallah, S., Dianati, M., Stevens, A. e McCullough, F. (2019). "Towards connected autonomous driving: review of use-cases." **Transport Reviews**, Reino Unido.

Moreira, J. A., Dias, L. A. B., & Filho, C. A. R. (2020). Electric Vehicle Fleet Planning for Sustainable Urban Logistics: A Case Study in Brazil. **Sustainability**, 12(3), 856.

Morganti, E., Browne, M. (2018). Technical and operational obstacles to the adoption of electric vans in France and the UK: an operator perspective. **Transportation Policy**, 63, 90–97.

Muralidhara, Gehring, Bock, Wirsching (2022). Scenario Analysis for Optimized Trajectories of a Truck-Trailer Model utilizing Coupled Dynamics. **Vehicle System Dynamics**, Alemanha.

Redação AB. (2018). Volkswagen fornecerá 1,6 mil caminhões elétricos à Ambev: VW e-Delivery 100% elétrico vai compor frota limpa da Ambev até 2023. Automotive Business.

Salvi et al. (2021). Pl-aaS: An Experimental Study of Computer Vision based Platooning as a Service. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, Índia.

Silva, J. (2019). Bibliometric indicators: Applications and trends in scientific research. **Journal of Information Science**, 45(3), 321-335.

Skeete, J.-P. (2018). Autonomous driving and the transformation of the automobile industry. **Journal of Cleaner Production**, 198, 618-631.

Smith, J., Johnson, R., Williams, E., Brown, K., Garcia, M., & Lee, S. (2018). "The role of global distribution in scientific publications." **Journal of International Research**, 25(3), 112-127.

Smith, J., Johnson, R., Williams, E., Brown, K., Garcia, M., & Lee, S. (2020). "The future of autonomous trucks: Implications of vehicle automation for road freight transportation." **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 136, 309-325.

Smith, J., Jones, A., & Brown, C. (2019). Benefits of Road Vehicle Platooning: Increasing Traffic Flow, Reducing Fuel Consumption, and Enhancing Safety. **Journal of Transportation Engineering,** 145(3), 1-10.

Sripad, S., Viswanathan, V. (2017). Performance metrics required of next-generation batteries to make a practical electric semi-truck. **ACS Energy Letters**, 2(7), 1669–1673.

Srisomboon, Lee (2021). A Sequence Change Algorithm in Vehicle Platooning for Longer Driving Range. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Korea.

Teslarati. (2017). Close-up look at the Tesla Semi “Megacharger” charging port.

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of Internal Medicine**, 169(7), 467-473.

Turri, V., Besselink, B., & Johansson, K. H. (2017). Cooperative look-ahead control for fuel-efficient and safe heavy-duty vehicle platooning. **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, 25(1), 12-28.

Wang (2023). Energy-efficiency optimization and control for electric vehicle platooning with regenerating braking. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, China.

Wang, Y., Zhang, W., & Zhang, C. (2020). Development of Intelligent Transportation System (ITS) Based on Cloud Computing and Internet of Things (IoT). **Proceedings of the 2nd International Conference on Big Data and Internet of Things**, 1-8.

Xidias, A., Papadopoulos, E., Georgiou, K., & Dimitriou, L. (2023). "An intelligent management system for relocating semi-autonomous shared vehicles." **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, Grécia.

Zhang, Tong (2022). Optimal Eco-Driving Control of Autonomous and Electric Trucks in Adaptation to Highway Topography: Energy Minimization and Battery Life Extension. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Suécia.

SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL CENTRADO NO HUMANO APLICADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E TOMADAS DE DECISÃO

J. T. A. Santos, I. A. R. Eleutério, F. Ciqueira, C. C. Fernandez, F.A. Antunes

RESUMO

Os eventos climáticos extremos estão associados a mudança climática que afeta diversos países em escala global. Seus impactos podem ser devastadores, a depender de sua intensidade ou mesmo da fragilidade da região onde ocorrem. Os tomadores de decisão que devem lidar com estas ocorrências, hoje dispõem de ferramentas de Inteligência Artificial, capazes de auxiliar na redução de tempo para ação e na precisão das escolhas. Contudo, existe ainda a necessidade de se considerar as dimensões mais próximas a sociedade nestes sistemas, trazendo uma abordagem humanizada, dada sua interação direta com impactos socioambientais. Desta forma, propõe-se a criação de um framework que inclua no momento da criação de um sistema baseado em IA, questionamentos relevantes que considerem a produção de soluções centradas no humano. A conclusão demonstra que essa abordagem é possível, mas que existem ainda mais pesquisas a serem realizadas para amadurecimento desta abordagem.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas seguem afetando a sociedade e populações ao redor do mundo, trazendo cenários desafiadores frente aos impactos e novas dinâmicas locais. Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), estas mudanças estão causando uma modificação generalizada no planeta, algo sem precedentes ao longo dos séculos (Calvin *et al.*, 2023). A alteração das dinâmicas atmosféricas, oceânicas e nos biomas, apresentam uma outra perspectiva as populações. A ocorrência de eventos climáticos extremos, como furacões, secas, fortes chuvas e ondas de calor, coloca desafios significativos às comunidades e aos decisores (Giordono, Boudet and Gard-Murray, 2020). Os desafios a respeito destes eventos são enormes, frente aos seus impactos. Socialmente, as populações sofrem com perdas muitas vezes, irreparáveis, enquanto ambientalmente o impacto pode ser devastador para fauna e flora (Kayaga *et al.*, 2021).

O contexto de eventos com caráter extremo exige dos tomadores de decisão, escolhas ágeis e precisas, que permitam mitigar grande parte dos impactos. Em 2022 ocorreram pelo menos 1,7 mil mortes e 33 milhões de pessoas foram afetadas no Paquistão, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), enquanto fortes ondas de calor devastaram a agricultura e pecuária na Etiópia e Quênia (ONU, 2022). Recentemente no Brasil, as fortes chuvas, muito superiores as médias históricas locais, devastaram o Rio Grande do Sul, impactando milhares de pessoas e gerando um cenário de devastação em algumas cidades, como sua capital Porto

Alegre (Zvarick, 2024). A Figura 1 apresenta uma imagem do aeroporto de Porto Alegre, o qual teve suas operações suspensas, uma vez que o volume de água ocupou grande parte de sua estrutura.

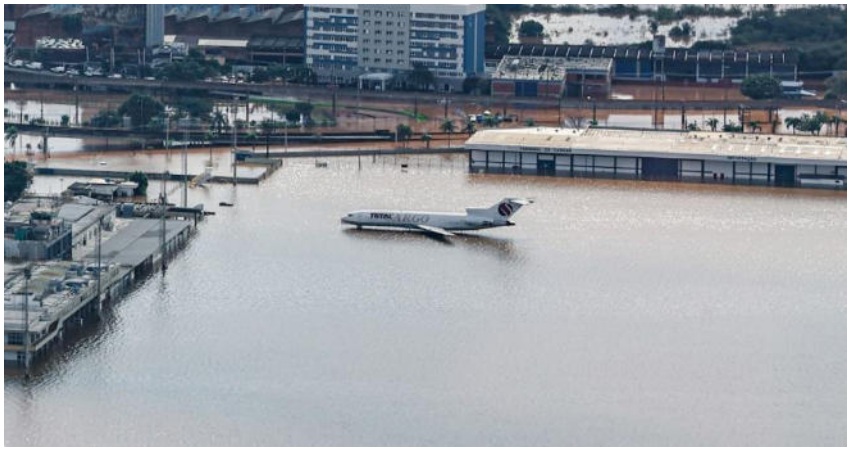


Fig. 1 – Aeroporto de Porto Alegre coberto pela Água

A mudança na dinâmica climática traduzida nestes eventos, pode resultar em impactos devastadores na vida humana, nas propriedades e nas infraestruturas (Kayaga *et al.*, 2021; Huber and Gulledge, no date). Buscando mitigar e adaptar-se eficazmente a estes eventos climáticos extremos, a utilização de sistemas de Inteligência Artificial (IA) podem ser empregados com a finalidade de se aumentar a redução de tempo e a eficiência da tomada de decisão (Lu, Zhang and Wen, 2020; Jones *et al.*, 2023). Hoje em dia, assistimos a uma mudança na forma como as emergências são geridas. Os avanços na tecnologia, como sensoriamento remoto, a análise de big data e os sistemas de informação geográfica, proporcionam uma imensa oportunidade para recolher e processar grandes quantidades de informação (Littmann, 2012). Por outro lado, o humanitarismo digital tem demonstrado grande potencial na prestação de apoio durante emergências, o que em muitos casos exige coordenação e pode ser colocado como pilar para amparar as decisões estratégicas frente a estes eventos (Luciano Floridi *et al.*, 2018). Neste conjunto de soluções, técnicas de IA como abordagens focadas em séries temporais auxiliando sistemas de previsão, sistemas de recomendação auxiliando a tomada de decisão e o uso de Large Language Models (LLM) para a interação com as pessoas que operam os sistemas (Lai and Chen, 2024).

Entretanto, diferente das aplicações industriais e comerciais que têm adotado de forma massiva ferramentas de IA, as aplicações que trazem consigo a necessidade de um novo contexto que cubra as premissas sociais, comunitárias, éticas e igualitárias, dependem de um outro olhar. Dentro deste contexto, a abordagem de Inteligência Artificial Centrada no Humano (Human-Centered Artificial Inteligence - HCAI) se mostra como uma possibilidade (Del Giudice *et al.*, 2023), visando garantir o bem-estar, segurança e aumentar a resiliência das cidades e comunidades, frente aos eventos climáticos extremos (Luciano Floridi *et al.*, 2018; Jones *et al.*, 2023). Dentro desta abordagem, a utilização de sistemas de IA devem ser adequados e se mostrarem uma extensão da capacidade humana, deste modo, potencializando conhecimentos e ações que atualmente hoje um indivíduo é responsável.

A habilidade e responsabilidade humana na tomada de decisão transcende a escolha probabilística, contrariando a escolha fria de uma máquina (Bingley *et al.*, 2023; Xu *et al.*, 2023). As decisões baseadas em dados são precisas, porém necessitam de um olhar humano para tomar uma decisão com caráter ético e moral. No outro extremo, o ser humano traz

consigo a subjetividade e o limite da tomada de decisão quando é necessária a análise de diversas fontes de dados, gerando decisões incorretas, limitadas pelo entendimento ou mesmo sem conseguir correlacionar um volume grande de dados em um tempo reduzido (Mark O. Riedl and Riedl, 2019).

Quando observada a abordagem da HCAI para o desenvolvimento de sistemas baseados em IA, considera-se muito mais do que as tecnicalidades que tangem o desenvolvimento, treinamento, validação e aplicação de modelos. O uso do HCAI enfatiza a criação de tecnologias que sejam benéficas, seguras, transparentes e que respeitem a dignidade e os direitos humanos (Uta Wilkens, Daniel Lupp, and Valentin Langholf, 2023; Salmon *et al.*, 2024). A Tabela 1 apresenta as características que são consideradas dentro de uma abordagem de HCAI, estas características ajudam a garantir que os sistemas de IA sejam desenvolvidos e operados de forma a realmente servir aos interesses e necessidades humanas (Mhlanga, 2022), promovendo um uso mais ético e benéfico da tecnologia.

Tabela 1 – Características consideradas na Abordagem HCAI

Características	Descrições
Usabilidade e Acessibilidade	**Interface amigável**: Interfaces intuitivas e fáceis de usar para diversos tipos de usuários, independentemente de suas habilidades técnicas
	Acessibilidade: Design que considera usuários com diferentes capacidades físicas e cognitivas, garantindo a inclusão
Transparência e Aplicabilidade	**Explicabilidade**: Capacidade de o sistema fornecer explicações claras e compreensíveis sobre como as decisões foram tomadas
	Transparência: Divulgação das fontes de dados, algoritmos utilizados e processos de tomada de decisão
Privacidade e Segurança	**Proteção de dados**: Garantia de que os dados dos usuários são coletados, armazenados e processados de forma segura, respeitando leis de privacidade como o GDPR
	Controle do usuário sobre os dados: Usuários devem ter o controle sobre quais dados são compartilhados e como são usados
Ética e Justiça	**Imparcialidade**: Desenvolvimento e treinamento de IA para evitar vieses e discriminações
	Equidade: Garantia de que os benefícios da IA são distribuídos de maneira justa entre diferentes grupos sociais
Segurança e Confiabilidade	**Robustez**: Sistemas que funcionam de maneira confiável sob diversas condições e resistem a ataques e falhas
	Segurança: Implementação de medidas para proteger contra usos maliciosos e catastróficos
Intervenção Humana	**Autonomia supervisionada**: Possibilidade de intervenção e supervisão humana, especialmente em decisões críticas
	Níveis de automação apropriados: Ajustar o grau de automação conforme a criticidade da tarefa e o contexto de uso
Beneficência	**Impacto positivo**: Foco no desenvolvimento de soluções que promovam o bem-estar e melhorem a qualidade de vida das pessoas

	Minimização de danos: Identificação e mitigação de possíveis efeitos adversos da IA
Responsabilidade e Prestação de Contas	**Responsabilidade**: Clareza sobre quem é responsável pelos resultados e impactos do sistema de IA
	Prestação de contas: Mecanismos para que desenvolvedores e operadores de IA possam ser responsabilizados por suas ações e decisões
Adaptação e Personalização	**Adaptabilidade**: Capacidade do sistema de aprender e se adaptar às necessidades e preferências individuais dos usuários
	Personalização: Oferecimento de experiências personalizadas que atendam aos requisitos e expectativas específicas dos usuários
Engajamento e Inclusão	**Engajamento do usuário**: Envolver os usuários no processo de design e desenvolvimento para assegurar que suas necessidades e feedback sejam considerados
	Inclusão: Garantir que diversas vozes e perspectivas sejam incluídas no processo de desenvolvimento e implantação da IA

Em seu trabalho, Xu *et al.*, 2023 sintetiza em um framework conceitual os pontos chaves que regem a HCAI, tentando delimitar o escopo para profissionais da área. Embora todas as características anteriores sejam importantes, sistema de tomada de decisão requerem principalmente um conjunto delas, que são necessárias para o conectar tecnologia, ética e humanidade. A Figura 2 apresenta esse framework, indicando as necessidades primárias desejadas e que devem ser consideradas.



Fig. 2 – Framework conceitual de HCAI de Xu *et al.* (2023)

Tomando os exemplos e trazendo para dentro do domínio dos eventos climáticos e tomada de decisão, o presente artigo explora a utilização da abordagem de HCAI como um ferramental atual para auxiliar na construção de sistemas em condições onde se exige uma rápida escolha, mas a qual deve ser feita por um ser humano, que necessita da tecnologia para ampliar suas capacidades (Xu *et al.*, 2023). De modo complementar, explora-se a visão futura com inclusão crescente de sistemas criados utilizando essa abordagem e novas técnicas de IA, com foco na busca por soluções robustas que contribuam de forma ativa na mitigação de eventos climáticos.

2 METODOLOGIA

A construção de um modelo genérico de framework para a utilização da abordagem de HCAI, visando o desenvolvimento de sistemas, se amparou em uma metodologia dividida em três etapas. Estas etapas têm como foco a construção do conhecimento, partindo do que existe atualmente no campo da pesquisa, verificando as possibilidades de aplicação dentro da vertente de mudanças climáticas e consolidando um ferramental que poderá auxiliar ao se pensar em novos sistemas e abrir espaço futuras pesquisas.

Durante a primeira etapa, o referencial bibliográfico básico foi levantado, para entender as características a serem consideradas quando se adota a utilização da HCAI na concepção de sistemas de IA. Em uma segunda etapa, optou-se por seccionar os eventos climáticos extremos por fases, de modo a extrair as características principais e necessárias para cada intervalo de tempo relacionado a ocorrência dos eventos. Este procedimento permitiu mapear grupos de sistemas associados a este tema, os quais poderiam se beneficiar de uma abordagem de HCAI.

Uma vez conhecidos os sistemas, a terceira etapa buscou compreender e analisar como as características presentes nos sistemas atuais podem ser observadas pela abordagem de HCAI. Dentro deste contexto, foi proposto um framework inicial para repensar tais sistemas e se pensar nos sistemas futuros, ainda que caibam mais investigações e aplicações futuras para sua validação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação do levantamento bibliográfico, somado ao que foi observado em eventos recentes que atingiram diversos países, entre eles o Brasil, demonstram um caminho complexo e extenso onde a utilização de sistemas com a abordagem HCAI podem ser aplicados. Buscando compreender como estas soluções podem ser aplicadas frente esta complexidade, optou-se por uma divisão de fases que compreendem a ocorrência destes eventos. Este trabalho definiu inicialmente três fases que tangem toda a cadeia de desencadeamento de um evento climático extremo, de forma genérica.

Estas fases são apresentadas na Figura 2, indicando um cenário que compreende temporalmente o momento que antecede o evento, o intervalo de ocorrência do evento e o momento posterior. Cada qual será descrito na sequência, explicando sua conceituação, características que as possíveis aplicações de sistemas de IA, de forma geral. Posteriormente, será discutido como a aplicação de HCAI desdobra os sistemas indicados e como estes devem ser observados e pensados para o futuro das aplicações.



Fig. 3 – Separação de eventos climáticos extremos por fases

3.1 Período que Precede o Evento Climático Extremo

O período que precede um evento exige características ligadas a previsibilidade, predição de ocorrências e preparação para mitigação de impactos. Este período compreende não apenas o momento anterior ao evento, mas toda a preparação ao longo do tempo. A Tabela 2 apresenta exemplos de sistemas que são pertinentes nesta fase do evento, considerando a necessidade de predição e planejamento, de modo que se tenha um conjunto de decisões a serem tomadas quando da identificação de uma ocorrência futura do evento.

Tabela 2 – Possíveis aplicações para o período que antecede os eventos extremos

Aplicação	Descrição
Análise Rápida de Dados	A IA pode analisar rapidamente grandes volumes de dados ambientais provenientes de satélites, sensores e outras fontes para identificar padrões e mudanças indicativos de eventos climáticos extremos. Isto ajuda os decisores a receber avisos antecipados e a tomar decisões atempadas.
Análise Preditiva	A IA pode analisar vastos conjuntos de dados de modelos climáticos e registos históricos para prever eventos extremos relacionados a tempestades ou secas, com elevada precisão. Isto ajuda na preparação e na mitigação do impacto destes eventos, com uso de simulações e modelos preditivos.
Envolvimento do público	A IA pode interagir com o público para informá-lo sobre as alterações climáticas e eventos meteorológicos extremos, fornecendo informações personalizadas sobre como se preparar e responder a esses eventos.
Alertas automatizados	Os sistemas de IA podem ser programados para enviar alertas automáticos às autoridades e partes interessadas relevantes assim que detectarem sinais de um evento climático extremo. Isso reduz o atraso entre a coleta, análise e ação de dados.
Planejamento de infraestruturas	A IA pode ajudar na concepção e planeamento de infraestruturas mais resilientes aos efeitos das alterações climáticas, considerando cenários futuros previstos por modelos climáticos.

3.2 Período em que Ocorre o Evento Climático Extremo

Durante a ocorrência de um evento climático extremo, existe ainda a necessidade de predição, principalmente para se monitorar uma possível repetição ou um evento menor, mas que somado a ocorrência anterior, potencialize os impactos já existentes. Entretanto, neste momento são necessárias as características de tomada de decisão baseadas em medidas para minimizar impacto, gestão de ações de evacuação e salvamento, assim como logística de pessoas e suprimentos. A tomada de decisão deve ocorrer no menor tempo possível para que os impactos sociais sejam os menores possíveis, as ações sejam coordenadas e os esforços direcionados para as necessidades mais urgentes.

Tabela 3 – Possíveis aplicações para o período de ocorrência dos eventos extremos

Aplicação	Descrição
Resposta a emergências	A IA pode ajudar na tomada de decisões durante eventos climáticos extremos, processando rapidamente dados de várias fontes, como imagens de satélite e sensores, para fornecer inteligência acionável aos socorristas.
Resposta a emergências	Os sistemas de IA podem adaptar-se às condições em mudança em tempo real, oferecendo apoio à decisão que tem em conta a natureza evolutiva de um evento climático, o que pode ser crucial para uma gestão eficaz.
Gestão de recursos Distribuição otimizada de recursos	No caso de eventos climáticos extremos, a IA pode otimizar a distribuição e a logística de recursos, garantindo que a ajuda chega onde é necessária de forma mais eficiente. Os algoritmos de IA podem otimizar a alocação e distribuição de recursos de emergência em tempo real, garantindo que a ajuda seja direcionada sem demora para as áreas mais afetadas.
Apoio Integrado à Decisão	Ao integrar-se com sistemas existentes, como GIS e ferramentas de resposta a emergências, a IA pode oferecer uma estrutura coesa de apoio à decisão que combina vários pontos de dados, tornando o processo de decisão mais eficiente.
Insights em tempo real	A IA pode fornecer insights em tempo real durante um evento, permitindo uma adaptação mais rápida de estratégias. Além de processar fluxos de dados em evolução para recomendar ações imediatas, como evacuações ou alocações de recursos.

3.3 Período Posterior à Ocorrência do Evento Climático Extremo

Por fim, os momentos posteriores aos eventos exigem abordagens para a reconstrução de lugares afetados, gestão da população afetada pelo evento e necessidades muitas vezes em centros descentralizados de atendimento, planejamento para a recomposição das cidades, da economia local e dos impactos causados.

Tabela 4 – Possíveis aplicações para o período que posterior aos eventos extremos

Aplicação	Descrição
Avaliação de danos	A IA pode analisar rapidamente imagens aéreas e outros dados para avaliar a extensão dos danos causados pelo evento, permitindo um direcionamento mais rápido e eficiente dos esforços de recuperação.
Análise Preditiva para Recuperação	Os modelos de IA podem prever potenciais impactos secundários, tais como inundações ou falhas de infraestruturas, permitindo aos decisores priorizar e abordar estes riscos durante o planeamento da recuperação. Ainda pode ajudar no planejamento e concepção da reconstrução de infraestruturas, analisando dados sobre eventos passados e projeções climáticas futuras, garantindo que as novas estruturas sejam mais resilientes.
Otimização de Recursos	A IA pode ajudar a otimizar a alocação de recursos limitados, como pessoal, equipamento e financiamento, com base na urgência, necessidade e estratégias de recuperação a longo prazo.
Coordenação dos Esforços de Recuperação	A IA pode ajudar a gerir a logística e a coordenação de voluntários e organizações de ajuda, evitando estrangulamentos e garantindo que a ajuda é distribuída de forma eficaz.
Comunicação pública	Os chatbots e sistemas de informação baseados em IA podem fornecer aos indivíduos afetados informações oportunas sobre ajuda, locais de abrigo e processos de recuperação, reduzindo a confusão e ajudando nos esforços de autoajuda.

3.4 A Abordagem de HCAI para Eventos Climáticos Extremos e Tomada de Decisão

Como observado, a utilização de sistemas de IA se mostram um ferramental que pode colaborar para que tomadores de decisão, em diferentes escalas, consigam reduzir o tempo e aumentar a assertividade de uma decisão. Em muitos dos casos, se vê a importância do uso de IA para análise e correlação de muitas informações, que irão desencadear uma toma de decisão com foco especifico e que afete a sociedade.

Entretanto, aqui cabe ressaltar a importância da abordagem HCAI. Estes sistemas, importantes frente a necessidade, carecem de um olhar mais humanizado, que considere parte dos componentes apresentados anteriormente, assim como a própria regionalidade de onde o evento teve sua ocorrência. Podemos tomar como exemplo grupos sociais com rendas diferentes, que podem ser afetadas por um evento extremo. Sem uma abordagem que considere essa diferença, apenas com um treinamento com dados que não evidencie a discrepância, um sistema de IA pode acabar privilegiando o grupo com renda mais alta, que teria condições para mitigar impactos, em detrimento de outro que sequer tem condições adequadas de saúde em seu cotidiano.

Outro exemplo está associado a comunicação de desastres ou atendimento utilizando LLMs, onde o treinamento do modelo e inclusão de informações sejam claras para todos os públicos e as indicações de ações compreendam diversas classes sociais e locais dentro da localidade. Se faz necessário, dentro deste contexto, uma visão social da região, a população a ser

atendida e os modos de atendimento. Especialmente em momentos durante e posteriormente aos eventos, as informações devem ser claras e humanizadas, considerando o momento de fragilidade da população, esta dimensão pode ser beneficiada com uso da abordagem de HCAI.

3.5 Proposição de Framework para Aplicação de HCAI

Observando o que se deseja em sistemas modernos para tomada de decisão focados em eventos climáticos extremos, aliado a concepção mais humanística, a abordagem do HCAI pode ser construída como um framework que possibilite avaliar todo o ciclo de um projeto de IA. A Figura 4 apresenta um modelo conceitual genérico, que não se esgota em si, podendo ser evoluído a medida que a aplicação de HCAI se torne mais madura.

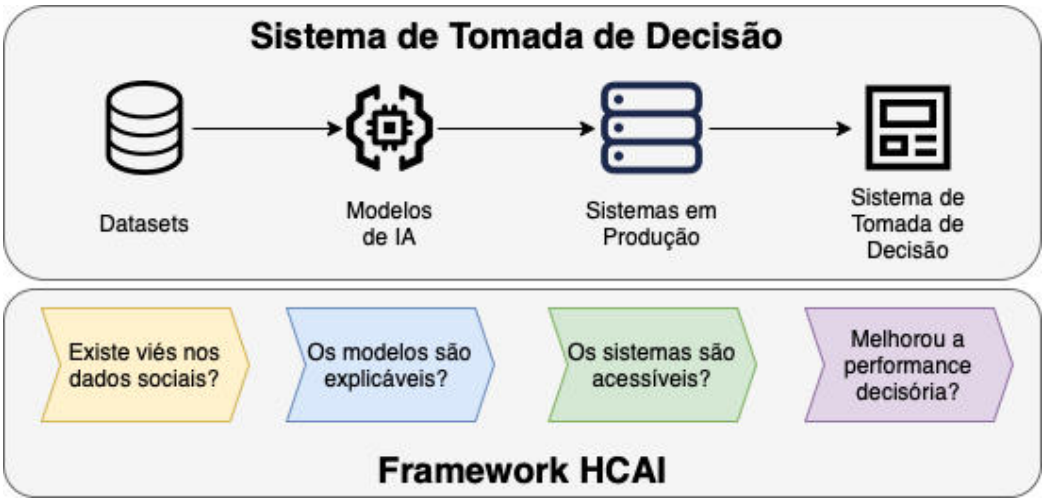


Fig. 4 – Framework proposto

O objetivo desse framework é direcionar questões que permitam avaliar se cada componente está sendo observado com olhar mais humanizado. Estas questões podem variar de acordo com o tipo de sistema a ser desenvolvido. A Tabela 5 apresenta o conjunto de perguntas, sua presença no ciclo do projeto e uma breve descrição.

Tabela 5 – Etapas de Descrição com base no HCAI

Etapa	Descrição
Construção de datasets	Entender se existem viés socioambiental (privilégio, preconceito, racismo) que acabe gerando tomadas de decisão que beneficiem alguns grupos em detrimento de outros, por exemplo.
Escolha, treinamento e Validação de modelos de IA	Investigar a explicabilidade dos modelos, se de fato existe transparência se entender o mecanismo de escolha e eventualmente, proceder com uma troca.
Sistema em produção	Avaliar se ele será terá custo para acesso, ou se será gratuito. Se irá beneficiar diversos usuários, ou apenas aqueles que atendam requisitos técnicos específicos.
Acesso ao sistema de tomada de decisão	Entender se o sistema irá aumentar a capacidade humana quanto a tomada de decisão, se sua usabilidade trará impactos positivos para uma operação ágil, se as integrações com alarmes e outros sistemas é viável.

As perguntas e passos não se limitam a estes, entretanto, as definições apresentadas compreendem um escopo mínimo para a implementação de um framework que permita repensar pontos críticos quando da implementação de sistema de IA para auxiliarem a tomada de decisão quando da ocorrência de eventos climáticos extremos.

A framework proposto deve ser explorado frente a aplicação em sistemas de tomada de decisão, avaliando suas implicações e adequações necessárias. Sua utilização poderá adequar sistemas existentes, além de fazer emergir novos sistemas, onde a centralidade no ser humano seja uma característica inicial e essencial para estes tipos de sistemas.

4 CONCLUSÕES

A utilização de sistemas que empregam técnicas de IA, destinados às aplicações ligadas a eventos climáticos extremos se mostram uma necessidade. A velocidade requerida para a tomada de decisão e a precisão exigida diante destes desafios, condiz com as possibilidades que o emprego da tecnologia permite. Entretanto, fica clara a necessidade de uma abordagem mais humanizada uma vez que as tomadas de decisão com auxilio da IA associadas às mudanças climáticas afetam diretamente a sociedade, meio ambiente e comunidades sujeitas aos eventos climáticos extremos.

O framework proposto compreende um passo inicial para a adoção da abordagem de HCAI para projetos correntes e futuros, permitindo transparência, aumento da capacidade humana e decisões tomadas de forma ética. A utilização de sensoriamento, big data, técnicas variadas de IA de forma direta, sem considerar as demais nuances, podem dar origem a ferramentas com vieses negativos para a sociedade, de modo que não atendam de forma correta as comunidades afetadas.

Contudo, essa proposição não esgota os dilemas existentes nessa classe de problemas. A explicabilidade, privacidade e confiabilidade são pontos amplos que cabem pesquisa, assim como a materialização de metodologias que abracem a HCAI. Enquanto áreas como design trazem o humano para o centro da discussão, o desenvolvimento de software mais próximo dos modelos se mostra distante. Para este último caso, são necessárias investigações de como permitir que a abordagem da HCAI se transforme em parte integrante dos projetos, criando uma nova era de soluções inteligentes que de fato agreguem valor aos problemas socioambientais.

5 AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Cemig e a ANEEL, por se tratar de uma pesquisa realizada no âmbito do Programa de P&D ANEEL, relacionado ao projeto PD-04951-0667, que viabilizou a realização deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

Bingley, W.J. et al. (2023) ‘Where is the human in human-centered AI? Insights from developer priorities and user experiences’, **Computers in Human Behavior**, 141, p. 107617. Available at: https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107617.

Calvin, K. et al. (2023) Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. First. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Available at: https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Del Giudice, M. et al. (2023) 'Toward the human – Centered approach. A revised model of individual acceptance of AI', **Human Resource Management Review**, 33(1), p. 100856. Available at: https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2021.100856.

Giordono, L., Boudet, H. and Gard-Murray, A. (2020) 'Local adaptation policy responses to extreme weather events', **Policy Sciences**, 53(4), pp. 609–636. Available at: https://doi.org/10.1007/s11077-020-09401-3.

Huber, D.G. and Gulledge, J. (2021) 'Extreme Weather & Climate Change: Understading the Link and Managing the Risk', **Center for Energy and Climate Solution**, Available at: https://www.c2es.org/document/extreme-weather-and-climate-change-understanding-the-link-and-managing-the-risk/ (Accessed: 15 May 2024).

Jones, A. et al. (2023) 'AI for climate impacts: applications in flood risk', npj **Climate and Atmospheric Science**, 6(1), p. 63. Available at: https://doi.org/10.1038/s41612-023-00388-1.

Kayaga, S.M. et al. (2011) 'Cities and extreme weather events: impacts of flooding and extreme heat on water and electricity services in Ghana', **Environment and Urbanization**, 33(1), pp. 131–150. Available at: https://doi.org/10.1177/0956247820952030.

Lai, Y.-W. and Chen, M.-Y. (2024) 'Using Natural Language Processing With Explainable AI Approach to Construct a Human-Centric Consumer Application for Financial Climate Disclosures', **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, 70(1), pp. 1112–1121. Available at: https://doi.org/10.1109/TCE.2023.3326953.

Lu, B., Zhang, X. and Wen, J. (2020) 'Real World Effectiveness of Information and Communication Technologies in Disaster Relief: A Systematic Review', **Iranian Journal of Public Health** [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.18502/ijph.v49i10.4678.

Luciano Floridi et al. (2018) 'AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations', **Minds and Machines**, 28(4), pp. 689–707. Available at: https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5.

Mark O. Riedl and Riedl, M.O. (2019) 'Human-centered artificial intelligence and machine learning', **Hum Behav & Emerg Tech.**, pp. 33–36. Available at: https://doi.org/10.1002/hbe2.117.

Mhlanga, D. (2022) 'Human-Centered Artificial Intelligence: The Superlative Approach to Achieve Sustainable Development Goals in the Fourth Industrial Revolution', **Sustainability**, 14(13), p. 7804. Available at: https://doi.org/10.3390/su14137804.

ONU (2022) 'Eventos climáticos extremos mostram necessidade de mais ações em 2023, **Nações Unidas Brasil**, 26 December. Available at: https://brasil.un.org/pt-br/213450-eventos-clim%C3%A1ticos-extremos-mostram-necessidade-de-mais-a%C3%A7%C3%B5es-em-2023 (Accessed: 15 May 2024).

Salmon, P.M. et al. (2024) ‘A framework of human factors methods for safe, ethical, and usable artificial intelligence in defense’, in **Putting AI in the Critical Loop**. Elsevier, pp. 245–263. Available at: https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15988-6.00002-9.

Uta Wilkens, Daniel Lupp, and Valentin Langholf (2023) ‘Configurations of human-centered AI at work: seven actor-structure engagements in organizations’, 6. Available at: https://doi.org/10.3389/frai.2023.1272159.

Xu, W. et al. (2023) ‘Transitioning to Human Interaction with AI Systems: New Challenges and Opportunities for HCI Professionals to Enable Human-Centered AI’, **International Journal of Human–Computer Interaction**, 39(3), pp. 494–518. Available at: https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2041900.

Zvarick, L. (2024) ‘Água volta a subir no aeroporto de Porto Alegre e atinge aviões’, **Estadão**, 5 October. Available at: https://www.estadao.com.br/brasil/agua-atinge-avioes-aeroporto-porto-alegre-veja-video-nprm/ (Accessed: 15 May 2024).

GEOGOVERNANÇA EM CIDADES INTELIGENTES: INOVAÇÕES DISRUPTIVAS E A CIÊNCIA CIDADÃ APLICADAS À CONSTRUÇÃO DA INTELIGÊNCIA TERRITORIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A. O. da Silva, R.A.S. Fernandes

RESUMO

Em cidades inteligentes, a informação tem papel essencial, e no que tange a geogovernança destaca-se a necessidade de incluir os cidadãos na tomada de decisões por meio de informações geográficas, alicerçadas na cooperação, participação e transparência. Nesta linha, este estudo pretende compreender as contribuições e potenciais do cadastro territorial multifinalitário (CTM) e da participação colaborativa como ferramentas inteligentes de governança urbana. Para isso, investigou-se na Região Metropolitana de Curitiba, Brasil, a disponibilidade de meios de participação cidadã e acesso a geoinformação em geoportais e plataformas participativas na *web*. Descobriu-se que a maioria das cidades oferece acesso a geoportais, contudo com a ausência de plataformas de participação colaborativa, o que sugere lacunas na geogovernança e na inteligência territorial. Em suma, entende-se que as ferramentas digitais têm potencial para melhorar a governança urbana e destaca-se a importância de os governos locais investirem nestas soluções para promover o desenvolvimento sustentável das cidades.

1 INTRODUÇÃO

Na era da informação, a sociedade está concentrada nas cidades (Silva; Fernandes, 2020), que crescem aceleradamente, sem planejamento (Foroozesh *et al*., 2022) meio a complexa e dinâmica economia informacional, que gera, processa e aplica a informação baseada em conhecimentos, sendo indiscutível a influência dessa tecnologia nas transformações da forma urbana (Castells, 2016). Influência que atribui aos cidadãos um significativo poder, e culmina no debate de desenvolver cidades sustentáveis e inteligentes (Malah; Bahi, 2020).

Essencialmente, o maior desafio para tornar as Cidades Inteligentes eficazes é implantar a governança inteligente (Harrison et al., 2011), algo que inclui inovações no governo eletrônico e participação cidadã, aliada à estrutura econômica da cidade (Caragliu; Bo; Nijkamp, 2011; Albino; Berardi; Dangelico, 2015). Em outras palavras, representa a coleção de tecnologias, pessoas, políticas, práticas, recursos, normas sociais e informações que interagem para apoiar as atividades da prefeitura (Chourabi *et al*., 2012), sendo indispensável à ativação espacial, a fim de permitir a organização e gestão territorial urbana (Roche, 2014), de modo a viabilizar a geogovernança – que é a governança em, para e pelos territórios (Masson-Vincent *et al.,* 2012), a qual considera a opinião dos habitantes na elaboração do planejamento sustentável.

Impulsionada pela inovação e tecnologias disruptivas disponíveis, a sociedade da informação está evoluindo para se tornar a sociedade do conhecimento, valorizando o conhecimento, a

criatividade e o capital humano e social (Perego L. H.; Miguel, 2014). No campo da geoinformação, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas às áreas urbanas geram uma grande quantidade de dados e fluxos informacionais. Isso se deve ao movimento em direção aos dados abertos e à transparência no setor público, à crescente popularidade da tecnologia de sensores e da Internet das Coisas, e ao aumento dos serviços baseados em localização e das redes sociais, que continuamente geram informações pelo usuário, caracterizando cada vez mais o contexto espaço-tempo (Calegari; Celino; Peroni, 2016). Ainda, destaca-se o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) como importante ferramenta de Governança Inteligente (Silva; Fernandes, 2020), sendo que a inovação em tecnologias espaciais abre novas possibilidades, beneficiando a gestão urbana do solo e facilitando a adaptação dos mecanismos cadastrais para atender às necessidades de um governo aberto (Williamson *et al*., 2010).

Cabe dizer que transferência de informação territorial faz parte dos conceitos vinculados à geogovernança, a qual considera como preceito a participação cidadã, sendo o diálogo, o cocriador no propósito de se obter uma decisão espacial ideal (Dubus; Helle; Masson-Vincent, 2010). Em abordagem semelhante a esta, porém não exclusivamente relacionada à ação pública territorial, e sim à especificidade que reside na importância dada ao espaço e a espacialização, surge o conceito de inteligência territorial – capacidade de inteligência coletiva mobilizável num território (Bertacchini; Girardot; Gramaccia, 2006).

Dito isto, o estudo aborda conceitos de Geogovernança e Inteligência Territorial, considerando o impacto das inovações disruptivas e ferramentas inteligentes de governança, como o CTM. Ele observa na região metropolitana de Curitiba (RMC) a disponibilidade de dados territoriais abertos e os meios de participação cidadã na Internet. A pesquisa consiste em uma parte exploratória com análises quantitativas e qualitativas. Na primeira parte, são identificados os geoportais ativos e classificados segundo três aspectos: (i) informações cadastrais; (ii) informações temáticas; e (iii) interface colaborativa. Na segunda parte, são identificadas e classificadas as formas de interação governo-cidadão em plataformas colaborativas online. Finaliza-se com a inferência sobre o exercício da geogovernança e da inteligência territorial com base na diversidade de informações e meios de interação obtidos.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 resume o contexto conceitual sobre Geogovernança e inteligência territorial, considerando as influências das inovações disruptivas e ferramentas inteligentes, como CTM. A seção 3 detalha a metodologia proposta. A seção 4 apresenta os resultados no cenário da RMC. Finalmente, as conclusões são apresentadas na Seção 5.

2 GEOGOVERNANÇA E INTELIGÊNCIA TERRITORIAL: GEOTECNOLOGIAS, INOVAÇÕES DISRUPTIVAS E A CIÊNCIA CIDADÃ

Compreende-se que a inteligência das cidades se amplia com a utilização das Geociências, especialmente pelas possibilidades entre conceitos, métodos e tecnologias capazes de apoiar de forma eficaz o desenvolvimento de cidades inteligentes por meio, por exemplo, de VGI[1], *Crowdsourcing* em IDE[2], *Big data*, e outros tantos modelos urbanos digitais em dados abertos (Roche, 2014). No contexto do desenvolvimento e implantação dos sensores georreferenciados de baixo custo, sistemas de navegação, comunicação sem fio rápida,

[1] *Volunteered Geographic Information* (VGI) – entendido como uso de ferramentas para criar, montar e disseminar dados geográficos fornecidos por indivíduos voluntariamente.

[2] Infraestrutura de dados Espaciais (IDE) – é um conjunto dinâmico de junção e compartilhamento de informações territoriais em ambiente computacional, baseado em um sistema hierárquico que inclui aspectos políticos, tecnologias de dados, padrões, mecanismos de distribuição e recursos humanos e financeiros.

infraestrutura cibernética e Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) tem imposto maior aceleração na velocidade da fluição dos dados geográficos e na capacidade da sociedade de reagir rapidamente às informações geográficas, automaticamente e em tempo real (Miller, 2020).

Ademais, os avanços em Geociências possibilitam efetivar os fundamentos (cooperação, participação, participação e transparência) da democracia aberta ao fornecerem mecanismos tecnológicos e infraestruturas para desenvolver plataformas de acesso e dados abertos, incluindo dados geoespaciais, qualificando, analisando e tornando os dados legíveis para uma variedade de audiências por meio de multimídia e representações (carto)gráficas (Roche, 2014). Assim, Dubus, Helle e Masson-Vincent (2010) corroboram com entendimento que a complexidade das questões e dinâmicas que afetam a organização espacial, independentemente da escala de referência, devem essencialmente tornar-se inteligíveis. Consideram que os novos métodos e ferramentas digitais de análise espacial — SIG, Web — certamente são oportunidades para renovar os processos de transmissão e compartilhamento relevante de informações e conhecimentos no território, de forma a tornar possível inserir o cidadão esclarecido no centro da tomada de decisões nos territórios, e ao fazê-lo promove a mudança da governança para o geogovernança.

Em síntese, Geogovernança usa o geoconhecimento para melhorar a governança urbana, permitindo ajudar os cidadãos a perceber o estado do ambiente e estabelecer estratégias de planejamento (Caiaffa *et al*., 2008).compreendida como um processo para levar a um conhecimento compartilhado do território, a partir das múltiplas visões de seus atores para construir o território com base em ferramentas de análise espacial (Masson-Vincent et al., 2011), melhor dito, uma governança, para e pelos territórios, com uma abordagem baseada em métodos e ferramentas de análise espacial, destinada a todos os atores envolvidos. Tem como objetivo contribuir para tornar a complexidade territorial compreensível, destacando as questões socioespaciais do território, bem como suas possíveis evoluções para diferentes horizontes temporais (Masson-Vincent *et al.,* 2012).

Neste mote, como representado na Figura 1, pode-se dessumir Geogovernança como Governança Inteligente associada ao uso das Geotecnologias, especialmente CTM, e participação colaborativa por meio do *Crowdsourcing*. Ainda, vislumbra-se a Geogovernança como meio efetivo de Cidades Inteligentes gerarem valor público ao combinar diversos princípios e recursos da boa governança agregados à utilização de TIC e participação cidadã. Ademais, a criação de valor público, envolve informações, programas e benefícios planejados e executados numa estrutura de interação entre governo e sociedade mais transparente, participativa e colaborativa, ou seja, mais democráticas (Harrison *et al*., 2011).

Destarte, a interface entre território, gestores, ferramentas e cidadãos precisa ser viabilizada. Ademais, dar sentido à decisão política é, exatamente, o desafio da geogovernança. Isso implica em utilizar as ferramentas disponíveis pela Geomática, tornando claro que as informações geográficas e sua compreensão são fundamentais para um processo participativo efetivo e eficaz na gestão territorial (Masson-Vincent *et al*., 2011). Ainda, da compreensão que a Geogovernança se vincula às tomadas de decisões conjuntas à participação cidadã instrumentada por informações e conhecimento do território, dessume-se que estabelecer a Geogovernança em Cidades Inteligentes imprescinde da existência ativa de inteligência territorial.

2.1 Geotecnologias e o Cadastro Territorial Multifinalitário

Da globalização e do desenvolvimento de tecnologias, desde 2005, surgem novas possibilidades de utilização de informações cadastrais para auxiliar os governos na gestão

do solo urbano. Nesse sentido, o CTM não é usado somente para levantamento, mapeamento e registro de terras, conquanto como uma ferramenta que combina informações sobre direitos, regulamentações e uso da terra. Verifica-se que o CTM adapta mecanismos cadastrais que não estavam disponíveis há uma década para permitir funcionalidades abertas e essenciais aos governos modernos (Williamson *et al*., 2010). Cabe pontuar, que esta visão ampliada e multifuncional para estruturação do cadastro clássico teve início na década de 2000, simultaneamente ao movimento Cidades Inteligentes.

Inicialmente, o cadastro foi definido como um sistema integrado de bancos de dados que basicamente identificava parcelas cadastrais (Williamson *et al*., 2010; Enemark, 2010), originaram-se de cadastros encontrados na Antiga Mesopotâmia e evoluíram ao longo da história (Alemie; Bennett; Zevenbergen, 2015), sendo perceptível a influência e total concordância com as Agendas Internacionais, tais como: Agenda 21; Habitat e Agenda 2030.

Ainda que o CTM use geotecnologias (SIG e IDE), as camadas de informações cadastrais não são substituídas por camadas de informações espaciais. Nesta medida, as infraestruturas cadastrais devem facilitar mercados eficientes de terras e propriedades, proteger os direitos à terra para todos e apoiar o desenvolvimento sustentável de longo prazo. Portanto, entende-se o CTM como uma ferramenta essencial para a gestão de cidades inteligentes e sustentáveis, uma vez que esse conceito de cidade se baseia nas TICs para solucionar problemas urbanos de forma eficiente e garantir a qualidade de vida dos cidadãos (Silva; Fernandes, 2020), ou seja, possibilita a organização das informações estratégicas, o processo de gestão fundiária e o desenvolvimento sustentável, promovendo práticas de gestão imobiliária que garantem justiça social, crescimento econômico e proteção ambiental. No entanto, esses objetivos não podem ser alcançados sem garantir o acesso aberto ao sistema cadastral para atender às necessidades sociais (Dawidowicz; Źróbek, 2018).

2.2 Inovações Disruptivas e a Ciência Cidadã

Sob a perspectiva das TIC como principal facilitador para Cidades Inteligentes, que transforma dados específicos de aplicativos em informações úteis e conhecimento que podem ajudar no planejamento da cidade e tomada de decisão pelos gestores públicos. Assim, basicamente, as cidades são habilitadas por hardware e software mais inteligentes, *e.g.,* a *IoT*, como os *smartphones*, redes de sensores, identificação por radiofrequência (RFID), também pela capacidade de gerenciar e processar dados em grande escala por computação em nuvem, porém sem comprometer a segurança dos dados e a privacidade dos cidadãos (Khan *et al*., 2015).

A aceitação generalizada de estratégias urbanas inteligentes destaca desafios de governança e oportunidades em Cidades Inteligentes, visto que melhorar o funcionamento urbano não se alcança investindo em tecnologia sem considerar a necessária reinvenção da governança – transformando processos internos e a interação com a sociedade (Barns, 2018). Neste contexto, a vida em Cidades Inteligentes requer o desenvolvimento de novas formas de inteligência urbana, tanto na capacidade cognitiva dos cidadãos urbanos, na compreensão dos lugares urbanos, nas dimensões físicas e digitais; quanto nas relações dinâmicas entre lugares, pessoas e objetos urbanos. Estas formas de espacialidades – individual ou coletiva – apoiam-se cada vez mais nas TIC e inovações (Roche, 2017; Park; Yoo, 2023).

As inovações disruptivas interativas baseadas na Web, combinadas com o compartilhamento de conteúdo pelos usuários gera uma nova e notável forma de informação geográfica. Os cidadãos usam dispositivos móveis para coletar e contribuir com dados geográficos em conjuntos de dados colaborativos (Elwood; Goodchild; Sui, 2012). SIG, mídias sociais*, big*

data, realidade virtual, *crowdsourcing* e outros tantos são os novos meios que moldam os discursos digitais da sociedade global, não fixada no tempo ou espaço (Travis, 2017).

Tais inovações também reforçam a participação pública e a ciência cidadã como ingredientes essenciais para decisões de planejamento informadas e inteligentes e para a elaboração de políticas públicas. Para isto, grandes volumes de dados que são gerados e materializados por TIC estão disponíveis à aplicação no contexto urbano e pela confiança dos gestores locais em aplicar tais tecnologias, incentivando a participação efetiva do público na governança urbana (Khan; Kiani; Soomro, 2014).

2.3 Correlação entre a Geogovernança e a Inteligência Territorial

Habitualmente, o termo "inteligência" é tratado em desconsenso, pois diferentes especialistas ou grupos o interpretam de maneiras distintas (Perego L. H.; Miguel, 2014). Sua etimologia vem do latim "*intelligentia*" ou "*intellegentia*", significando "a ação ou faculdade de entender", derivada de "*intellegere*", que significa "compreender"(Carson, 2015). Embora muitos associem inteligência à capacidade de resolver problemas complexos e fazer cálculos rápidos, o conceito abrange uma gama mais ampla de habilidades, como pensar e imaginar, sendo uma função essencial da vida (Lee, 2020).

A reflexão sobre o território é uma questão ancestral, onde as relações estabelecidas no tecido territorial geram Inteligência Territorial (Dumas, 2004). Esta inteligência integra e desenvolve conhecimentos e métodos multidisciplinares para compreender estruturas, sistemas e dinâmicas territoriais, visando um melhor controle do desenvolvimento. Utiliza ferramentas e métodos oriundos da colaboração entre atores territoriais e equipes de pesquisa, focadas em pesquisa-ação, para oferecer soluções reais aos problemas atuais, sempre pautados no desenvolvimento sustentável, governança e novas TICs (Perea-Medina; Navarro-Jurado; Luque-Gil, 2018).

Em suma, compreende que a Inteligência Territorial engloba conhecimentos multidisciplinares no campo do conhecimento do território, governança territorial e engenharia territorial; que seus métodos têm o enfoque multidimensional e qualidade técnico-científica e, portanto, mostram-se expressamente aplicáveis aos contextos participativos, aproveitando as potencialidades da sociedade do conhecimento como abordagem ideal para enfrentar globalmente os problemas do desenvolvimento sustentável no quadro de uma nova governança territorial (Perego L. H.; Miguel, 2014), ou melhor, da Geogovernança.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Do contexto teórico que considera a influência das TICs na evolução do CTM, bem como a importância da participação cidadã viabilizando efetividade e legitimação das ações governamentais em prol de melhores condições de vida urbana, por meio da geogovernança, propõe-se observar a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), executando um estudo de caso por meio de investigação exploratória, buscando analisar a disponibilidade de geoportais e plataformas participativas, bem como qualificá-los, como segue detalhado.

Primeira etapa da pesquisa compreende verificar além da oferta do geoportal, propriamente dito, os aspectos quanto à disponibilidade de: (1) informações cadastrais, (2) informações temáticas, (3) interface colaborativa. Estes aspectos foram organizados em grupos, os quais compreendem um conjunto de pontos observados segundo a existência, oferta e acesso ao tipo de informações, também se parametrizou as respostas admitidas, como elencadas na

Tabela 1, transformando a observação qualitativa em resultados quantitativos tabuláveis, de modo a construir o cenário encontrado.

Tabela 1 - Delimitação dos aspectos da pesquisa dos Geoportais na RMC.

Grupo	Itens	Respostas admitidas (Valor)
G1 – Informações Cadastrais	G1.1 – Informações do Cadastro Imobiliário: localiza a parcela (unidade) G1.2 – Boletim de Informações Cadastrais G1.3 – Planta Genérica de Valores	Não disponível (0) Disponível, acesso livre (1) Disponível, mostra apenas o perímetro da parcela (2) Disponível, acesso por login (3)
G2 – Informações Temáticas	G2.1 – Plano Diretor G2.2 – Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo G2.3 – Meio Ambiente G2.4 – Patrimônio Histórico G2.5 – Saneamento Urbano G2.6 – Limpeza Pública (Resíduos Sólidos Urbanos) G2.7 – Equipamentos Públicos G2.8 – Serviços Públicos (Saúde/Educação/Segurança) G2.9 – Sistema Viário G2.10 – Mobilidade Urbana G2.11 – Energia G2.12 – Telecomunicações G2.13 – Habitação/Regularização fundiária G2.14 – Instrumentos Urbanísticos G2.15 – Informações Socioeconômicas	Não disponível (0) Disponível (1)
G3 – Interface colaborativa	G3.1 – Alteração dos dados cadastrais G3.2 – Inserção ou atualização de informações urbanas G3.3 – Inserção de intercorrências urbanas	Não disponível (0) Disponível, acesso livre (1) Disponível, acesso por login (2)

Na segunda etapa, referente as plataformas de participação colaborativa, procedeu-se seguindo o mesmo fluxo executado na pesquisa dos geoportais, ou seja, iniciou-se pela verificação da existência de meios de colaboração participativas oferecidas pelos canais de governos eletrônicos das cidades estudadas, e depois qualificar os resultados considerando as características e questões dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características e questões analisadas nas plataformas.

Inciativas vinculadas	Questões
PC1 – Debates	PC1.1 – Disponibiliza a participação por debates PC1.2 – Permite a inserção de questões a serem debatidas PC1.3 - Permite participar com respostas abertas
PC2 - Propostas	PC2.1 - A plataforma permite a inserção de propostas PC2.2 - Permite a inserção de contribuições às propostas
PC3 – Orçamento Participativo	PC3.1 – A participação colaborativa está disponível para o orçamento participativo PC3.2 – Permite a inserção de proposta ao orçamento participativo PC3.3 – É possível escolher propostas para serem executadas PC3.4 – Permite avaliar as propostas consideradas viáveis para o orçamento participativo PC3.5 - Permite monitorar a implementação das propostas aprovadas no orçamento participativo
PC4 – Votação	PC4.1 – Disponibiliza um sistema de votação PC4.2 – É possível votar e apoiar as questões debatidas PC4.3 – É possível votar e apoiar propostas inseridas PC4.4 – É possível votar nos assuntos do orçamento participativo
PC5 – Legislação Colaborativa	PC5.1 – A participação está disponível para legislação colaborativa PC5.2 – Permite a criação de debates prévios para os projetos de lei PC5.3 – Permite a inserção de contribuições nos projetos de lei disponíveis à colaboração PC5.4 – Permite votar sobre os assuntos do projeto de lei

Por fim, dos resultados obtidos na pesquisa dos geoportais e das plataformas de participação colaborativa, considerou-se atribuir uma pontuação para as duas temáticas (geoportais e

plataformas de participação colaborativa), a qual cada grupo de questões pesquisada teria no máximo de 10 pontos em respostas positivas.

Disto, pretende-se de forma analítica e conclusiva verificar a inferência entre a diversidade de tipos de informação e meios de interação obtidos pelos resultados qualitativos, e assim compreender a se tais ferramentas no contexto da RMC colaboração para a construção de Inteligência Territorial.

4 RESULTADOS

A RMC, também conhecida por Grande Curitiba, é formada pela conurbação da capital do estado do Paraná – Curitiba e mais 28 cidades, que seguem caracterizadas na Tabela 3. A somatória destes territórios a torna uma das maiores regiões em superfície, a segunda mais populosa e está entre as 5 aglomerações urbanas com maior produto metropolitano bruto (PMB) do país. Ainda que Curitiba seja reconhecida por suas práticas em planejamento urbano inovador, e a RMC seja caracterizada por sua diversidade cultural, instituições educacionais de destaque e um setor industrial dinâmico, cabe atentar-se que coexistem as questões típicas de crescimento desordenado e, assim o enfrentamento a esses desafios requer a implementação de políticas públicas eficientes e uma governança inteligente.

Tabela 3 – Caracterização do objeto de estudo – RMC.

Municípios	Área (km²)[1]	População estimada, 2021[2]	Densidade demográfica (hab/km²)[1,2]	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)[3]	PIB per capita[4]
25 - Curitiba	434,892	1.963.726	4.515,43	0,823	49.706,64
25.01 - Adrianópolis	1.349,31	5.797	4,3	0,667	36.344,53
25.02 - Agudos Do Sul	192,26	9.567	49,76	0,66	23.289,03
25.03 - Almirante Tamandaré	194,89	121.420	623,02	0,699	13.747,91
25.04 - Araucária	469,24	148.522	316,52	0,74	130.033,87
25.05 - Balsa Nova	348,93	13.238	37,94	0,696	58.036,14
25.06 - Bocaiúva Do Sul	826,34	13.308	16,1	0,718	15.514,08
25.07 - Campina Grande Do Sul	539,25	44.072	81,73	0,686	36.457,57
25.08 - Campo Do Tenente	304,49	8.118	26,66	0,745	25.310,07
25.09 - Campo Largo	1.243,55	135.678	109,11	0,701	35.770,78
25.10 - Campo Magro	275,35	30.151	109,5	0,573	14.833,09
25.11 - Cerro Azul	1.341,19	17.884	13,33	0,733	18.086,45
25.12 - Colombo	197,79	249.277	1.260,29	0,681	22.165,61
25.13 - Contenda	299,04	19.082	63,81	0,823	21.698,39
25.14 - Doutor Ulysses	777,48	5.525	7,11	0,546	12.385,52
25.15 - Fazenda Rio Grande	116,68	103.750	889,2	0,72	25.024,45
25.16 - Itaperuçu	320,58	29.493	92	0,637	18.132,03
25.17 - Lapa	2.093,86	48.651	23,24	0,706	37.484,15
25.18 - Mandirituba	379,18	27.750	73,18	0,655	22.698,45
25.19 - Piên	254,79	13.015	51,08	0,694	65.847,99
25.20 - Pinhais	60,87	134.788	2.214,39	0,751	48.884,67
25.21 - Piraquara	227,04	116.852	514,67	0,7	12.388,67
25.22 - Quatro Barras	180,47	24.253	134,39	0,742	66.966,03
25.23 - Quitandinha	447,02	19.388	43,37	0,68	21.372,01
25.24 - Rio Branco Do Sul	812,29	32.635	40,18	0,679	37.965,68
25.25 - Rio Negro	604,14	34.645	57,35	0,76	36.276,33
25.26 - São José Dos Pinhais	946,44	334.620	353,56	0,758	92.666,20
25.27 - Tijucas Do Sul	671,89	17.295	25,74	0,636	19.467,06
25.28 - Tunas Do Paraná	668,48	9.269	13,87	0,611	13.604,11

1 -- IBGE (2022) - Área da unidade territorial: Área territorial brasileira 2021.

2 -- IBGE (2022) - Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2021.

3 -- Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020) - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - IDHM:IBGE-CENSO-2010.

4 -- IBGE (2019) - PIB dos municípios.

Nas cidades da RMC, conforme a Figura 1, observou-se que Curitiba, capital-metrópole, e as cidades de Agudos do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais e São José dos Pinhais ofertam aos cidadãos o acesso livre a um geoportal. Pontua-se que são 11 (38%) as cidades que disponibilizam a informação territorial em mapas: Adrianópolis, Almirante Tamandaré, Araucária, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Contenda, Piên, Piraquara, Quitandinha, Rio Branco do Sul e Tijucas do Sul. Restando, outras 9 (31\%) cidades a não disponibilizar qualquer tipo de informação de um CTM.

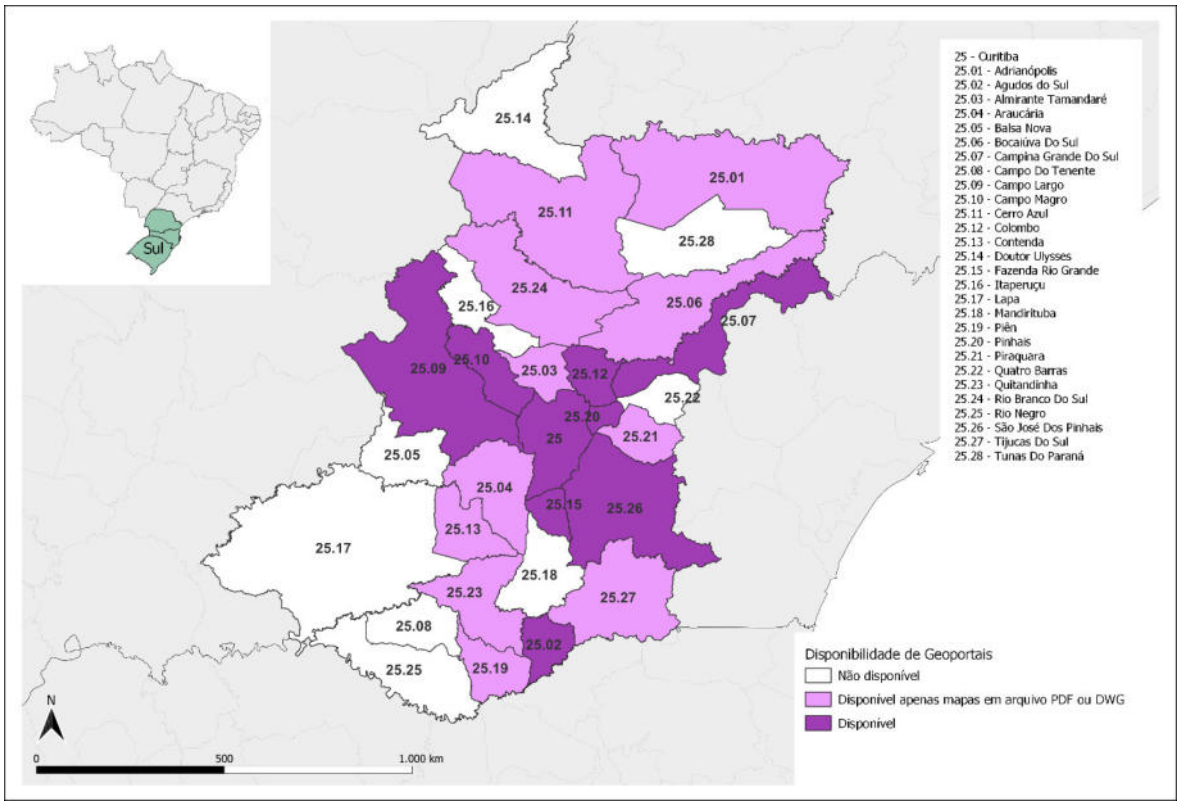


Fig. 1 – Análise dos Geoportais disponíveis na RMC.

Sobre as informações cadastrais, na Figura 2, verifica-se que dos geoportais ativos, apenas a cidade de São José dos Pinhais oferece informações referentes à parcela cadastral e ao BIC com acesso restrito por login. As outras 8 cidades disponibilizam tais informações com acesso livre, o que representa 89% das que dispõem de geoportal e 27,5% do universo RMC.

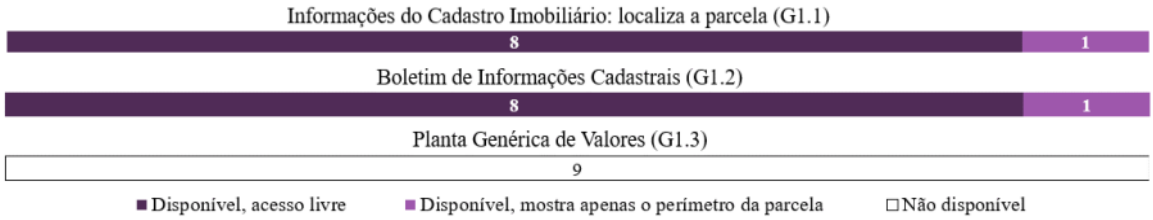


Fig. 2 – Informações Cadastrais disponíveis nos geoportais.

Das informações temáticas disponíveis nos 9 geoportais ativos encontrados na RMC obteve-se o resultado sintetizado na Tabela 4 da qual pode-se destacar Curitiba, capital-metrópole da RMC, como referência ao disponibilizar 100\% das informações temáticas pesquisadas, seguida por Agudos do Sul, Pinhais e São José dos Pinhais, que disponibilizam 40%. Ainda, é possível verificar que as informações relativas a Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo (G2.2) e Sistema Viário (G2.9) são recorrentes em todos os geoportais ativos encontrados.

Tabela 4 – Informações temáticas disponíveis nos geoportais

Municípios	G.2.1	G.2.2	G.2.3	G.2.4	G.2.5	G.2.6	G.2.7	G.2.8	G.2.9	G.2.10	G.2.11	G.2.12	G.2.13	G.2.14	G.2.15	Resultado (município)
25 - Curitiba	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	100%
25.02 - Agudos Do Sul	D	D	D	ND	ND	ND	D	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40%
25.07 - Campina Grande Do Sul	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13%
25.09 - Campo Largo	D	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	27%
25.10 - Campo Magro	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13%
25.12 - Colombo	ND	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	27%
25.15 - Fazenda Rio Grande	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13%
25.20 - Pinhais	D	D	D	ND	ND	ND	D	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40%
25.26 - São José Dos Pinhais	D	D	D	ND	ND	ND	D	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40%
Resultado (mapa temático)	56%	100%	67%	11%	22%	11%	44%	44%	100%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	

ND Não disponível D Disponível, acesso livre

Quanto as questões relacionadas a interface colaborativa, na investigação não foi encontrada disponibilidade desta forma de interação governo-cidadão em nenhum dos geoportais. Contudo, cabe mencionar que Silva e Fernandes (2020) em estudo anterior sobre as capitais brasileiras, Curitiba destacava-se como a capital a oferecer 100% das possibilidades de interface colaborativa com acesso aberto, como constam na Tabela 1.

Sobre a transparência, os resultados apontam por um contexto de baixa relevância, pois além do número de cidades a disponibilizar um geoportal ser reduzido, pouco menos de 1/3 do total, a diversidade de tipos de informação também apresenta resultados na sua maioria inferiores a 50%, como pode ser visualizado na Figura 3. Entretanto, importante ressaltar que todos os geoportais disponibilizam as informações de configuram um CTM. Também, destaca-se positivamente a cidade de Curitiba, que dos tipos averiguados, só não da transparência as informações relacionadas a PGV.

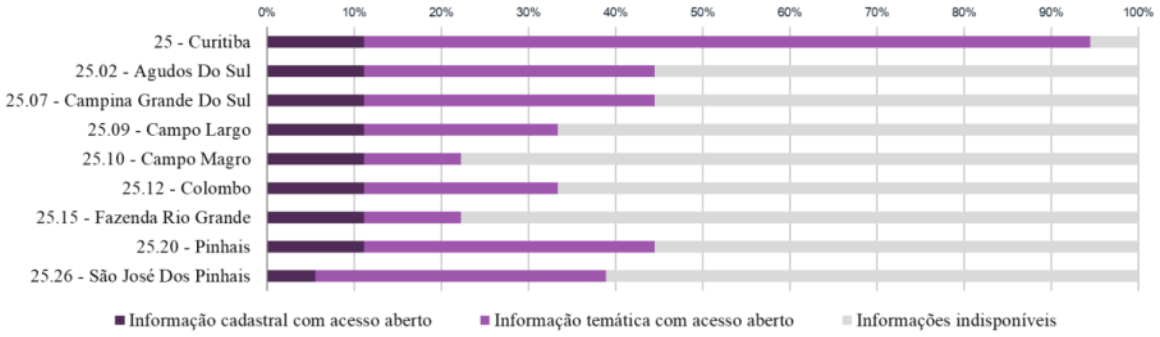


Fig. 3 – Análise da transparência.

Sob a perspectiva dos pilares da democracia aberta, que são cooperação, participação e transparência, considerou-se verificar as questões de geogovernança quanto à existência de canais na web para o debate público participativo, inclusive ou especialmente tratam das questões do território e ambiente. Assim, da pesquisa quantitativa para a disponibilidade de plataforma de participação colaborativa retornou com resultado nulo, pois não foram encontrados em ambiente de governo eletrônico a disponibilidade de nenhuma plataforma. Entretanto, cabe pontuar que a cidade de Campo Largo disponibiliza, para o processo de revisão de planos diretores, a participação restrita a preenchimento de formulários com questões pré-estabelecidas, sem que fosse possível aos cidadãos a iniciativa de propostas.

Por fim, compreendendo que Geogovernança abarca estimular e validar processos participativos viabilizando cocriação de um futuro sustentável para as cidades, que é o caminho diuturno à construção da Inteligência Territorial, que considera especialmente a percepção do território por um contexto participativo, integrando iniciativas de inovação à colaboração de todos os atores territoriais focados em estabelecer soluções tangíveis para as questões urbanas. Assim, inferindo todas as questões investigadas, na Figura 4, o resultado

obtido traduz apenas a pouca diversidade de geoinformação, apontando a cidade de Curitiba em destaque na disponibilidade de dados em seu geoportal.

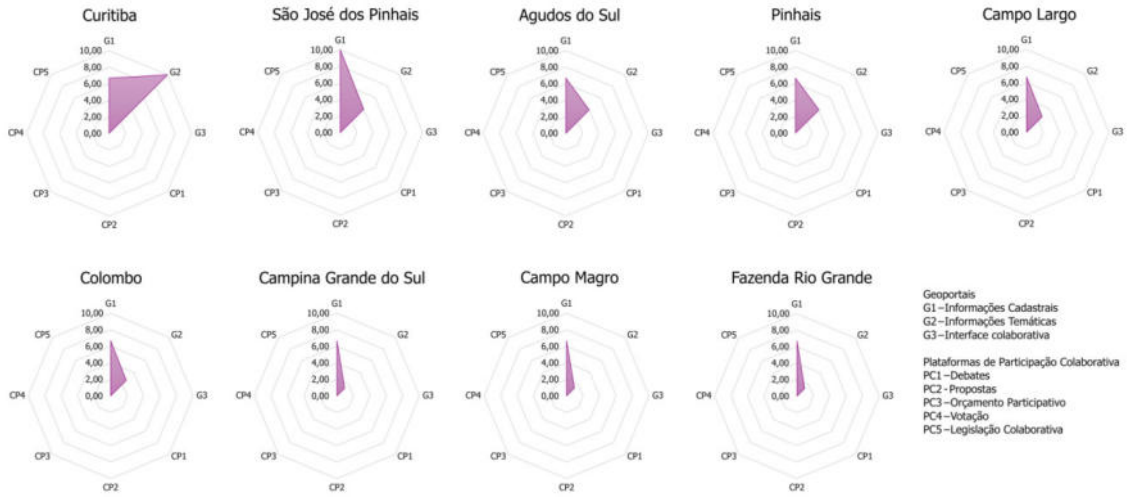


Fig. 4 – Resultados qualitativos sobre Geoportais e Plataformas de Participação Colaborativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TICs são essenciais para transformar a vida urbana, especialmente na governança inteligente, onde a geoinformação é fundamental para decisões públicas eficazes. As cidades inteligentes, impulsionadas por tecnologias disruptivas, podem responder aos desafios urbanos contemporâneos, com a governança inteligente usando o CTM, que é uma ferramenta eficaz ao fornecer informações sobre a gestão territorial, apoiando uma gestão urbana transparente e participativa, visando melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e gerar valor público. No entanto, o sucesso depende da colaboração ativa de diversos atores, incluindo governos, instituições, empresas e cidadãos, em busca do desenvolvimento urbano sustentável e inteligente. Portanto, é crucial integrar formas de participação colaborativa nos geoportais para impulsionar a prática da geogovernança.

A investigação traz evidências quanto à necessidade de disseminação do uso, aplicação e instituição do CTM, bem como das plataformas de participação colaborativa pelos governos das cidades estudadas. Portanto, no contexto do RMC, pode-se notar que a geoinformação, a transparência e a participação colaborativa são aspectos que ainda precisam ser qualificados e consolidados como instrumentos eficazes para geogovernança. A disponibilidade de participação colaborativa, bem como o uso do CTM merece atenção especial dos governos, pois há espaço para melhorias qualitativas e quantitativas, a fim de garantir ações administrativas com valor público e torná-las eficazes como cidades inteligentes.

6 REFERÊNCIAS

Albino, V.; Berardi, U.; Dangelico, R. M. (2015) Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**, v. 22, n. 1, p. 3–2.

Alemie, B. K.; Bennett, R. M.; Zevenbergen, J. (2015) Evolving urban cadastres in ethiopia: The impacts on urban land governance. **Land use policy**, v. 42, p. 695–705.

Barns, S. (2018) Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance. **City, culture and society**, v. 12, p. 5–12.

Bertacchini, Y.; Girardot, J.-J.; Gramaccia, G. (2006) De l'intelligence territoriale. théorie, posture, hypothèses, définitions. **5e colloque"TIC et Territoire: quells développements?"** Université de Franche Comté, Besançon, 9-10 juin 2006.

Caiaffa, E. et al. (2008) Geographic information science: a step toward geo-governance solutions. **3rd International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications,** Damascus, Syria, 2008.

Calegari, G. R.; Celino, I.; Peroni, D. (2016) City data dating: Emerging affinities between diverse urban datasets. **Information Systems**, v. 57, p. 223–240.

Caragliu, A.; Bo, C. D.; Nijkamp, P. (2011) Smart cities in europe. **Journal of Urban Technology**, v. 18, n. 2, p. 65–82.

Carson, J. (2015). Intelligence, history of the concept. In J. D. Wright (Ed.), **International encyclopedia of the social and behavioral sciences.** Vol. 12 (2. ed., pp. 309-312). Oxford: Elsevier.

Castells, M. (2016) **A Sociedade em Rede. A Era da Informação: economia, sociedade e cultura**. Paz e Terra, São Paulo.

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T.A. & Scholl, H. J. (2012) Understanding smart cities: An integrative framework. In **2012 45th Hawaii international conference on system sciences**, IEEE. January 2012.

Dawidowicz, A.; Źróbek, R. (2018) A methodological evaluation of the polish cadastral system based on the global cadastral model. **Land use policy**, v. 73, p. 59–72.

Dubus, N., Helle, C., & Masson-Vincent, M. (2010). De la gouvernance à la géogouvernance: de nouveaux outils pour une démocratie locale renouvelée. L'Espace Politique. **Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique**, (10).

Dumas, P. (2004). Intelligence, territoire, décentralisation ou la région à la française. **ISDM**, (16).

Elwood, S.; Goodchild, M. F.; Sui, D. Z. (2012) Researching volunteered geographic information: Spatial data, geographic research, and new social practice. **Annals of the association of American geographers**, v. 102, n. 3, p. 571–590.

Enemark, S. (2010) From cadastre to land governance: The role of land professionals and FIG. In: **Annual World Bank Conference on Land Policy and Administration,** Washington D.C., 26-27 April 2010.

Foroozesh, F., Monavari, S.M., Salmanmahiny, A., Robati, M., Rahimi, R. (2022) Assessment of sustainable urban development based on a hybrid decision-making approach: Group fuzzy bwm, ahp, and topsis–gis. **Sustainable Cities and Society**, 76:103402.

Harrison, T. M. *et al.* (2011) Open government and e-government: Democratic challenges from a public value perspective. In: **Proceedings of the 12th Annual International Digital**

Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times. 245–253, June 2011.

Khan, Z., Anjum, A., Soomro, K., & Tahir, M. A. (2015) Towards cloud based big data analytics for smart future cities. **Journal of Cloud Computing**, v. 4, n. 1, p. 1–11.

Khan, Z.; Kiani, S. L.; Soomro, K. (2014) A framework for cloud-based context-aware information services for citizens in smart cities. **Journal of Cloud Computing**, v.3, n.1, p.1–17.

Lee, D. (2020) **Birth of intelligence: from RNA to artificial intelligence**. Oxford University Press.

Malah, A., Bahi, H. (2020) Integrated multivariate data analysis for urban sustainability assessment, a case study of casablanca city. **Sustainable Cities and Society**, 86:104100.

Miller, H. J. (2020) Geographic information science iii: Giscience, fast and slow–why faster geographic information is not always smarter. **Progress in Human Geography**, v. 44, n. 1, p. 129–138.

Park, J., Yoo, S. (2023) Evolution of the smart city: three extensions to governance, sustainability, and decent urbanisation from an ict-based urban solution. **International Journal of Urban Sciences,** 27(sup1):10–28.

Perea-Medina, M. J.; Navarro-Jurado, E.; Luque-Gil, A. M. (2018) Inteligencia territorial: conceptualización y avance en el estado de la cuestión. vínculos posibles con los destinos turísticos. **Cuadernos de Turismo**, n. 41.

Perego L. H.; Miguel, R. S. (2014) **Innovación e Inteligencia Estratégica: Transformando Información en Conocimiento.** Eumed.net.

Roche, S. (2014) Geographic information science i: Why does a smart city need to be spatially enabled? **Progress in Human Geography**, v. 38, n. 5, p. 703–711, 2014.

___. (2017) Geographic information science iii: Spatial thinking, interfaces and algorithmic urban places–toward smart cities. **Progress in Human Geography**, v. 41, n. 5, p. 657–666.

Silva, A. O. d.; Fernandes, R. A. S. (2020) Smart governance based on multipurpose territorial cadastre and geographic information system: An analysis of geoinformation, transparency and collaborative participation for brazilian capitals. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104752.

Travis, C. (2017) Geohumanities, giscience and smart city lifeworld approaches to geography and the new human condition. **Global and Planetary Change**, v. 156, p. 147–154.

Vincent, M. M., Dubus, N., Bley, D., Voiron, C., Helle, C., Cheylan, J. P., ... & Piot, J. Y. (2012). La Géogouvernance: un concept novateur?. **Cybergeo: European Journal of Geography.**

__. (2011) Information géographique, analyse spatiale et géogouvernance. **LEspace geographique**, v. 40, n. 2, p. 127–132.

Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., & Rajabifard, A. (2010). **Land administration for sustainable development.** Redlands, CA, USA: ESRI Press Academic.

ANÁLISE E METODOLOGIA DO MAPEAMENTO COLABORATIVO DO CONJUNTO ARQUITETÔNICO E URBANÍSTICO DE SÃO JOÃO DEL-REI: UMA ABORDAGEM INTERINSTITUCIONAL

L. S. Almança, N. Larsen, R. G. Da Luz, S. E. Ventorini, J. G. F. Teixeira

RESUMO

Este artigo apresenta o mapeamento do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei, com ênfase na discussão de sua metodologia e análise de alguns dos resultados produzidos, destacando sua contribuição para a gestão urbana integrada e sustentável, na perspectiva das Cidades Inteligentes e Humanas. O conjunto foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1938, e, atualmente, a instituição é responsável por sua preservação. Discute-se a necessidade de conhecimento sistematizado para subsidiar ações de preservação e gestão do patrimônio urbano, partindo-se do pressuposto que as informações geográficas estruturadas possibilitam que os gestores do patrimônio identifiquem padrões e tendências no espaço, ao longo do tempo. A análise dos dados de caracterização da área permitirá que o IPHAN trace diretrizes de gestão e preservação mais assertivas e utilize seus recursos de forma mais racionalizada, com base no conhecimento da área sobre a qual atua.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta a análise dos primeiros resultados da pesquisa de mapeamento colaborativo realizada entre a Universidade Federal de São João (UFSJ) e o Instituto Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Trata-se de uma pesquisa em andamento, cujos objetivos são elaborar uma base de dados cartográficos do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei, atuar na formação de recursos humanos e realizar práticas educativas visando a preservação do patrimônio arquitetônico do município. O recorte da pesquisa proposto para esse artigo compreende os procedimentos de coleta e análise de dados, adotados em atenção ao objetivo de criação da base cartográfica da área de estudo. Evidencia-se as contribuições do mapeamento para o planejamento urbano integrado e sustentável, tendo em vista o contexto da preservação do patrimônio urbano acautelado pelo IPHAN no município supracitado.

O Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei foi reconhecido como patrimônio nacional pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN, atual IPHAN) no ano de 1938, e, desde então, figura como importante sítio onde podem ser apreendidos valores históricos e artísticos relativos a fatos memoráveis da história da nação brasileira. Em um primeiro momento, foi acautelada toda a área urbana da cidade, e em 1947 foi delimitado o conjunto arquitetônico e urbanístico na extensão conhecida atualmente, compreendendo 28 (vinte e oito) logradouros, que contém, 878 (oitocentas e

setenta e oito) edificações, fontes e Passos, 2 (duas) pontes e 9 (nove) igrejas. Além disso, a cidade de São João del-Rei abriga outros 6 (seis) bens tombados individualmente, também pelo IPHAN.

O instrumento jurídico de acautelamento que incide sobre o conjunto é o tombamento, conforme instituído pelo Decreto-lei nº 25 de 1937. De acordo com a jurista Sonia Rabello de Castro (2016, p.2) "O principal efeito da imposição do tombamento é conservar os bens materiais, coisas móveis ou imóveis que são reconhecidas como portadoras de valores culturais. Com a imposição do tombamento, são criadas obrigações para os proprietários de bens tombados, para o poder público, como para a sociedade em geral, de manter e conservar o bem cultural." O Decreto-lei nº 25/37 também estabelece em seu Artigo 17: "As coisas tombadas não poderão, em caso nenhum ser destruídas, demolidas ou mutiladas, nem, sem prévia autorização especial do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, ser reparadas, pintadas ou restauradas, sob pena de multa de cinquenta por cento do dano causado" (Brasil, 1937). Dessa forma, o IPHAN se torna o responsável por conceder a referida autorização para intervenção nas edificações tombadas e deve publicizar as diretrizes e procedimentos necessários para tal.

Tais procedimentos estão descritos na Portaria IPHAN nº 420/2010 e as diretrizes que orientam as intervenções nos imóveis tombados devem ser produzidas de acordo com a realidade de cada conjunto urbano, a partir de diagnósticos aprofundados acerca das características do sítio. Nesse sentido, uma das maiores demandas na atuação do IPHAN em relação à gestão dos conjuntos urbanos é a da elaboração de normas que explicitem os critérios de intervenção "[...] dando diretrizes para moradores e poder público intervirem no espaço urbano e nos edifícios e tornando claros os parâmetros utilizados para a análise e aprovação dos projetos de intervenção propostos" (IPHAN, 2011).

Além disso, o instrumento do tombamento, por si só, não garante a plena conservação do patrimônio cultural, pois esta está atrelada a outros instrumentos de gestão referentes às ações de proteção do patrimônio cultural, conforme define a Constituição Federal de 1988, em seu Artigo nº 216, parágrafo 1º: "O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação." (Brasil, 1998).

Dessa forma, observa-se que a gestão do patrimônio cultural está intimamente ligada à produção de conhecimento sobre os bens enquanto objetos das políticas de salvaguarda. Isso pode ser averiguado, no contexto dos bens tombados, por meio da produção dos dossiês de tombamento e através dos inventários, que "[...] por meio da sistematização de dados, são modos de produção de conhecimento sobre bens culturais para identificá-los e valorizá-los como patrimônio cultural" (Motta, Silva, 2016). Diante do exposto, podemos afirmar que a gestão e preservação do patrimônio cultural depende, necessariamente, de conhecimento estruturado sobre os bens salvaguardados.

No contexto do conjunto urbano de São João del-Rei, a representação do IPHAN se dá através do Escritório Técnico de São João del-Rei (ETSJDR), que trabalha pelo desenvolvimento de normas de preservação para o conjunto, visando sua manutenção e preservação com clareza de critérios para intervenções. Entretanto, identificou-se que o ETSJDR enfrenta um cenário de extrema falta de dados de diagnóstico da área sobre a qual atua, o que dificulta sua atuação cotidiana em fiscalizações e aprovação de intervenções,

além do desenvolvimento das referidas normas. Anteriormente, o escritório contava apenas com levantamento da década de 1980, e mais recentemente um mapa desenhado em plataforma CAD, sem georreferenciamento, sem informação do endereço das edificações, da quantidade total de imóveis e desatualização nos nomes dos logradouros.

Assim, na pesquisa coletaram-se e analisaram-se dados pertinentes ao conhecimento dos atributos arquitetônicos e estilísticos da área tombada, em atendimento à necessidade de informações do ETSJDR. Para isso, elaborou-se produtos cartográficos para a representação georreferenciada da área de estudo com o auxílio de mapas temáticos e do processamento de imagens captadas com aeronave remotamente pilotada (ARP). Entende-se que esses produtos são extremamente necessários à caracterização da área tombada, atuando na perspectiva do emprego das tecnologias da informação e comunicação (TICs) em prol da gestão urbana eficiente, pautada na coleta, processamento e análise de dados atualizados, além de visar a modernização das práticas do ETSJDR na gestão do patrimônio urbano.

2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 O contexto urbano de São João del-Rei

O município de São João del-Rei se localiza no estado de Minas Gerais, na mesorregião do Campo das Vertentes e possui extensão territorial de 1.452.002 de quilômetros quadrados. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município possui 90.225 habitantes e densidade demográfica de 62,14 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022). A figura 1 ilustra a localização da área de estudo.

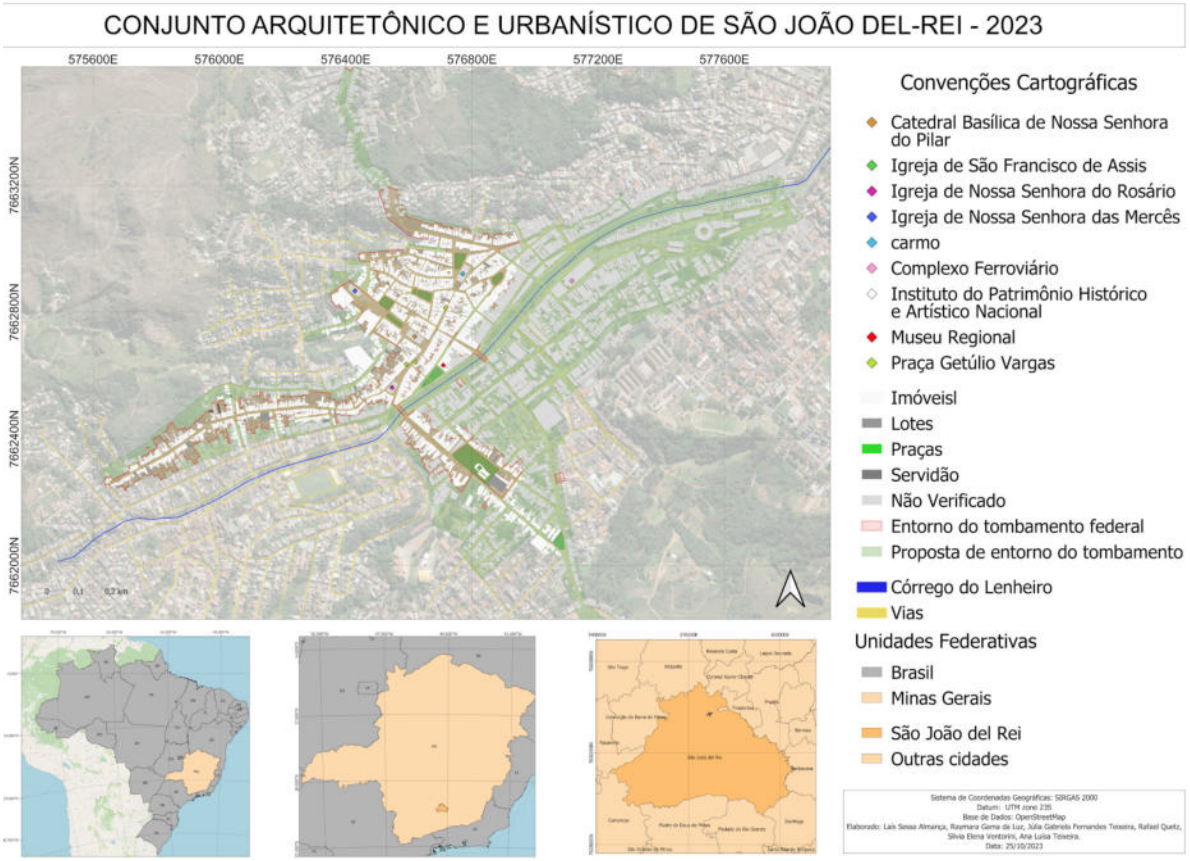


Fig. 1 Localização do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei.

Às margens do Rio das Mortes, corpo d'água nomeado em consequência dos conflitos entre os nativos indígenas e bandeirantes paulistas, foi instalado o primeiro arraial que deu origem à cidade de São João del-Rei. O paulista Tomé Portes del-Rei instalou um posto de cobrança de passagem de viajantes, denominado Porto Real da Passagem, criando, em torno deste, o primeiro núcleo de povoamento da região.

Por volta de 1702 houve a descoberta de ouro à margem direita do Rio das Mortes, localidade que veio a ser denominada Arraial de Santo Antônio, hoje conhecida como a cidade de Tiradentes. Logo após os achados no Arraial de Santo Antônio, foi encontrado ouro, por volta de 1705, também na margem esquerda do rio, atraindo forasteiros que passaram a explorar a encosta da Serra do Lenheiro. Estabeleceu-se, então, o povoamento designado Arraial Novo de Nossa Senhora do Pilar, que veio a se chamar Arraial Novo do Rio das Mortes e, atualmente, São João del-Rei (Andrade, 2013).

O Arraial vivenciou a Guerra dos Emboabas no século XVIII, conflito entre paulistas e emboabas (denominação atribuída a qualquer grupo estrangeiro que não fosse paulista) em torno da exploração aurífera e da dominação do território. Com a vitória dos Emboabas e a confirmação da existência do ouro em abundância, a ocupação do território prosperou, culminando na elevação do arraial a Vila, em 1713, e na obtenção do posto de sede da Comarca do Rio das Mortes, em 1714. A partir de então, o povoado sofreu um processo de urbanização expressivo, acompanhando espontaneamente os relevos da paisagem natural. Estima-se que no início do século XIX, antes de se tornar cidade, a localidade já possuía cerca de mil edificações (IPHAN, 2017). A Vila de São João del-Rei foi elevada à categoria de cidade em 1838 e, nesta época, possuía cerca de 1600 casas, distribuídas em 24 ruas e 10 praças (Pereira, 2009).

O declínio da exploração do ouro se sucedeu a partir do final do século XVIII, mas ao contrário de outras cidades mineiras, São João del-Rei não sofreu com a estagnação econômica. A cidade expandiu sua base econômica, se consolidando como polo comercial ao longo do século XIX, atraindo a Estrada de Ferro Oeste de Minas (EFOM) e desenvolvendo atividades industriais. Com isso, "o casario setecentista do núcleo original sofreu grandes intervenções e isso refletiu também no traçado urbano, com a demolição de quarteirões e a abertura de ruas" (IPHAN, 2016). Já no século XX, a cidade enfrenta o prolongamento de ruas e reformas urbanas para a abertura de novas vias. Segundo Maldos (2000), a partir da década de 1940 houve uma aceleração das transformações, chefiadas pela administração municipal. É justamente nesse contexto de transformações urbanas que o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), atual IPHAN, propõe o reconhecimento da cidade enquanto patrimônio histórico e artístico nacional.

2.2 O Conjunto Arquitetônico e Urbanístico

O conjunto de São João del-Rei foi tombado pelo SPHAN em 1938, logo no segundo ano de funcionamento da instituição, e correspondeu à primeira inscrição no Livro do Tombo de Belas Artes. O reconhecimento desta cidade enquanto patrimônio histórico e artístico nacional se associa ao contexto de instituição de políticas de proteção do patrimônio nacional no Brasil e do surgimento do próprio SPHAN. Desde a segunda década do século XX, intelectuais alinhados ao movimento modernista brasileiro se interessavam pela preservação da arte e arquitetura coloniais, pois estas seriam a manifestação da tradição e arte autenticamente brasileiras (Fonseca, 2017). Dessa forma, em 1937, intelectuais

modernistas se reuniram em torno da criação do SPHAN e da elaboração das primeiras políticas de preservação do patrimônio nacional, atreladas à ideia de construção de uma identidade nacional a partir da arte e arquitetura produzidas no período colonial.

Em Minas Gerais, os modernistas encontraram a verdadeira e tradicional expressão da arte e arquitetura brasileiras, e, assim, procederam com o tombamento de seis cidades mineiras, dentre elas, São João del-Rei. Essas foram reconhecidas como verdadeiras obras de arte, devendo ser preservadas como registros da memória de uma tradição nacional em construção (Sant'Anna, 2015). A seleção desses sítios urbanos enquanto patrimônio nacional foi pautada nos conceitos de excepcionalidade e monumentalidade, características presentes em seu casario e sua arquitetura religiosa católica. Tais cidades possuíam conjuntos urbanos coesos e uniformes, formados por edificações de feições coloniais, atendendo ao paradigma da cidade-monumento proposto por Márcia Sant'Anna (2015), que sintetiza esse primeiro trabalho do SPHAN na seleção de cidades enquanto monumentos do patrimônio nacional.

O tombamento de São João del-Rei se estendia, em um primeiro momento, a toda área urbana, fato que causou grande insatisfação pública, gerando pressões para a elaboração de uma proposta de delimitação da área tombada. O conjunto recebeu tal delimitação somente em 1947, compreendendo uma área que se limita aos logradouros que representam uma unidade e harmonia do casario colonial (Tavares, 2014). Quanto à produção de conhecimento estruturado sobre os bens tombados, o dossiê de tombamento de São João del-Rei não contém diagnósticos da área salvaguardada, e apesar da existência de vários estudos que visavam implementar planos de desenvolvimento urbano e novas delimitações da área tombada, nenhum destes foi efetivamente implementado pelo IPHAN.

Por fim, não houve a tentativa de se estruturar conhecimento sobre os bens tombados a partir de metodologias de inventário desenvolvidas pelo próprio IPHAN, como o Inventário Nacional de Bens Imóveis: Sítios Urbanos Tombados (INBI-SU), por exemplo. A partir do exposto, definiu-se a área da poligonal de tombamento, traçada em 1947, como foco do estudo relatado neste artigo (figura 1), estruturando conhecimentos necessários à caracterização dos elementos urbanos tombados através do mapeamento temático.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A fundamentação teórica está ancorada no conceito de cidades inteligentes e humanas. Essa perspectiva compreende as cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentável, em seus aspectos econômicos, ambientais e socioculturais, atuando de maneira planejada, inovadora e inclusiva, e promovendo o letramento digital, a governança colaborativa e a gestão em rede. Além disso, utilizam a tecnologia como ferramenta para abordar problemas reais, criar oportunidades, oferecer serviços eficientes, reduzir disparidades, fortalecer a resiliência e aprimorar a qualidade de vida de todos os cidadãos (Carta Brasileira para cidades inteligentes, 2023).

Nessa perspectiva, o sistema de informações construído na pesquisa corresponde à base para o desenvolvimento de ferramentas digitais de gestão do patrimônio urbano em São João del-Rei, além de atuar em prol da democratização do conhecimento sobre a área urbana, à medida que se estrutura por meio de plataformas e softwares gratuitos e livres, métodos de colaboração e compromisso com a publicização do conhecimento. Dessa forma, o estudo possibilita a incorporação de aspectos fundamentais para implementação

de processos de planejamento integrado e sustentável, dentro da perspectiva das cidades inteligentes.

A pesquisa também se baseia em modelos de colaboração para aquisição de dados a partir dos conceitos de *Crowdsourcing* e *Volunteered Geographic Information* (VGI). O termo Crowdsourcing se origina na junção das palavras *crowd* (multidão) e *outsourcing* (terceirização), e, em resumo, utiliza o trabalho de um grupo de pessoas para realizar tarefas, auxiliando o responsável pela demanda (Estellés-Arolas; Guevara, 2012). Já o termo VGI corresponde a um método de colaboração no qual uma base de dados é gerada através do trabalho de voluntários, que se reúnem em torno do mapeamento de algum lugar de interesse (Goodchild, 2007). Esses métodos de colaboração foram empregados na aquisição das informações que compõem a base vetorial dos mapas temáticos.

Os principais atributos físicos do conjunto, bem como características volumétricas e estilísticas de cada edificação foram expressos em mapas através da Cartografia Temática, categoria de mapas que se propõe a representar mais do que um levantamento topográfico, à medida que incorpora informações de outras ordens. A Cartografia Temática representa não apenas as categorias "vistas", circunscritas à face da terra, mas também as categorias "conhecidas", apreensões dos fenômenos que ocorrem em dado território (Martinelli, 2010). Nesse caso, os fenômenos apreendidos correspondem a dados necessários à gestão do patrimônio edificado.

Esses procedimentos se inserem na consolidação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que, em definição dada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), "[...] é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies" (INPE, 2006). Considerando que a proteção dos bens patrimoniais na contemporaneidade implica em processos de salvaguarda de natureza digital e informacional (Dodebei, 2006), o Sistema de Informações Geográficas se apresenta como um interessante meio para produção de uma face informacional do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei.

3.1 Procedimentos metodológicos

Na Figura 2, apresenta-se o fluxograma metodológico da pesquisa, sintetizando os processos envolvidos no mapeamento do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei. A pesquisa foi realizada em colaboração técnica entre o Escritório Técnico do IPHAN, em São João del-Rei e o grupo de pesquisa Unificar Ações e Informações Geoespaciais (UAIGeo), do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei (DEGEO-UFSJ). Para o desenvolvimento da pesquisa e elaboração dos produtos, optou-se pela adoção de uma estrutura colaborativa e uso de plataformas gratuitas, como o Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS, a plataforma OpenStreetMap, o software de processamento de fotografias aéreas OpenDroneMap e o conjunto de ferramentas disponibilizado pela plataforma KoboToolbox.

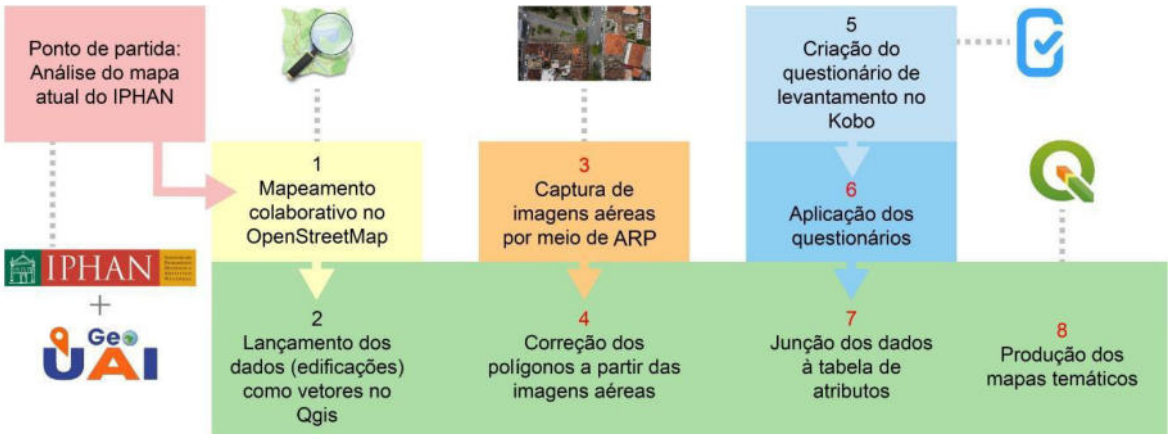


Fig. 2 Fluxograma sintetizando os procedimentos metodológicos.

A base cartográfica foi criada no OpenStreetMap, plataforma que utiliza os regimes colaborativos de *crowdsourcing* e *volunteered geographic information* para o mapeamento dos vetores (polígonos, pontos ou linhas que correspondem a feições existentes no território) que compõem a base (etapa 1). Tais vetores foram gerados em uma tarefa disponível apenas para usuários com quem a equipe de projeto compartilhasse acesso. Para realização dessa tarefa, foi organizada uma "mapatona", recrutando voluntários graduandos do curso de geografia ao redor do Brasil. As informações foram traçadas a partir da imagem de satélite fornecida pelo OpenStreetMap, proveniente da empresa Maxar Technologies. Os vetores criados no OpenStreetMap foram posteriormente inseridos QGIS (etapa 2), para que pudessem ser retificados a partir de uma imagem mais aproximada em relação à imagem de satélite utilizada no mapeamento no OpenStreetMap.

Para tal, foram capturadas imagens com uma aeronave remotamente pilotada (ARP) (etapa 3) para criar um ortomosaico (mosaico das fotografias ortorretificadas) em alta resolução, permitindo a correção dos dados importados do OpenStreetMap dentro do Qgis (etapa 4). A correção se fez necessária pois as imagens de satélite são mais imprecisas em relação às de ARP. Com o satélite na imagem de zoom máximo no OpenStreetMap, cada pixel corresponde de 30 a 50 cm de área real (UN Mappers, 2022), já com o ortomosaico, trabalhamos com imagens de 5 centímetros por pixel, em média. Além disso, a ortorretificação das imagens aéreas elimina ângulos e distorções, garantindo, assim, que os elementos representados estão em verdadeira grandeza a partir de sua posição ortográfica.

As etapas 5 e 6 correspondem à estruturação de uma ficha de levantamento (denominada questionário na imagem), uma forma de inventário, que foi aplicado a cada imóvel na área de estudo, produzindo um grupo de dados compilados em tabela. O referido formulário foi aplicado pela equipe do UAIGeo em um levantamento realizado em campo e por intermédio da visualização do Google Street View, que dispõe de imagens atualizadas de maio de 2022. A ferramenta utilizada para a criação e aplicação da ficha de inventário, e para a compilação e download dos dados foi o KoboToolbox, por meio do website e do aplicativo para dispositivos móveis KoboCollect. O KoboToolbox permite a criação de formulários compartilhados em equipes de projeto, sendo aplicado, inclusive, em levantamentos de dados de caráter humanitário ao redor do mundo. Este website permitiu que o grupo de trabalho colaborasse na construção de uma ficha de inventário para coleta dos dados pertinentes à caracterização dos 878 imóveis do conjunto arquitetônico.

O formulário criado no KoboToolbox foi disponibilizado para os dispositivos móveis (celulares de sistema operacional Android) da equipe, por meio do aplicativo KoboCollect, adquirido gratuitamente na Play Store. O KoboCollect permite que o formulário criado anteriormente seja importado no dispositivo móvel e preenchido sem a utilização de internet (off-line), o que facilita a atuação da equipe nas possíveis situações de campo. Após o preenchimento das questões, o usuário se conecta brevemente à internet para envio das respostas, que ficam armazenadas no *website* do KoboToolbox. Então, os dados são compilados automaticamente e podem ser baixados individualmente ou em forma de tabela.

Posteriormente, ocorre a correção e verificação das informações coletadas conforme as regras de preenchimento estabelecidas, visando as especificidades de importação do banco de dados no QGIS. A tabela com os dados do inventário foi então importada no QGIS, e as informações nela contidas foram adicionadas à base cartográfica, de forma que ao acessar qualquer atributo do mapa o usuário consiga verificar os dados atrelados àquela feição.
Por fim, realizou-se a etapa de produção dos mapas temáticos (etapa 8). Cabe destacar que uma das questões mais importantes para o mapeamento temático são os critérios visuais acionados para representar os dados espacializados, objetivando a leitura correta e clara dos mapas. Nesse caso, optou-se por trabalhar a relação dos fenômenos em área (correspondente à projeção das edificações no espaço urbano) com uma abordagem quantitativa ou ordenada, exprimindo relações de diferenciação ou ordem através da variação de cores.

Por ser uma iniciativa estruturada a partir de bases de dados e softwares livres, o projeto traz uma perspectiva de compartilhamento do conhecimento construído, possibilitando a livre apropriação, utilização e modificação dos dados para constituição de novos produtos. O conhecimento livre pressupõe o total compartilhamento dos dados, tendo em vista a democratização do acesso ao conhecimento estruturado. Para possibilitar esse compartilhamento de informações, foi criado um *webmap* com os dados do projeto, permitindo a livre consulta aos atributos mapeados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mapatonas realizadas no OpenStreetMap possibilitaram a criação de feições vetoriais de todo o perímetro urbano de São João del-Rei, para além do conjunto tombado. A partir do mapeamento colaborativo, foi possível adquirir dados vetoriais em forma de polígono, correspondentes às edificações, praças e lotes vazios, bem como dados lineares, correspondentes à estrutura viária da cidade. A articulação dos dados do KoboToolbox à base cartográfica do OpenStreetMap permitiu a criação de um sistema de informações inédito no contexto da atuação do IPHAN em São João del-Rei, compondo um diagnóstico geral do sítio urbano.

O levantamento realizado com o KoboCollect permitiu a coleta e sistematização de categorias importantes à caracterização da área de estudo (tabela 1), resultando em uma base de dados das edificações tombadas. A partir da base de dados criada, foi possível realizar uma análise quantitativa das categorias mapeadas, aprofundando ainda mais o conhecimento acerca dos atributos arquitetônicos identificados. Apresenta-se os resultados referentes a uma das categorias de dados levantadas, a fim de ilustrar os produtos obtidos.

Tabela 1 Categorias de dados levantadas com o KoboToolbox

Categorias levantadas	Estrutura da questão
Tipo do objeto analisado	Questão fechada – selecionar apenas uma resposta
Foto do objeto	Tirar foto ou escolher a partir da galeria
Endereço	Questão aberta com instruções de preenchimento
Testada aproximada	Questão aberta com instruções de preenchimento
Altura aproximada	Questão aberta com instruções de preenchimento
Número de pavimentos	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Ocupação do solo	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Uso do solo	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Possui garagem	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Tipologia estilística	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Época da construção	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Grau de caracterização	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Ambiência	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Revestimentos da fachada	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Platibanda/beiral	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Fechamento do lote	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Implantação no lote	Questão fechada - selecionar mais de uma resposta
Nível em relação à rua	Questão fechada - selecionar apenas uma resposta
Estado de conservação	Questão de rating – classificação

A noção de integridade adotada na pesquisa se refere a quanto a edificação foi alterada para incorporar novos elementos decorativos ou estruturais, fugindo à sua tipologia estilística original. Os graus de caracterização se dividem em íntegro, que representa os elementos mantidos em sua totalidade; pouco alterado, significando a presença de elementos que claramente não são originais do período de construção, mas que não prejudicam tanto a leitura da tipologia estético-estilística do imóvel; muito alterado, correspondendo à alteração dos elementos a ponto de dificultar a leitura estético-estilística do imóvel; descaracterizado, assinalando grau de alteração tão alto a ponto de modificar completamente as feições do edifício. A grande maioria (56%) dos imóveis possui poucas alterações, totalizando 461 edificações. Poucos são os imóveis íntegros, correspondendo a apenas 11,6%, ou 95 imóveis. Os imóveis muito alterados (173) e descaracterizados (89) somam, juntos, 31,8% do total, e ao considerar que ambas as categorias sofreram significativa perda de autenticidade, esse número é expressivo.

A espacialização dessa classe de dados a partir da Cartografia Temática (figura 3), possibilita aferir a ocorrência de cada categoria ao longo dos logradouros tombados, sendo possível identificar trechos mais íntegros ou mais descaracterizados do conjunto urbano. A análise espacial permite que o IPHAN desenvolva diretrizes de preservação alinhadas às realidades de cada segmento urbano, atuando de forma a preservar a integridade dos imóveis menos alterados, e, ainda, evitar a perda dos elementos remanescentes nos imóveis mais alterados.

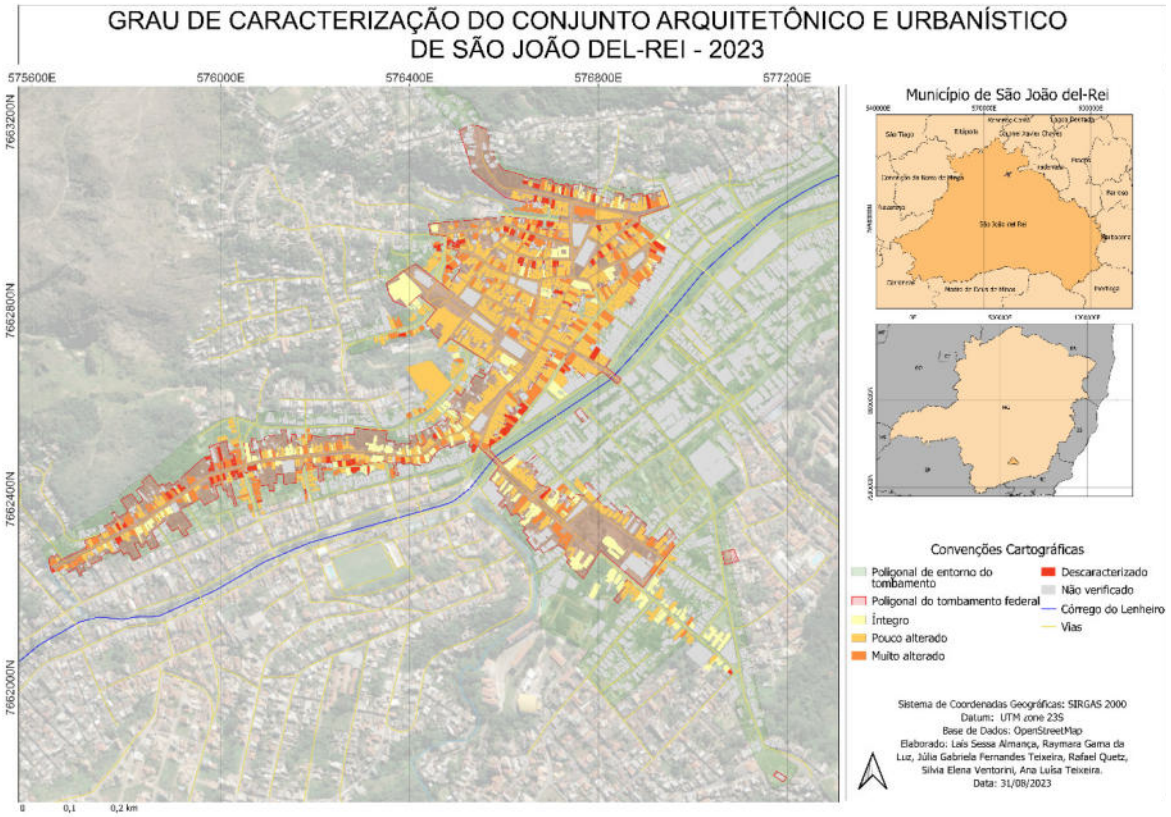


Fig. 3 Mapa temático expressando o grau de caracterização do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de São João del-Rei.

Os segmentos de rua com imóveis mais alterados poderão ser alvos de ações de pesquisa para identificação das alterações sofridas, requalificação urbana ou fiscalização constante, para que se evite a perda de mais elementos. Por outro lado, os segmentos mais íntegros poderão compor modelos de referência para embasar as ações de intervenção, requalificação ou recuperação dos imóveis menos íntegros, além de se qualificarem como testemunhos edificados do passado colonial, na lógica da admissão dos elementos arquitetônicos enquanto fonte histórica.

Os ortomosaicos possibilitaram o mapeamento de importantes atributos relacionados à cobertura das edificações, como a identificação dos materiais de entelhamento e verificação da presença de elementos aéreos indesejáveis como antenas e caixas d'água aparentes. Essas categorias podem ser aplicadas às ações de fiscalização empregadas pelo IPHAN, uma vez que em São João del-Rei o órgão atua no sentido de proibir coberturas de telhas metálicas ou de fibrocimento, assim como na proibição de caixas d'água e boilers aparentes. Além disso, a correção das feições vetoriais a partir dos ortomosaicos confere maior acurácia posicional à base cartográfica.

Por fim, os dados da base cartográfica da área de estudo foram sintetizados em um *webmap*, endereço da *web* que permite a navegação espacial dos atributos e feições mapeadas. O *webmap* pode ser acessado através do endereço https://etsjdr.github.io/webmap. Em suma, os processos mencionados compõem um sistema de informações da área de estudo, podendo ser utilizado para diversos fins, como produção de análises geoespaciais, produtos cartográficos, produtos de navegação espacial, entre outros.

5 CONCLUSÕES

A consolidação dessa face informacional do patrimônio urbano, a partir de um projeto que articula uma abordagem interinstitucional, métodos colaborativos de aquisição de dados e o uso de plataformas e softwares livres para consolidação de diagnósticos, se insere nas perspectivas de geração de conhecimento atualizado, colaborativo e de baixo custo. De forma geral, o sistema de informações consolidado apresenta grande avanço tecnológico e informacional em relação aos produtos cartográficos existentes no ETSJDR, que não possuem georreferenciamento, acurácia, além de estarem desatualizados e não disponíveis para edição. Considera-se que o conjunto de informações sistematizadas possibilita uma série de leituras sobre o conjunto urbano, permitindo que o IPHAN trace diretrizes mais assertivas em prol da preservação do patrimônio edificado.

As ferramentas utilizadas viabilizam o levantamento de tantas categorias de dados quanto for necessário, ficando à cargo do responsável a proposição de categorias pertinentes às atividades de preservação a serem realizadas. Dessa forma, pode-se pensar, como continuidade, na atualização sistemática das informações para produção de uma série histórica, bem como na complementação do inventário a partir do levantamento de outras características da morfologia e dinâmicas urbanas da área de estudo.

Após a realização das primeiras análises do ambiente construído tombado, concluímos que o exercício colaborativo contribuiu para a elaboração de instrumentos de conhecimento do conjunto urbano de São João del-Rei, estruturados a partir de métodos colaborativos e tecnologia livres/gratuitas, operando em prol do conhecimento livre, da preservação do patrimônio edificado e da gestão de um conjunto urbano que se deseja inteligente, e, sobretudo, humano.

6 REFERÊNCIAS

Andrade, M.F. **O tombamento dos bens arquitetônicos e urbanísticos de São João del-Rei: embates em torno da preservação e do progresso,** Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo

Brasil (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, Brasília.

Brasil (1937) **Decreto-lei 25 de 30 de novembro de 1937**, Brasília.

Castro, S. R (2016) O tombamento, in M. B. Rezende, B. Grieco, L. Teixeira e A. Thompson (eds.), **Dicionário IPHAN de patrimônio cultural**, IPHAN/DAF/Copedoc, Brasília.

Castro, S. R. (2009) **O Estado na preservação de bens culturais: o tombamento**, IPHAN, Rio de Janeiro.

Dodebei, V. (2006) Cultura Digital: novo sentido e significado de documento para a memória social?, **Revista de Ciência da Informação**, 12(2).

Estellés-Arolas, E.; González, F. Clasificación de iniciativas de crowdsourcing basada en tareas, **Profesional de la Información**, 21(3), 283-291.

FONSECA, M. C. L. **O Patrimônio em processo**, UFRJ, Rio de Janeiro.

Goodchild, M. F (2007) Citizens as sensors: the world of volunteered geography, **GeoJournal**, 69(4), 211-221.

IBGE (2022) **São João del-Rei**, viewed 18 august 2023, https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/.

INPE (2023) **Introdução ao geoprocessamento**, viewed 15 april 2023, http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html.

IPHAN (2017) **História - São João del Rei (MG)**, viewed 15 february 2024, http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/290.

IPHAN (2011) **Normatização de cidades históricas**, IPHAN, Brasília.

IPHAN (2016) **São João del-Rei**, viewed 15 february 2024, http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1295.

Maldos, R. (2000) **Formação urbana da cidade de São João del-Rei**, São João del Rei.

Martinelli, M. (2010) Um breve apanhado sobre a breve história da cartografia temática, **Anais 3º Simpósio Iberoamericano de História da Cartografia**, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 26-30 abril 2010.

Ministério do Desenvolvimento Regional (2023) **Carta brasileira para cidades inteligentes.**

Motta, L.; SILVA, M.B. R. (2016) Inventário, in M. B. Rezende, B. Grieco, L. Teixeira e A. Thompson (eds.), **Dicionário IPHAN de patrimônio cultural**, IPHAN/DAF/Copedoc, Brasília.

Pereira, H. N. (2009) **Permanências e transformações nas Cidades-monumento**: **Teatro Social e Jogos de Poder**, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Sant'Anna, M. (2014) **Da cidade-monumento à cidade-documento**, Oiti, Salvador.

Tavares, D. P. (2014) O tombamento do conjunto urbano de São João del-Rei: Negociação e conflito na construção do patrimônio cultural (1938-1967), **Revista memória em rede**, 6(10), 2014.

UN Mappers. (2022) **Guia do Editor iD**.

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA AUXILIAR NA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM ÁREAS JÁ URBANIZADAS

B. L. V. Lopes e B. A. N. Teixeira

RESUMO

Com o crescimento das cidades, problemas relacionados à drenagem urbana se agravaram devido à sobrecarga dos sistemas convencionais e transferência de problemas de inundação para jusante. Para resolver essas questões de forma alternativa, surgiram as Técnicas Compensatórias (TC), que focam na desconcentração do escoamento superficial e favorecimento de outras etapas do ciclo hidrológico, como infiltração e evapotranspiração. O desafio é implantar essas técnicas em áreas já urbanizadas, o que nem sempre permite novos desenhos urbanos e apresentam baixa disponibilidade de áreas. No presente trabalho, são apresentadas variáveis e seus respectivos indicadores voltados para esse contexto, que poderão contribuir para a escolha e o pré-dimensionamento das TC nas referidas áreas, facilitando a implementação e reduzindo o tempo de estudo necessário.

1 INTRODUÇÃO

A partir da expansão e do crescimento das cidades, ocorreu a impermeabilização do solo para construção de edificações e, assim, ocasionando problemas devido à ausência ou ao mau funcionamento dos sistemas de drenagem. Mesmo quando implantado, o sistema de drenagem pluvial tradicional muitas vezes acaba se tornando ineficaz, em função de sua concepção ou de problemas associados ao subdimensionamento ou à falta de manutenção. Além da impermeabilização, Tucci (1997) comenta que o desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal, provocando assim, vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando alterações em seu ciclo.

Devido a necessidade de encontrar soluções alternativas ao sistema de drenagem convencional, as chamadas Técnicas Compensatórias (TC) surgiram como uma opção para auxiliar na minimização dos impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos, contando com a integração urbanística, como a criação de espaços de convivência e contemplação para a população e, buscando a preservação dos recursos naturais envolvidos (Baptista *et al.*, 2015).

Segundo o manual LID de Maryland (1999), existem diversos tipos de TC para o auxílio da drenagem pluvial, que podem ser associados entre si e/ou ligadas ao sistema de drenagem pluvial já existente, facilitando sua aplicação.

Lopes (2021) abordou especificamente as diferentes tipologias e concepções de TC a serem implantadas em áreas já urbanizadas, situação bastante comum e que difere da implantação em novos empreendimentos urbanos, onde é possível destinar previamente áreas e dispositivos de compensação. Desta maneira, a partir da análise para a obtenção de variáveis e seus indicadores para encontrar os limites e potencialidades da utilização de TC em áreas já urbanizadas, foram obtidos resultados sobre quais TC se adaptam melhor em determinadas situações urbanas, facilitando sua implantação.

O objetivo deste artigo é apresentar variáveis e seus respectivos indicadores que devem ser levados em conta para se estudar e prever o uso das TC nas áreas já urbanizadas. Com isso, espera-se identificar mais facilmente as possibilidades e limitações do uso das TC nestas condições mais restritivas.

2 SISTEMAS DE DRENAGEM MAIS SUSTENTÁVEIS

Os sistemas de drenagem mais sustentáveis são aqueles que se adaptam melhor ao meio urbano, trazendo harmonia das cidades com o meio ambiente, além de solucionar o problema principal que é a redução da vazão de pico da água de chuva.

Diversas técnicas começaram a aparecer, trazendo soluções para integrar o meio hídrico, ecológico e urbano, melhorando a viabilidade e a estética dos municípios, juntamente com suas utilizações multifuncionais, onde podem ser inseridas em locais já existentes em um meio já urbanizado, planejadas para um meio a ser urbanizado ou rearranjadas em um ambiente em reurbanização (Mai *et al.*, 2018). Uma das principais características destes sistemas de drenagem são as diversas alternativas facilitadoras, trazendo maior sustentabilidade ao meio urbano e aspectos agradáveis para a população que irá usufruir delas.

De acordo com o Guia de Desenho de Sistemas de Drenagem Pluvial de Madrid (2018), a utilização da água no meio urbano, trazendo a junção do paisagismo integrado com a cidade, faz com que tenhamos melhor qualidade de vida, assim, vivendo com mais conforto em ambientes que normalmente são chamados de caóticos devido a sua densidade urbana.

Segundo Fletcher *et al.* (2013), os sistemas de drenagem alternativos à drenagem urbana convencional, baseiam-se no gerenciamento do ciclo hidrológico urbano de maneira sustentável; na manutenção ou no retorno das condições naturais; na proteção e/ou restauração da qualidade da água e dos corpos receptores; na conservação dos recursos hídricos, considerando as águas pluviais como um recurso ao invés de um incômodo e; no melhoramento e amenização da paisagem urbana, com a incorporação de medidas de gestão das águas pluviais com usos múltiplos que beneficiem o entorno.

2.1 Técnicas Compensatórias

Desde meados da década de 1970 estão sendo desenvolvidas Técnicas Compensatórias (TC) de drenagem em diferentes concepções quanto ao porte e a localização das estruturas. O objetivo das TC é de compensar ou minimizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico urbano, trazendo benefícios à qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente (Baptista *et al.*, 2015). De acordo com o autor, as TC são distintas basicamente quanto ao seu caráter estrutural ou não estrutural. As técnicas compensatórias

estruturais se dividem em três: centralizadas, lineares e pontuais, como mostrado na Figura 1.

As técnicas de controle centralizado são basicamente, as bacias de retenção e de detenção, associadas com áreas de drenagem de maior porte, com estruturas que permitem diversas configurações, com a associação ou não do armazenamento e infiltração, e visando a minimização de enchentes no meio urbano, redução do volume de escoamento superficial e a redução da poluição de origem pluvial (Baptista *et al.*, 2015).

As técnicas de controle lineares são estruturas que possuem dimensão longitudinal com maior relevância do que a sua largura e comprimento, favorecendo assim, a possibilidade de sua associação com o sistema viário, ou até mesmo, substituindo o sistema convencional de drenagem. Essa técnica é referente a estruturas como trincheiras, valas, valetas e pavimentos permeáveis e reservatórios.

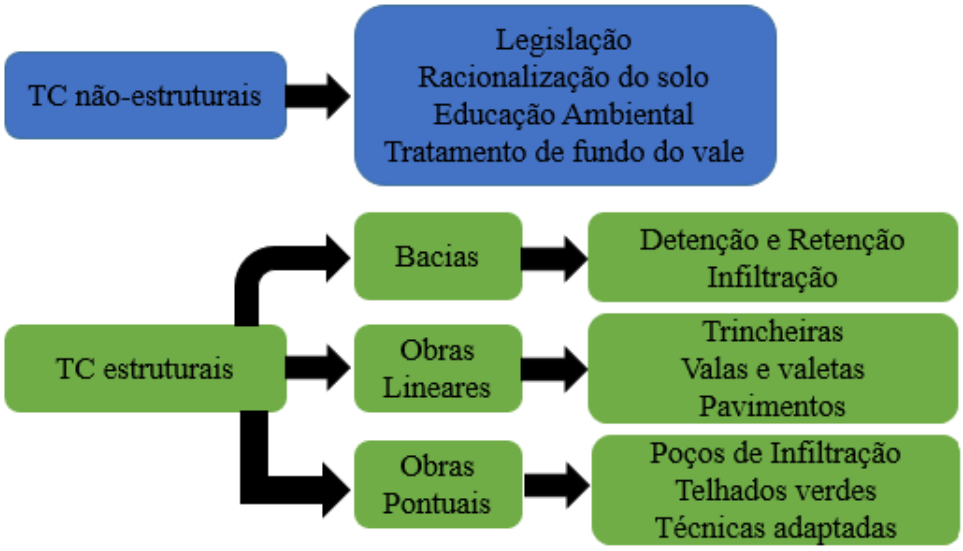


Figura 1 Tipologias de Técnicas Compensatórias
Fonte: Baptista et al., 2015, adaptado.

Ainda segundo Baptista *et al.* (2015), as técnicas localizadas ou pontuais necessitam de espaços superficiais e reduzidos para drenarem áreas de pequeno e médio porte. Elas são classificadas por poços de infiltração, telhados de cobertura vegetal e reservatórios individuais, que, além do controle da produção de escoamento, possibilitam a utilização das águas pluviais.

3 UTILIZAÇÃO DE TC EM ÁREAS JÁ URBANIZADAS

O uso de tecnologias de controle de enchentes está se tornando mais comum em algumas cidades brasileiras, devido ao aumento da frequência e gravidade das inundações. A pressão política e social para que os centros urbanos se adaptem às mudanças climáticas e eventos climáticos extremos tem impulsionado a adoção de métodos alternativos para lidar com as águas pluviais.

A associação de TC entre si, e/ou com o sistema de drenagem convencional já existente no local acaba sendo também uma alternativa a ser pensada para implantação em locais já urbanizados. De acordo com Lopes (2021), um exemplo são áreas com disponibilidade de estacionamento, que normalmente são mais apropriadas para se conseguir implantar TC, pois possuem espaços disponíveis e esforços e vibrações não são extremos como em ruas movimentadas. Ainda segunda a autora, a associação de pavimentos permeáveis com diferentes graus de drenagem e de porosidade, juntamente com a utilização de pequenos jardins de drenagem, definem um contraste que vai além da sustentabilidade, mas também da estética da mobilidade urbana e ecológica do local.

A utilização de esquinas com canteiro com pequenos jardins é mostrada com evidencia na figura, que pode ser observado sua funcionalidade diante da entorno, além da sua associação com outras TC como valetas gramas nas laterais das áreas de estacionamento e a plantação de árvores nessas valetas, que auxiliam na drenagem da água escoada (Lopes, 2021).

Mas, segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2015), as dificuldades para avançar no uso extensivo de tecnologias de controle de enchentes estão relacionadas à escolha das técnicas mais adequadas para cada área e à avaliação dos cenários viáveis. Os autores apresentam um esquema geral para orientar a escolha das técnicas na Figura 2.

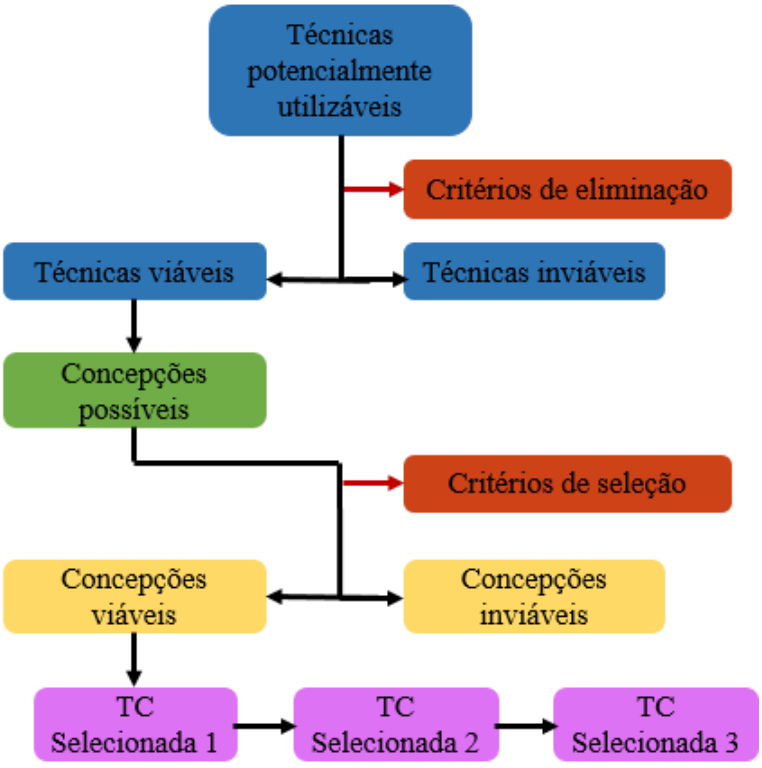


Figura 2 Esquema de processo de concepção de TC
Fonte: Baptista et al., 2015, adaptado.

Na Figura 2, pode-se observar que a concepção de um sistema compensatório envolve dois aspectos principais: a eliminação de alternativas e a tomada de decisão técnica, baseada em critérios específicos. Enquanto a eliminação de alternativas inviáveis garante a eficácia da

técnica, a tomada de decisão permite a seleção de técnicas ou cenários que atendam às necessidades e objetivos desejados.

De acordo com Niemczynowicz (1999), a hidrologia urbana terá um papel cada vez mais importante no desempenho da sustentabilidade e da sociedade humana, e com o crescimento acelerado da população e o aumento da área superficial pavimentada, a permeabilidade do solo e a infiltração diminuem, acelerando o escoamento superficial causando danos desastrosos em toda a bacia hidrográfica.

As TC são um sistema técnico socioecológico que podem ser utilizadas na melhoria do ecossistema e tecnologias de serviços de drenagem urbana a serem incorporadas no planejamento, gestão e design urbano (McPherarson *et al.*, 2022). Esses sistemas urbanos podem ser sua contribuição individual ou associadas, trazendo maiores benefícios a população e a estética local.

A utilização de TC em meios urbanos, como a implementação de telhados verdes, bacias de retenção ou outros sistemas de drenagem urbana sustentáveis, tem o potencial de gerar grandes benefícios socioeconômicos a curto, médio e longo prazo (Maes & Jacobs, 2017). Essas soluções baseadas na natureza podem ajudam a população a ter espaços operacionais seguros, melhorar a sustentabilidade ecológica e social local e ter um retorno econômico a longo prazo.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho teve como atividade inicial uma revisão bibliográfica de publicações científicas e técnicas (artigos em periódicos e anais, manuais, planos de drenagem, livros etc.), a partir dos quais procurou-se identificar os principais desafios encontrados na implantação de TC em áreas já urbanizadas.

Em seguida, tais desafios foram associados a variáveis mais objetivas, obtendo-se uma listagem com características a serem observadas nas situações de implantação de TC em áreas já urbanizadas. Algumas destas variáveis são as mesmas de situações sem urbanização previa, enquanto outras são mais específicas.

Por fim, para as diferentes variáveis elencadas, foram propostos indicadores que permitam, de forma quantitativa ou qualitativa, direcionar a escolha de diferentes TC, em função de suas características próprias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis

Segundo o manual de drenagem da cidade de Portland (2016), algumas das maiores dificuldades da implantação de TC é a disponibilidade de espaço necessária. Além disso, a preocupação sobre o local onde a TC será inserida é relevante para que não ocorra interferências com instalações subterrâneas ou contaminação do lençol freático.

Ainda segundo o manual, é importante observar a implantação de TC em locais de tráfego, onde além de facilitar a contaminação da água captada, pode acarretar problemas por receber vibrações e esforços de veículos, podendo assim, danificar a estrutura dessas TC.

Além disso, o manual de drenagem da cidade de Toronto (2006), reforça a importância da integração da água com o meio urbano, avaliando a possibilidade de utilização de TC com multifuncionalidades, como a criação de jardins de chuva como ambientes de convívio social ou até mesmo praças ou quadras esportivas para bacias de detenção em épocas de chuva.

Outros problemas que podem ser encontrados principalmente em países emergentes, são a má utilização dessas TC e proliferação de vetores, o que acabam gerando problemas para a população local (Maryland, 1999). Assim, surgindo a necessidade de encontrar de caminhos para alternativas com características mais interessantes para facilitar sua viabilidade de implantação, custos, vantagens, dentre outros.

Lopes (2021) desenvolveu uma listagem facilitadora através de bibliografia revisada sobre variáveis a serem consideradas para a aplicação de TC em meio já urbanizado, conseguindo assim, sistematizar quais variáveis possuem maior relevância na escolha de TC antes de ser implantada em uma área já urbanizada. Deste modo, as variáveis e seus indicadores encontrados são descritos abaixo:

Área superficial ocupada pela TC: A necessidade de grandes áreas para a implantação de TC é, muitas vezes, inviável para algumas cidades por não possuírem disponibilidade de espaço suficiente, assim, sendo um desafio na utilização de TC de grande porte em locais onde o espaço para sua construção seja menor do que o mínimo necessário que determinada TC exige. Isso ocorre com TC como bacias de detenção e retenção e, jardins de chuva, onde necessitam de grandes espaços para serem construídas.

Principais indicadores: metragem quadrada e ocupação em relação a área disponível.

Necessidade de áreas superficiais contínuas: Para a aplicação desta variável, é necessário a aplicação de TC que não necessitam de delimitações de espaços muito grandes e que possam ser associadas entre si e que assim, consigam trabalhar tão bem quanto uma TC de grande porte, como no caso de poços de infiltração, trincheiras e valas de detenção e retenção ou até mesmo diversos locais com espaço disponível para a utilização de pisos drenantes.

Principais indicadores: metragem quadrada mínima necessária e possibilidade de fragmentação.

Esforços e vibrações externas: Algumas TC, principalmente as de infiltração como trincheiras e valas, não são feitas com materiais de extrema durabilidade para serem implantadas em locais com tráfegos intensos ou que precisem suportar grandes cargas. Devido a esse ponto, é necessário estudar o melhor ponto dentro do local escolhido para a implantação das mesmas, e também, abrindo a possibilidade da utilização de pisos drenantes onde existir a passagem de veículos.

Principais indicadores: intensidade de tráfego local e distância mínima indicada.

Interferência com instalações subterrâneas: Para a implantação, não somente de uma TC, mas de qualquer elemento onde será necessário disponibilizar um pedaço de área já urbanizada, é necessário observar se existe a possibilidade de interferência com instalações subterrâneas já existentes no local determinado. Essas instalações podem ser desde estruturas como dutos e até mesmo fundações de estruturas locais.

Principais indicadores: Profundidade e presença de dutos já existentes.

Possibilidade de integração com o sistema de drenagem existente: Em locais já urbanizados normalmente já existe um sistema de drenagem, que com a implantação de uma TC, surge a possibilidade da integração para melhor funcionamento e não acarretar sobrecarga da mesma. Muitas vezes a utilização de TC combinada com a com a sistema de drenagem existente é capaz melhorar a infiltração da água, onde faz com que a TC consiga reduzir o impacto que o sistema de drenagem receberia sozinho.

Principais indicadores: Profundidade e capacidade de retenção.

Possibilidade de implantação em áreas privadas: Em áreas onde já existem edificações, mas também possuem problemas de drenagem, é necessário avaliar a possibilidade de implantação de TC em áreas privadas para melhoras o escoamento superficial. Com essa possibilidade, cresce o número de locais possíveis para a implantação de TC, precisando apenas do espaço necessário para sua construção.

Principais indicadores: metragem quadrada e disponibilidade de espaço.

Disponibilidade de áreas públicas: Para não precisar desapropriar áreas para a implantação de TC, é possível averiguar a existência de disponibilidade de áreas públicas onde irá facilitar sua implantação sem a necessidade de interferência do poder público. Áreas como parques e praças já existentes facilitam a utilização de áreas públicas, podendo adequar as TC com o paisagismo local e trazer usos múltiplos para as mesmas.

Principais indicadores: metragem quadrada e disponibilidade de espaço.

Interferência das obras de implantação com as atividades existentes: Em centros urbanos quando há a necessidade de paralização do trânsito ou o bloqueio de certos locais para a construção ou manutenção de obras, normalmente pode acarretar conflitos que precisam de estratégias para que não provoquem prejuízos ou estorvos para a população local. Deste modo, é preciso um olhar minucioso de como funcionará a circulação de pessoas e veículos no local durante a construção da TC, optando por um desvio ou um novo trajeto onde não sobrecarregue e impacte demais o ponto escolhido.

Principais indicadores: tempo médio de construção da TC e intensidade de tráfego local.

Aceitação pela população: Antes da implantação de uma TC, é necessário avaliar todos seus aspectos para saber se a população próxima do local determinado irá aceitar sua construção, precisando assim, que a TC traga vantagens que facilitem essa aceitação. Devido à grande ocupação ou a dejetos que podem ser encontrados nas TC depois de um período de chuva, será necessário que os órgãos municipais tenham um sistema de limpeza eficiente para não trazer problemas aos cidadãos.

Principais indicadores: possibilidade de integração com o entorno e possibilidade de utilizações secundárias.

Uso de áreas de circulação e estacionamento de veículos: Técnicas de infiltração podem ser utilizadas juntamente ao sistema viário ou estacionamentos existentes, facilitando sua integração com o meio urbano do local onde será implantada. Como dito anteriormente, a

utilização de pisos drenantes acabam se tornando uma escolha pertinente em locais onde passam veículos, sendo assim, uma TC de grande relevância para a implantação nesses lugares.

Principais indicadores: metragem quadrada e máximo de peso suportado sobre a TC.

Possibilidade de usos múltiplos: Complementando a aceitação pela população, torna-se interessante a possibilidade de implantação de TC com usos múltiplos, que possam ser integradas ao meio urbano e paisagístico já existentes como praças e jardins. Já existem locais que bacias de detenção/retenção, em época de estiagem, são utilizadas como pistas de skate, locais com bancos para descanso, e, jardins de chuva podem se tornar pequenos parques com vegetações diversas.

Principais indicadores: possibilidade de integração com o entorno e possibilidade de utilizações secundárias.

Possibilidade de reurbanização da área: Áreas em reurbanização são áreas urbanizadas que passam por uma organização ou melhoria em sua infraestrutura, sendo então, necessário avaliar a possibilidade de implantação de TC em uma área deste tipo. Locais em reurbanização tem maior aderência na utilização de TC, pois podem ser melhores estruturados do que um local com urbanização fixa e sem capacidade de se adaptar a mudanças.

Principais indicadores: metragem quadrada e disponibilidade de espaço.

Possibilidade de fraudes ou usos indevidos: Com a implantação de TC em locais já urbanizados e existindo a possibilidade de sua integração com o sistema de drenagem existente, pode ocorrer usos indevidos como citados anteriormente na descrição desta variável, gerando assim, o mau funcionamento da TC e muitas vezes, até mesmo o desmanche da mesma. Além da fraude, é possível pensar em uma alternativa com a utilização de incentivos fiscais para a população, ajudando aos cidadãos a criarem consciência da valorização das TC e dificultando que seus funcionamentos sejam burlados de alguma maneira.

Principais indicadores: necessidade de bloqueio de dejetos pela população e frequência de limpeza.

Dispersão dos lançamentos em diferentes pontos dos corpos receptores: Geralmente em áreas já urbanizadas existe a dificuldade da possibilidade de dispersão do lançamento das águas pluviais captadas em diferentes pontos do corpo receptor, devido a presença de edificações e outras infraestruturas já existentes no local. Com essa possibilidade de dispersão dos lançamentos, acaba ajudando a solucionar o problema de saturamento da água de chuva lançada em um só ponto, dificultando ainda mais que o empecilho da formação de enchentes.

Principais indicadores: capacidade de retenção e proximidade de pontos receptores.

Efeito da infiltração em estruturas já existentes: Em diversos países a utilização de porões é algo comum, sendo algo a ser observado antes da implantação de TC por poder causar problemas futuros de infiltração no local, trazendo prejuízos para as estruturas já existentes.

Como por exemplo, a utilização de poços de infiltração bem ao lado de um porão, pode prejudicar a estrutura do local, trazendo a infiltração de água, onde ocasionaria outro problema ao invés de trazer a solução de acumulo de água pluvial.

Principais indicadores: profundidade e presença de canalizadores de retenção.

Assim, na Tabela 1, conseguimos observar de forma facilitadora as variáveis obtidas por Lopes (2021).

Tabela 1 Variáveis propostas para aplicação de TC em áreas já urbanizadas

VARIÁVEIS PROPOSTAS PARA A APLICAÇÃO DE TC EM ÁREAS JÁ URBANIZADAS
Área Superficial Necessária para as TC
Áreas Superficiais Contínuas necessárias para as TC
Ocorrência Esforços e Vibrações Externas
Interferência com Instalações Subterrâneas
Possibilidade de Integração com o Sistema de Drenagem Existente
Possibilidade de Implantação em Áreas Privadas
Disponibilidade de Áreas Públicas
Interferência das Obras de Implantação com as Atividades Existentes
Aceitação pela População
Possibilidade de uso de Áreas de Circulação e Estacionamento de Veículos
Possibilidade de Usos Múltiplos
Possibilidade de Reurbanização da Área
Possibilidade de Fraudes ou Usos Indevidos
Dispersão dos Lançamentos em Diferentes Pontos dos Corpos Receptores
Efeito da infiltração em estruturas já existentes

Fonte: Autores, 2024.

5.2 Indicadores

De modo geral, existem diversos cuidados a mais para a implantação de uma TC em um meio já urbanizado do que um meio em urbanização ou ainda não urbanizado, pois já existem estruturas a serem consideradas no local, além da cautela em validar o dimensionamento das mesmas para que sejam compatíveis ao local escolhido para a sua construção.

Portanto, esta etapa foi feita na seleção das possíveis TC a melhor serem implantadas em áreas já urbanizadas através da utilização das variáveis e indicadores listados, que também são descritos na Tabela 2.

Na Tabela 2 podemos observar os indicadores pertinentes a serem utilizados como pontos de atenção ao selecionar as variáveis para aplicação de TC em áreas já urbanizadas. Os indicadores são compostos informações simples, numéricas, ideias de fenômenos recorrentes, percentuais e outros fatores tanto qualitativos como quantitativos, auxiliando na melhor compreensão da escolha das variáveis a serem observadas em diferentes locais de aplicação, para evitar futuros problemas e/ou conflitos possíveis.

Tabela 2 Indicadores para variáveis propostas

INDICADORES PARA VARIÁVEIS PROPOSTAS	
Metragem quadrada	(m^2)
Área necessária em relação a área disponível	(AO/AD)
Possibilidade de fragmentação	(SIM/NÃO)
Intensidade de tráfego local	(alto/médio/baixo)
Profundidade necessária	(m)
Presença de dutos já existentes	(SIM/NÃO)
Capacidade de retenção	(alta/média/baixa)
Disponibilidade de espaço	(SIM/NÃO)
Tempo médio de construção da TC	(dias)
Possibilidade de integração com o entorno	(SIM/NÃO)
Possibilidade de utilizações secundárias	(SIM/NÃO)
Máximo de peso suportado sobre a TC	(toneladas)
Necessidade de bloqueio de dejetos pela população	(SIM/NÃO)
Frequência de limpeza	(dias)
Proximidade de pontos receptores	(< 3 m)
Presença de canalizadores de retenção	(SIM/NÃO)

Fonte: Autores, 2024.

A utilização dos indicadores é uma complementação da importância das variáveis para o emprego da implantação de TC em meios já urbanizando, onde é possível compreender as oportunidades de redução de tempo de estudo e facilitação na escolha da TC mais adequada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao estudo inicial feito por Lopes (2021), ao encontrar as variáveis pertinentes a serem aplicadas em um local já urbanizado, foi possível analisar a partir das mesmas e dos indicadores encontrados como as TC podem ser implantadas nesses locais de maneira facilitadora, evitando o desperdício de tempo e dinheiro se fossem simplesmente construídas sem a utilização das tabelas descritas na metodologia.

As variáveis e seus indicadores mostram que, de modo geral, existem dificuldades principalmente em relação a disponibilidade de espaços que são necessários na implantação de uma TC em meio urbano, como as bacias de detenção e retenção, se tornando assim, praticamente inviáveis a serem utilizadas nesses locais.

Do mesmo modo, foi possível observar que a utilização de técnicas menores como poços de infiltração ou valas de infiltração, com possibilidade de associação entre si e/ou com o sistema de drenagem já existente, podem se tornar uma medida a ser considerada para a implantação em locais com pouca disponibilidade de espaço.

É válido ressaltar que a implantação de TC em associação entre si, é uma alternativa válida a ser pensada principalmente no planejamento urbano e que pode ser utilizada em áreas já urbanizadas do mesmo modo, como a implantação de jardins de chuvas nas esquinas de quarteirões, valas de infiltração na sarjeta e faixas gramadas na beira das calçadas.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar (PPGEU).

8 REFERÊNCIAS

Baptista, M. B.; Nascimento, N. O.; Barraud, S. (2015) **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2 edição. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).

City of Portland (2016) – **Stormwater Management Manual**.

City of Toronto (2006) - **Wet Weather Flow Management**.

Fletcher, T. D.; Andrieu, H.; Hame, P. (2013) **Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art.** ***Advances in Water Resources***, 51, 261-279.

Gobierno de Madrid (2018) **Guía Básica de Deseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales em Zonas Verdes y otros Espacios Libres**. Madrid.

Lopes, B. L. V. (2021) **Limites e Potencialidades da Utilização de Técnicas Compensatórias no Manejo de Águas Pluviais em Área já Urbanizadas**. Dissertação em mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – UFSCar.

Maes, J. and Jacobs, S. (2015) **Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development.** Convervation Letters, volume 10, 121-124.

Mai, Y. P.; Zhang, M. Z.; Chen, W. J.; Chen, X. L.; Huang, G. R., Li, D. (2018) **Experimental study on the effects of LID measures on the control of rainfall runoff**. Urban Water J., 15, 827–836.

Maryland (1999) - **Low-Impact Development: Na Integrated Environmental Design Approach. Department of Environmental Resources, Programs and Planning Divison**. Price´s Contry - Maryland.

MCPherson, T.; COOK, E.M.; Berbés-Blázquez, M.; Cheng, C.; Grim, N.B.; Anderson, E.; Barbosa, O.; Chandler, D. G.; Chang, H.; Chester, M. V.; Childers, D. L.; Elser, S. R.; Frantzeskaki, N.; Grabowski, Z.; Groddman, P.; Hale, R.; Iwaniec, D. M.; Kabisch, N.; Kennedy, C.; Markolf, S. A.; Troxler, T. G. (2022) **A social-ecological-technological systems framework for urban ecosystem services.** One Earth, 5, pp. 505 -518.

Niemczyniwicz, J. (1999) **Urban hydrology and water management presente and future challenges**. Urban Water, 1ª Edição, volume 1, p 1-14.

Tucci, C. E. M. (1997) **Água Doce – Capítulo 14, Água no Meio Urbano.** 1ª edição – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PROCEDIMENTOS DE APROPRIAÇÃO DE CUSTOS E CÁLCULO TARIFÁRIO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS – UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS ABORDAGENS BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS

P. R. S. Monteiro, V. L. Migliorini,
M. V. Q. Cury, M. P. Sucena

RESUMO

Os sistemas de transporte urbanos, antes mesmo do COVID-19, apresentavam problemas com o binômio custo (tarifa) x demanda (receita). Com menos deslocamentos urbanos, a receita tarifária despencou e serviços foram paralisados ou passaram a operar em condições precárias, carecendo de subsídios públicos para restabelecimento. Assim, este artigo propõe analisar e avaliar abordagens técnico-acadêmicas, brasileiras e estrangeiras, relativas ao tema, buscando identificar características e enfoques, similaridades e diferenças, além de eventuais lacunas e centelhas indutoras de desejados aprimoramentos nos procedimentos de apropriação dos custos de operação e de cálculo tarifário. Os resultados obtidos apontam para diferentes abordagens entre o Brasil e outras nações. O primeiro, direcionado para precisão nos apontamentos dos itens de custo, sem uso de modelos econométricos; os segundos indicam menores precisões e poucas parcelas, mas com consolidação e análises de elasticidades.

1 INTRODUÇÃO

O transporte público coletivo por ônibus desempenha papel fundamental na mobilidade urbana e na inclusão social. Ele oferece alternativa acessível e eficiente para deslocamento em massa, reduzindo os veículos particulares nas ruas, com consequente minimização de congestionamentos e emissões de poluentes. Além disso, o transporte público é essencial para garantir o acesso a serviços básicos, como saúde, educação e trabalho.

No entanto, nos últimos anos, os sistemas de transporte público brasileiros têm enfrentado certa crise devido a diferentes fatores. O primeiro deles é o advento dos aplicativos de transporte e a expansão dos serviços de moto-táxi nas cidades, que proporcionaram mais opções de deslocamentos individuais, com maior comodidade e praticidade, levando a queda na demanda pelo transporte público coletivo, à medida que as pessoas optam por utilizar esses serviços.

A crise agravou-se com a pandemia do COVID-19, que trouxe consigo preocupações com a segurança e a higiene no transporte público, levando muitas pessoas a evitarem o uso de ônibus e resultando em redução ainda maior na demanda e, consequentemente, em problemas financeiros para as empresas de transporte público. Com essa significativa redução nos níveis de demanda, os valores das tarifas públicas pagas pelos usuários sofreram forte pressão pelo aumento, dificultando o acesso da população de baixa renda a esse meio de transporte. Essa realidade contribui ainda mais para o declínio da demanda, afastando cada vez mais os usuários do sistema de ônibus, formando-se um ciclo vicioso que deteriora e esvazia os sistemas de transporte em inúmeras cidades brasileiras.

No cenário brasileiro, a metodologia do GEIPOT (GEIPOT, 1996) foi historicamente relevante, sendo amplamente adotada por municípios brasileiros para o cálculo de tarifas de ônibus. Nele, existe forma estruturada, simples e de fácil utilização, que se baseiam nos cálculos tarifários, gerando, inclusive, variações, como exemplos os métodos de Goiânia e o AGR, criado pela Agência Goiânia de Regulação (Moura, 2005).

Além dele, destaca-se também o Manual de Cálculo Tarifário da ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos – (ANTP, 2017), que introduziu novos elementos decorrentes das grandes transformações ocorridas no setor e no país, tornando-se outra referência para os cálculos. Outros métodos nacionais, como o Leonês, o DETESC e o mais recente, NEC (Ferraz *et al.*, 2022), desenvolvido pelo Núcleo de Estudos das Cidades, incorporam elementos do GEIPOT e da ANTP, com atualizações metodológicas.

Dessa forma, tornou-se ainda mais importante que todos os procedimentos de apropriação de custos (fixos e variáveis, operacionais e gerenciais), de cálculo tarifário e de garantia do equilíbrio econômico-financeiro do contrato sejam reconhecidos, revistos e atualizados para garantirem a continuidade dos serviços prestados durante certo período. Com isso, ter-se-á um processo de apropriação de custos mais qualificado, de forma a refletirem as realidades dos serviços prestados, as premissas legais e contratuais, assim como a função social do serviço de transporte e a capacidade de pagamento da tarifa pelos usuários.

Neste contexto, é fundamental buscar por referenciais técnicos, brasileiros e estrangeiros, que possam ser considerados como "melhores práticas", que incorporem melhorias e qualificações no processo de apropriação de custo, além de considerarem a realidade do serviço, as especificidades do segmento de transporte e as necessidades dos usuários, viabilizado que seus serviços possam ser mantidos com a qualidade e segurança previstas, ainda que em meio à crise econômica agravada pela pandemia.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de se situar quanto ao estado da arte no que tange aos métodos para cálculo tarifário e de apropriação de custos associados aos sistemas de transporte coletivo por ônibus, desenvolveu-se revisão bibliográfica, apoiando-se primariamente no Google Acadêmico, ampliando-se o entendimento das metodologias e dos procedimentos de cálculos de custos de transportes, considerando-se os paradigmas brasileiro e estrangeiro.

Neste estudo, foram utilizadas as seguintes palavras-chave para identificar artigos científicos relacionados a esses temas:*“cost calculation public transport”, “public transport system costs”, “public city transport ‘unit costs’”, “operating cost public transport”, “operating cost public transport methodology”, “unit cost ‘public transport’", “’cost calculation model’ transport public bus” e “cost equation transport public bus”.*

Para cada estudo, manual ou documentação, identificam-se aqueles que tratam, especificamente, de custos do transporte público e que trazem informações acerca de parcelas de composição de custos.

A partir da análise inicial das publicações, procede-se à consolidação de base de dados e de consulta técnico-acadêmica, que possibilita a realização de cruzamentos, análises e avaliações de dados e informações das metodologias e parcelas de composição de custos do transporte coletivo por ônibus no Brasil e no exterior que, por sua vez, poderão contribuir para o necessário processo de qualificação e modernização de toda sistemática de apropriação de custos e de cálculo tarifário neste contexto após o período mais severo da pandemia.

2.1 Identificação e agrupamento das parcelas de custos

Nota-se que as parcelas de composição de custos atreladas aos sistemas de transporte público coletivo por ônibus podem ser identificadas e posteriormente divididas em três níveis de detalhamento, conforme estruturação apresentada, de forma resumida, na Fig. 1.

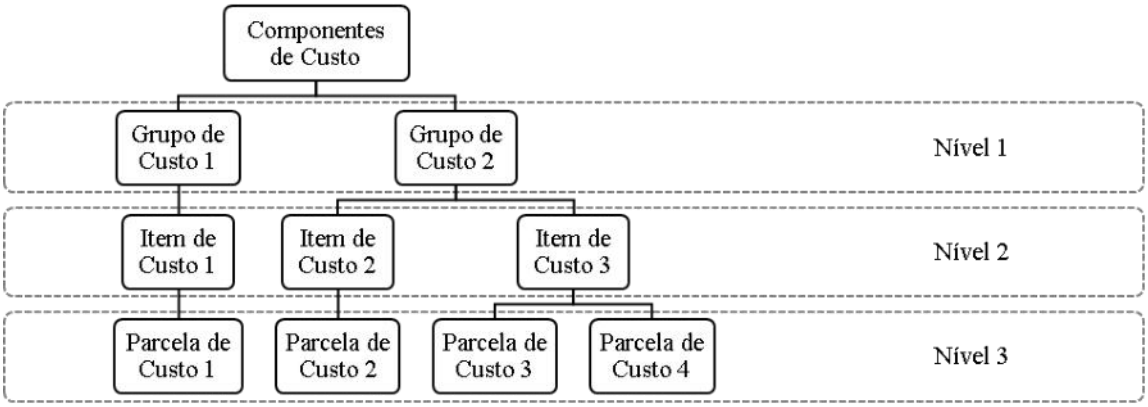


Fig. 1: Estruturação dos componentes de custo considerados

O primeiro nível (N1), composto por quatro grupos (grupos de custos), representa os conceitos gerais de custo e divide-se em custos fixos, variáveis, externos e custos financeiros. Já o segundo nível (N2) consiste no detalhamento do nível anterior, desdobrando os quatro grupos de custos em 15 subgrupos (itens de custo). Por fim, o nível 3 (N3) corresponde ao detalhamento dos itens de custos atrelados aos sistemas de transporte coletivo por ônibus (parcelas de custo). Ao todo, foram consideradas 54 parcelas de custo.

A Tabela 1 apresenta o detalhamento dos níveis 1, 2 e 3 referentes aos componentes de custo identificados.

2.2 Classificação segundo o tipo de detalhamento

Após a identificação das parcelas de custo citadas nos artigos analisados, realiza-se nova classificação complementar (transversal), considerando o tipo de detalhamento da respectiva abordagem contida no texto para cada parcela de custo (N3) considerada. Esta classificação complementar é baseada em sete aspectos predefinidos e associados a pesos, que buscam refletir o seu nível de detalhamento e de contribuição para novos estudos e análises mais aprofundados, conforme apresentado na Fig. 2. Menores níveis de detalhamento metodológicos dos custos refletem em menores pesos.

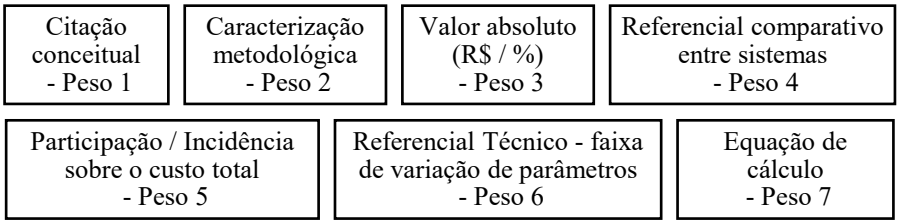


Fig. 2: Tipos de detalhamentos e os respectivos pesos associados

Tabela 1: Itens de Custos Fixos desdobrados nos Níveis 1, 2 e 3

Nível 1 (N1)	Nível 2 (N2)	Nível 3 (N3)
Custos Fixos	**Pessoal – Salários**	Operacional / Manutenção / Administrativo / Diretoria / *Pessoal – Salários (não especificado)*
	Pessoal – Benefícios + Encargos	Benefícios / Encargos Sociais / *Pessoal – Outros (não especificado)*
	Custo de Capital / Remuneração	Frota / Edificações / Equipamentos / Sistema Inteligente de Transporte (ITS) e Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) / Eletrificação e Baterias / Almoxarifado / *Custo de Capital e Remuneração (não especificado*)
	Depreciação	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / Eletrificação e Baterias / *Depreciação (não especificado)*
	Aluguel / Leasing	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / *Aluguel e Leasing (não especificado*)
	Custo de Capital / Remuneração	Seguros / Taxas e Impostos / Inspeções e Vistorias / *Despesas Administrativas (não especificado)*
	Outras Despesas	Outras Despesas
Custos Variáveis	**Combustível**	Diesel / GLP / Elétrico / Hidrogênio / *Combustível (não especificado)*
	Rodagem	Rodagem
	Lubrificante	Lubrificante
	Manutenção e Limpeza	Peças e Acessórios - Operação / Limpeza e Lavagem / Outros / Sistema Elétrico (fixo e veículos) / *Manutenção e Limpeza (não especificado)*
Custos Externos	**Custos ambientais: acidentes**	Custos ambientais: acidentes
	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas
Custos Financeiros	**Custos com investimentos / CAPEX**	Frota / Edificações / Equipamentos / Eletrificação – Baterias / Investimentos - *CAPEX (não especificado)*
	Lucro	Lucro

Dessa forma, para cada item referencial analisado, identificam-se quais as parcelas de custo (N3) são abordadas e quais respectivos tipos (pesos) de detalhamento observados. Ressalta-se que, por não serem tipos de detalhamentos mutuamente excludentes, a mesma parcela de custo citada no artigo pode ser associada a mais de um tipo de detalhamento como, por exemplo, "Caracterização metodológica - Peso 2" e "Equação de cálculo - Peso 7".

Considerando essas duas caracterizações individualizadas - parcelas de custo e tipos de detalhamento - dos artigos brasileiros e estrangeiros analisados, totaliza-se em cada linha de parcela de custo (N3), e seus respectivos itens de custo – N2 – grupos de custo – N1, o total de ocorrências observadas para cada tipo de detalhamento considerado (Fig. 2).

A partir dos totais, calculam-se as respectivas incidências, dividindo-se o total de ocorrências observadas pelo total de itens referenciais brasileiros e estrangeiros. Os principais resultados desta análise de incidência estão apresentados no item 3.1.

Para se estimar o nível de relevância da abordagem de cada um dos grupos de custo em seus respectivos níveis e subníveis, estabelece-se único parâmetro para cada item, calculando-se a média das frequências, ponderada pelos respectivos pesos associados (Fig. 2).

Assim sendo, para se realizar a análise complementar para cada um dos itens de custos (N3) identificados e classificados, calcula-se o respectivo índice de detalhamento, dividindo-se as médias (ponderadas) das frequências relativas de cada item de custo pelo maior valor observado, que corresponde ao índice 100. Estes índices são calculados tanto para as abordagens nacionais, quanto para as internacionais. Os principais resultados da análise do detalhamento da abordagem estão apresentados no item 3.2.

3 RESULTADOS

A revisão bibliográfica sobre as metodologias de cálculo tarifário nos âmbitos brasileiro e estrangeiro permitiu revelar a diversidade de abordagens e métodos empregados na análise dos custos em sistemas de transporte coletivo por ônibus.

Dentre os resultados identificaram-se aqueles que se tratavam especificamente de custos do transporte público e que traziam informações acerca de parcelas de composição destes custos. Ao final desta etapa inicial, foram identificados 75 estudos científicos relevantes e, dentre estes, 29 são de autoria brasileira e 46 são de autores de outros países. Os documentos selecionados foram publicados entre 1979 e 2022.

No contexto estrangeiro, há variedade de modelos macro e microeconômicos utilizados para analisar os custos de transporte, embora os cálculos detalhados de custos dentro das empresas de transporte sejam escassos (Bokor, 2012). A literatura destaca a importância de variáveis como preço de capital, mão de obra, combustível e características da rede de transporte, como extensão das linhas e velocidades operacionais (Filippini e Prioni, 2003).

Nesse contexto, modelos econométricos são comumente empregados, com funções lineares simples, múltiplas e a translogarítmica, sendo as mais recorrentes. O método ABC (*Activity-Based Costing*) e o MFCA (*Multi-level Full Cost Allocation*) também são mencionados como abordagens eficazes para a análise mais detalhada dos custos.

Bokor (2012), que em seu estudo modelou os custos de uma empresa de transporte adotando conceitos do custeio ABC e MFCA, concluiu que a operação das empresas de transporte não pode ser modelada perfeitamente na prática. Algumas simplificações devem ser incluídas ao representar as estruturas organizacionais e de serviço, o que pode tornar os resultados dos cálculos menos precisos.

Independentemente da função utilizada no modelo econométrico, os artigos analisados no âmbito estrangeiro utilizam dados reais de custos e informações operacionais coletadas diretamente em empresas operadoras ou em órgãos gestores dos sistemas e, em geral, os principais objetivos dos artigos são para identificação de correlação entre variáveis e não estimação de custos futuros do sistema.

Desse modo, apesar da possibilidade de se realizarem estudos acadêmicos propondo melhorias conceituais e verificando elasticidades entre fatores de custo, a utilização de modelos matemáticos e econométricos para aferição de custos de um sistema pode incorrer em inconsistências financeiras, já que os modelos usualmente consolidados são simplificados, pois

utilizam apenas as parcelas mais significativas dos custos do sistema (usualmente, custo com mão de obra, combustível, manutenção e depreciação). Portanto, a utilização destes modelos é limitada para aferição real do custo por empresas e gestores públicos.
Na literatura técnica, ainda no contexto estrangeiro, foram identificados manuais de gestão e quantificação de custos de países como Austrália (ATAP, 2021), Indonésia (Manullang, 2020) e Índia (DTTILLP, 2016 e Índia, 2017). Neles são apresentadas as parcelas de custos que compõem o custo total do sistema de transporte coletivo por ônibus e detalhados os indicadores de consumo de algumas dessas parcelas de custo. Não foram identificados, fora do Brasil, modelos de cálculo tarifários, formalmente instituídos por órgãos de gestão ou metodologias consagradas para cálculo unitário de cada parcela de custo do sistema.

Por fim, a exemplo da literatura estrangeira, a literatura brasileira também apresenta estudos sobre a regulação do transporte coletivo, investigando como as características regulatórias afetam os custos desse setor, como é o caso dos estudos de Rolim *et al.* (2010), Couto (2011), Gomide e Carvalho (2016) e Rolim (2015) e estudo envolvendo o método de custeio ABC no transporte público (Maracajá, 2015). No entanto, não há grande variedade de estudo e abordagens como a literatura estrangeira.

3.1 Análise da incidência das citações das parcelas de custos

No que tange aos resultados mais específicos obtidos, realizou-se, inicialmente, a análise temática por meio da quantificação da incidência de referências a cada componente de custo (níveis 1, 2 ou 3) nos artigos acadêmicos. São apresentados nos itens a seguir os principais resultados obtidos referentes aos grupos de custos fixos, variáveis, entre outros.

a) Custos Fixos

Percebe-se que, entre os custos fixos do transporte público por ônibus, apresentados na Fig. 3, o item de custos (N2) foi o mais citado nos itens analisados, que corresponde aos salários de pessoal operacional, manutenção, administrativo e diretoria, na proporção, 79% nacionais e 74% nos itens internacionais.

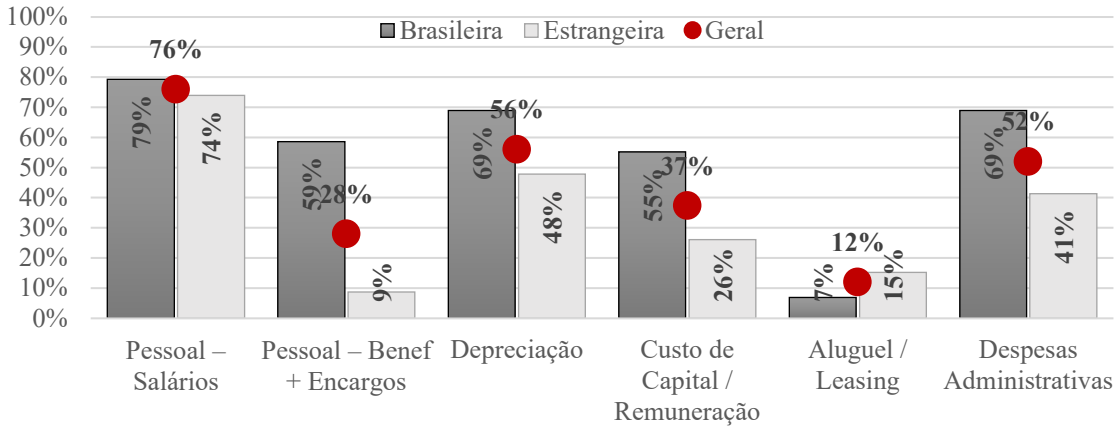


Fig. 3: Incidência de citações – parcelas de custos fixos (N2)

Analisando os itens de custo (N3) que contemplam pessoal operacional, manutenção, administrativo e diretoria, observa-se que as parcelas referentes à pessoal operacional e manutenção são mais frequentemente citadas nas esferas brasileira e estrangeira. No entanto,

as parcelas de pessoal administrativo e, principalmente, remuneração de diretoria são mais lembradas na literatura brasileira, conforme apresentado na Fig. 4.

O segundo custo fixo mais citado nos itens analisados corresponde à depreciação, relacionada à frota, quanto às edificações, os equipamentos e ITSs, com 69% dos itens nacionais e 48% nos internacionais. Na sequência, aparecem as despesas administrativas atreladas à execução do serviço, sendo observadas em 69% dos itens nacionais e 41% dos internacionais.

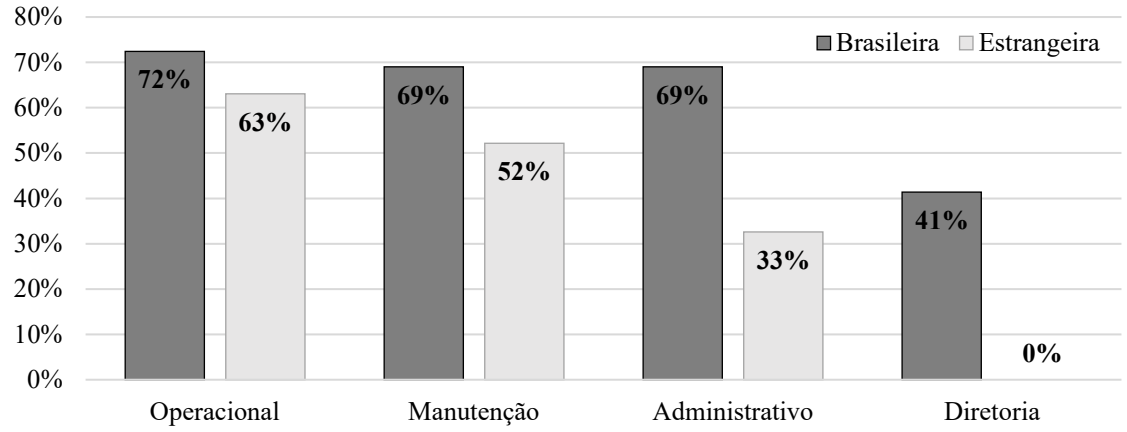


Fig. 4: Incidências de itens de custo (N3) relativos às despesas com pessoal (N2).

Além da diferença no índice de citações, a análise mostrou que os documentos internacionais detalham essencialmente a depreciação da frota de veículos, deixando em segundo plano as outras parcelas deste subgrupo. Já na literatura brasileira, há citações de todos os subgrupos, conforme apresentado na Fig. 5.

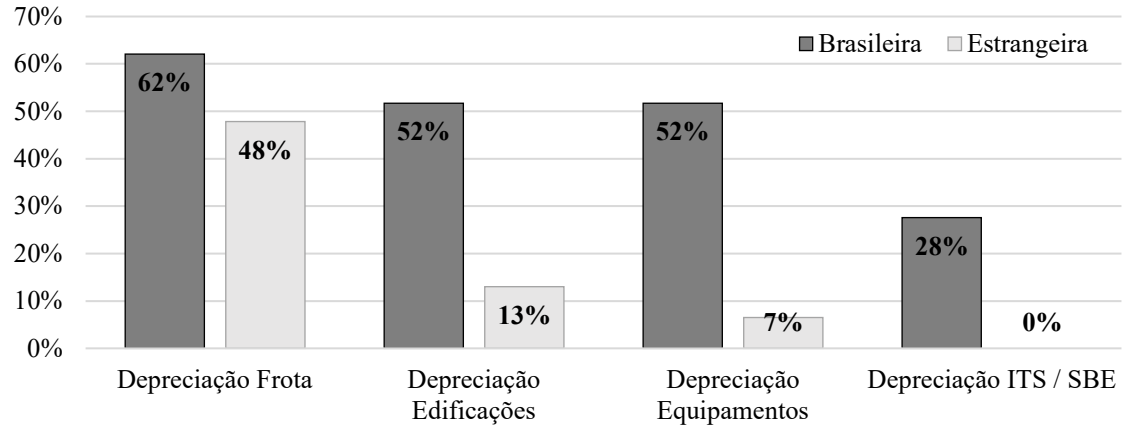


Fig. 5: Incidências de itens de custo (N3) relativos à depreciação (N2).

Um aspecto de destaque nos resultados apresentados na Fig. 3 é a reduzida incidência (9%) nos documentos internacionais de citações referentes aos benefícios e encargos sociais atrelados aos salários do trabalhador, denotando maior preocupação com estes aspectos no âmbito brasileiro, o que reflete a cultura relacionada aos direitos trabalhistas no setor do transporte público estrangeiro, diferente daquela condição observada no Brasil. O mesmo contexto é observado em relação à remuneração dos investimentos (custo de capital), em que apenas 26% dos artigos internacionais analisados citam tal parcela, ao passo que 55% dos itens nacionais fazem referência a ela.

Em oposição à remuneração e encargos sociais/benefícios, a parcela de custo ligada ao aluguel (ou *leasing*) de frota, equipamentos e edificações é mais citada no exterior, indicando que a menor adesão a este tipo de modalidade no âmbito brasileiro reflete também nos documentos analisados.

b) Custos Variáveis

Quanto aos custos variáveis, observa-se que as parcelas de custo envolvendo combustíveis são as mais citadas nas publicações brasileiras e nas estrangeiras (Fig. 6). No entanto, enquanto no Brasil a grande maioria dos itens aborda apenas os custos envolvendo veículos a diesel, na literatura estrangeira, além do diesel, são citados custos envolvendo veículos a gás (GLP - Gás Liquefeito de Petróleo), hidrogênio e elétrico.

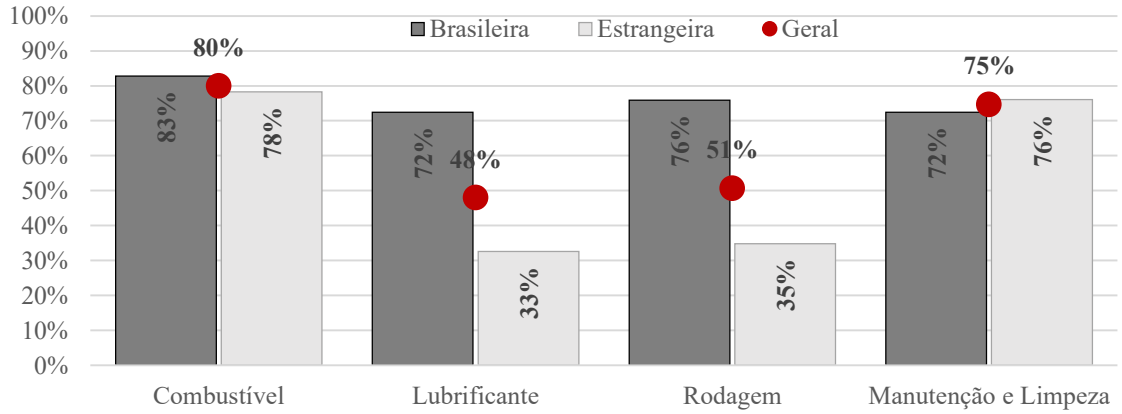


Fig. 6: Incidência de citações – parcelas de custos variáveis (N2)

A segunda parcela de custos variáveis mais citada nos artigos é a de manutenção e limpeza dos veículos, que tem peso significativo nos custos totais dos sistemas de transporte coletivo por ônibus, correspondendo, no exterior, um percentual de incidência próximo ao observado na parcela combustíveis. Com isso, pode-se depreender que aspectos relacionados à manutenção e limpeza apresentam a mesma relevância, para a adequada apropriação de custos do transporte público urbano dentro do contexto estrangeiro, do que aquela relativa aos combustíveis.

Por fim, para as parcelas envolvendo lubrificantes e rodagem houve, proporcionalmente, o maior número de citações em referências brasileiras do que em estrangeiras, indicando maior interesse brasileiro por estas importantes parcelas, decorrente de aspectos relacionados à relevância e aos impactos destes parâmetros dentro dos procedimentos de aferição de custos e tarifas do transporte público coletivo no Brasil.

c) Outros Custos

Quanto às outras parcelas de custos identificadas nos artigos (Fig. 7) que apresentam os resultados encontrados em relação ao detalhamento dos investimentos (CAPEX) necessários para a operação dos sistemas, 46% dos itens internacionais e 38% dos nacionais abordam tal tema. Já o lucro foi pouco citado em ambas as origens, mesmo sendo parcela fundamental e sensível para a previsão de cálculo dos sistemas e que, cada vez mais, tem sido tema de questionamentos e esclarecimentos visando à efetiva transparência de todo o processo legal, institucional, regulatório e social.

Quanto aos custos externos (acidentes e ambiental), as citações identificadas, mesmo que em pequena quantidade, referem-se ao âmbito estrangeiro, indicando que estes parâmetros ainda estão sendo considerados de forma escassa. Entretanto, com a evolução do interesse ou preocupação com isso, deve-se intensificar o desenvolvimento de estudos e análises relativas aos impactos financeiros (custos) relativos aos acidentes e ao meio ambiente.

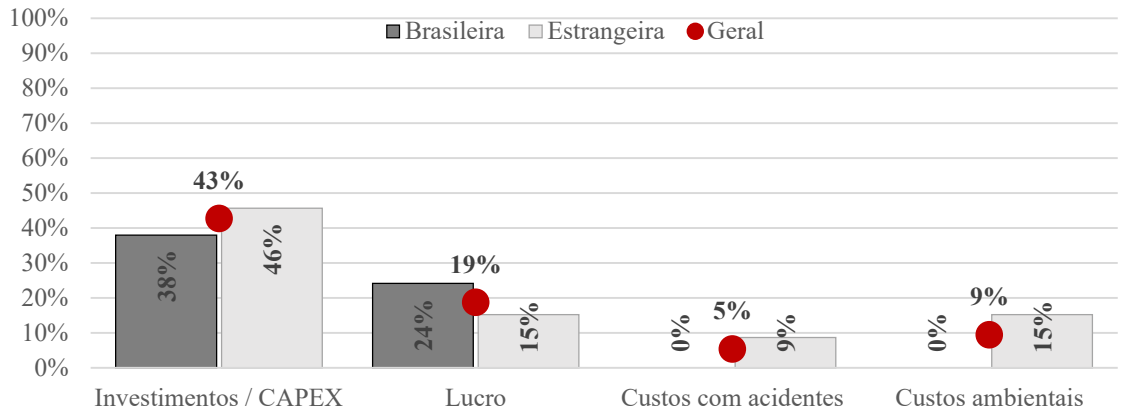


Fig. 7: Incidência de citações – Custos financeiros e externos (N2)

3.2 Análise do detalhamento da abordagem das parcelas de custos

A partir da análise da incidência das citações dos componentes de custos nos documentos identificados na revisão bibliográfica (apresentada no item anterior), realizou-se a análise do detalhamento da abordagem das parcelas de custos, seguindo a metodologia descrita no item 2. Essa etapa permitiu a compreensão mais aprofundada do detalhamento apresentado em relação às diferentes parcelas de custos associadas ao transporte público coletivo por ônibus.

Reitera-se que nesta análise não foram consideradas apenas as quantidades de citações, mas também os tipos de detalhamento (refinamento) observados para cada parcela de custo em cada uma das citações identificadas. Para esta ponderação foram utilizados os pesos associados a cada tipo de abordagem apresentados na Fig. 2.

Considerando as parcelas de custos fixos, analisando os resultados apresentados na Fig. 8 e cruzando as informações contidas na Fig. 3, nota-se nítida diferença nos resultados.

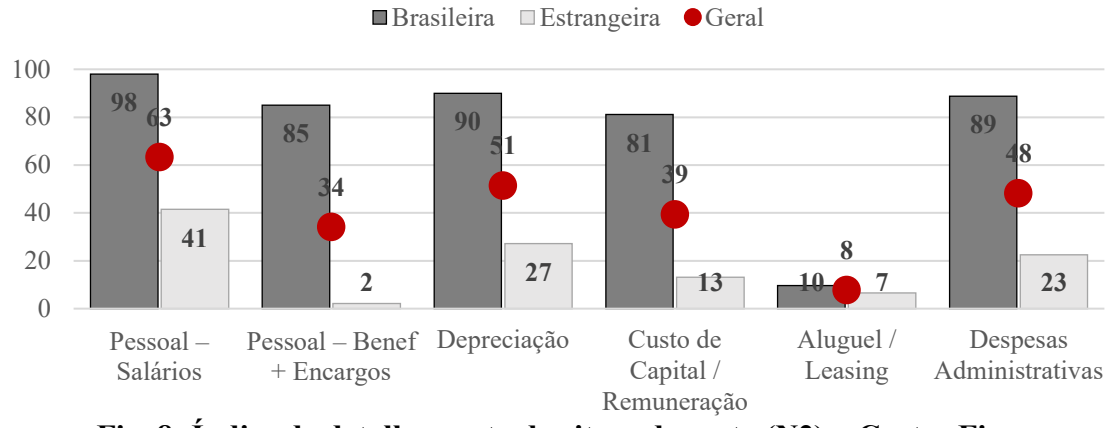


Fig. 8: Índice de detalhamento dos itens de custo (N2) – Custos Fixos

Considerando a parcela de custo pessoal, enquanto na análise quantitativa, as literaturas nacionais e internacionais apresentam resultados próximos, a análise qualitativa retorna

valores diferentes, com a literatura brasileira apresentando o índice de detalhamento significativamente maior que na literatura estrangeira.

A mesma constatação pode ser feita nos itens de custos variáveis, relativos ao combustível e à manutenção/limpeza, sendo os mais citados (Fig. 9). Essas duas parcelas, que na análise quantitativa das citações apresentavam valores semelhantes para os documentos nacionais e internacionais, na análise qualitativa apresentam diferenças significativas, com as citações nos documentos nacionais mais detalhadas em comparação à literatura estrangeira.

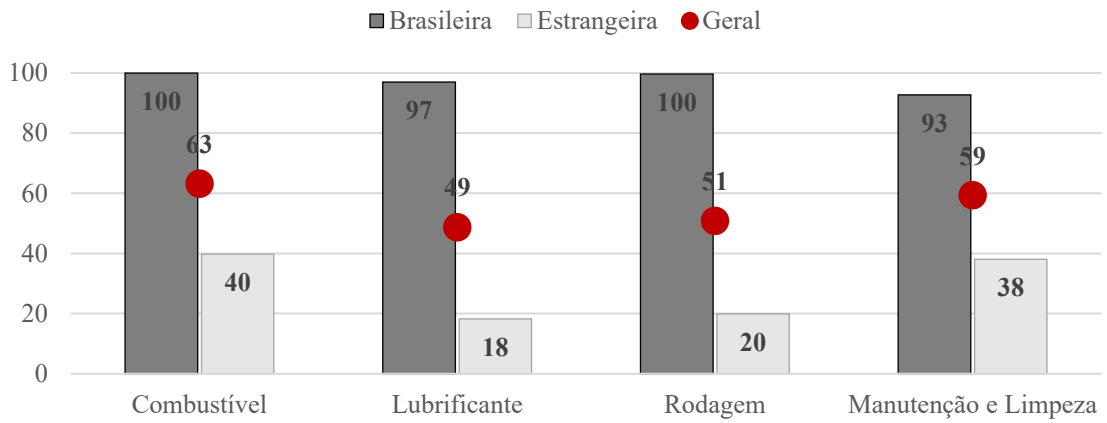


Fig. 9: Índice de detalhamento dos itens de custo (N2) – Custos Variáveis

De modo geral, a análise qualitativa das citações revelou que as publicações nacionais demonstraram o nível de detalhamento maior em comparação com as internacionais. Essa diferença deve-se, em parte, à apresentação e utilização de equações específicas nas publicações nacionais, bem como à maior disponibilidade de materiais mais abrangentes, como manuais, que oferecem procedimentos e equações de cálculo mais detalhados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo revelam que há diferenças significativas entre os artigos nacionais e internacionais no que diz respeito à abordagem da análise de custos no transporte coletivo por ônibus. Enquanto os artigos nacionais são amplamente focados na determinação precisa dos custos, com procedimentos e equações de cálculo, muitas vezes utilizando metodologias consagradas como as desenvolvidas pelo GEIPOT e ANTP, os artigos internacionais adotam uma perspectiva mais ampla.

Por sua vez os artigos internacionais apresentam a abordagem que vai além do cálculo exato dos componentes de custos, onde tais estudos costumam consolidar e apresentar análises de elasticidades de fatores e análises mais abrangentes dos sistemas de transporte coletivo por ônibus.

Essa abordagem mais ampla, mesmo que associada a determinadas realidades locais, permite a compreensão de fatores que influenciam os custos e a eficiência do sistema, bem como suas interações com outras variáveis.

Essa dicotomia destaca as diferenças de abordagem e detalhamento das parcelas de custos nas literaturas nacionais e internacionais. A visão mais detalhada nas publicações nacionais proporciona a compreensão mais pormenorizada das diferentes parcelas de custos envolvidas na estimativa dos sistemas de transporte coletivo, permitindo a análise mais robusta e, pretensamente, mais precisa no planejamento e na gestão desse sistema de transporte.

Em contrapartida, mesmo tendo nível de detalhamento menor, com abordagens matemáticas para o cálculo englobando poucas parcelas, sem apresentação de equações ou valores de referência (absolutos ou relativos), as publicações internacionais fomentam a necessidade de que sejam desenvolvidas e aprimoradas noções mais detalhadas de aspectos não observados na revisão bibliográfica brasileira (especialmente os custos ambientais, tais como os acidentes), incorporando-os aos referenciais técnicos nacionais.

Portanto, é fundamental compreender e reconhecer que ambos os enfoques têm seus méritos e podem contribuir para o avanço do conhecimento na área. O enfoque mais detalhado e preciso dos artigos nacionais é fundamental para o entendimento dos custos específicos. Por outro lado, os itens internacionais oferecem *insights* valiosos sobre análises mais amplas e estratégicas, que podem contribuir para a formulação de políticas e tomada de decisões mais contemporâneas, além de mais assertivas e eficientes.

Não foram localizados, na literatura brasileira, os estudos que se utilizam de modelos econométricos para estimativas de parâmetros e elasticidades. Esta realidade pode ser impactada pela indisponibilidade de acesso facilitado a bases de dados com série histórica de custos detalhados de sistemas de transporte públicos urbanos. Outro aspecto que contribui para a ausência de abordagens alternativas é a notória consolidação, tanto no meio acadêmico, quanto no meio técnico, de procedimentos de cálculo e os critérios de apuração dos valores em formato de planilhas GEIPOT e ANTP.

Dessa forma, para a compreensão abrangente dos custos do transporte coletivo por ônibus, é recomendado que futuras pesquisas busquem integrar as abordagens presentes nos artigos nacionais e internacionais, combinando a precisão do cálculo com a análise mais ampla dos sistemas e fatores que influenciam os custos. Somente assim é possível obter o quadro completo e embasado para o desenvolvimento de estratégias e políticas que visem à melhoria contínua da eficiência e sustentabilidade do transporte coletivo por ônibus.

Daqui surge um aspecto capital: a apropriação de custos e o cálculo tarifário desempenham papel fundamental na gestão eficiente dos serviços de transporte. No entanto, por outro lado, esse processo intencionalmente detalhado pode se tornar complexo e de difícil compreensão, o que pode gerar contratempos para os profissionais envolvidos.

Ao aprimorar o processo de apropriação de custos e cálculo tarifário, de forma que seja compreensível e aplicável no contexto local, os serviços de transporte podem beneficiar-se da gestão mais eficiente, garantindo a sustentabilidade financeira e a qualidade dos serviços oferecidos. Dessa forma, enfrentar esse desafio motivador contribuirá para o desenvolvimento do setor de transporte e para o bem-estar da comunidade atendida.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação Getúlio Vargas | FGV Transportes – Centro de Estudos de Transportes, Logística e Mobilidade Urbana.

9 REFERÊNCIAS

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (2017). **Custos dos serviços de transporte público por ônibus: método de cálculo**. São Paulo.

ATAP – Australian Transport Assessment and Planning Guidelines (2021). **M1 Public Transport, August 2021**. Canderra, Austrália.

Bokor, Z. (2012). Cost Calculation in Transport Companies. **Acta Technica Jaurinensis**, 5(3), 253-262.

Couto, D. M. (2011). **Regulação e controle operacional no transporte coletivo urbano: estudo de caso no município de Belo Horizonte/MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.

DTTILLP - Deloitte Touche Tohmatsu India LLP (2016). **Guidelines for participation by private operators in the provision of city bus transport services. Consultancy Services for Preparing Guidelines & Model Contract for City Bus Private Operations**. Índia.

Ferraz, A. C. P., Hirosue, F., Romão, M., Zanella, C. e Alves, H. M. (2022). Método NEC para cálculo dos custos e da tarifa do transporte coletivo urbano por ônibus. Disponível em: <https://eesc.usp.br/comunicacao-admin/wp-content/uploads/2022/06/NEC_DEZ_2022.pdf> [Acessado em 14 mar. 2024].

Filippini, M. e Prioni, P. (2003). The influence of ownership on the cost of bus service provision in Switzerland-an empirical illustration. **Applied Economics,** 35(6), 683-690.

GEIPOT (1996). **Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos**. Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes. Brasília.

Gomide, A. D. Á. e Carvalho, C. H. R. D. (2016). Transformações e tendências recentes na regulação dos serviços de ônibus urbano no Brasil. **Texto para Discussão, No. 2187, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília.

Índia (2017). **Review of the performance of state road transport undertakings for April, 2015 – March, 2016**. Nova Deli, Índia.

Manullang, O. R. (2020). **Owner Estimate for Urban Bus Services: A guideline for service providers/operators**. NAMA Support Projects (NSP). Indonésia.

Maracaja, F. (2015). **ABC-Activity Based Costing e a gestão de projetos no gerenciamento dos custos de manutenção em transporte público de passageiros: um modelo estratégico a partir da cadeia de valor**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.

Moura, A. V. (2004). **Análise comparativa dos resultados de diferentes métodos de cálculo da tarifa do transporte público urbano por ônibus: um estudo de caso para a cidade de Goiânia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.

Rolim, F., Brasileiro, A. e Santos, E. (2010). Competition in Brazilian bus and coach services – The results of recent competitive tendering processes. **Research in Transportation Economics**, v. 29, n. 1, p. 45-51, 2010.

APROPRIAÇÃO DE CUSTOS NO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS: UMA INVESTIGAÇÃO DAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS E DE PADRÕES REGIONAIS INTERNACIONAIS

V. L. Migliorini, P. R. S. Monteiro,
M. V. Q. Cury, M. P. Sucena

RESUMO

Considerando os latentes desafios relacionados à garantia de níveis adequados de qualidade nos deslocamentos urbanos, tem sido cada vez mais fundamental que se aprimore a gestão dos serviços de transporte público, principalmente em relação aos custos operacionais. Neste contexto, apresenta-se uma revisão bibliográfica sistemática de fontes técnicas e acadêmicas, abrangendo diferentes regiões geográficas e abordagens metodológicas. Esta consolidação proporciona a análise da frequência de abordagens e da profundidade das referências dos componentes de custo. Quanto às metodologias para cálculo de custos, constata-se diferença na abordagem dos documentos brasileiros, com uso de planilhas tarifárias, frente a outros países, com métodos de estimativa matemática. Constata-se também que as planilhas tarifárias tem grau de detalhamento das parcelas de custo maior que o encontrado em outras metodologias de cálculo, decorrente da apresentação de fórmulas e coeficientes detalhados.

1 INTRODUÇÃO

Gestores públicos, muitas vezes, necessitam de modelos de gestão urbana mais adequados para melhoria da qualidade de vida da sociedade. No entanto, enfrentam obstáculos como restrições de uso do solo e planejamento urbano deficientes, crescimento desordenado de assentamentos, altas populações e densidades populacionais, renda crescente, demanda de viagens etc. (Verma e Ramanayya, 2014).

Não obstante a tais obstáculos, que de certa forma interferem nos modos de mobilidade urbana, o transporte público destaca-se e desempenha papel fundamental na movimentação urbana, também atuando sobremaneira na vida do cidadão. Desafiando as cidades modernas a oferecerem sistemas coletivos eficientes, sustentáveis e acessíveis para seus habitantes, Estrada *et al.* (2021) afirmam que transportes coletivos são elementos chave para as administrações públicas aliviarem, principalmente, as externalidades associadas ao aumento do uso de veículos particulares em termos de congestionamento, poluição do ar, ruído ou acidentes.

Diante desse desafio para o legislador urbano, muitas municipalidades de países em desenvolvimento estão tentando expandir e atualizar seus sistemas de transporte público para criarem soluções sustentáveis para suas cidades, objetivando o aperfeiçoamento dos acessos aos equipamentos da cidade. Entretanto, esbarram na existência e adequação de ferramentas para aferição dos custos envolvidos que interferem sistemicamente na operação dos sistemas de movimentação, dificultando a otimização dos ativos públicos, próprios ou concedidos, além de interferir sensivelmente na qualidade do serviço prestado à sociedade.

Deste modo, no que tange aos aspectos da gestão dos custos envolvidos na operação dos sistemas, é oportuno aprofundar-se ainda mais os princípios de planejamento e gerenciamento operacional do transporte público, tal como apontado por Dantier *et al.* (2018), que focaram em revisão sistematizada da literatura para identificarem o estado da arte sobre o tema "transporte público" considerando a base Scopus. Foram identificados 7.698 artigos publicados entre 1945 e 2016, sendo que apenas no ano de 2016 foram sinalizados 740 artigos, quase 10,0% da amostra identificada.

Ainda segundo Dantier *et al.* (2018), os países que mais publicam a respeito de transporte público, considerando a mesma base Scopus, é o Reino Unido, com 13,9% das publicações mundiais selecionadas, seguido pelos Estados Unidos com 9,3%, Austrália e China, com cerca de 7,5% cada um. Nesse aspecto, os artigos brasileiros correspondem a 1,5% da amostra mundial observada.

Conforme relatado por Bokor (2012), apesar da grande quantidade de artigos abordando a temática "transporte coletivo", a literatura frequentemente analisa os custos de transporte por meio de abordagens macro e microeconômicas, o que resulta em uma escassez de estudos com cálculos detalhados de custos provenientes das empresas operadoras dos sistemas de transporte, embora essas informações sejam essenciais para controlarem a produção do transporte.

Bokor (2012) ressalta ainda que a operação (e os custos associados) das empresas de transporte não pode ser modelada perfeitamente, sendo necessária a adoção de simplificações na representação de estruturas organizacionais e de serviço, tornando os resultados obtidos menos precisos.

Ao aprimorar a modelagem para apropriação de custos e cálculo tarifário, de forma que seja compreensível e aplicável no contexto local, os serviços de transporte podem se beneficiar de gestão mais eficiente, garantindo a sustentabilidade financeira e a qualidade dos serviços oferecidos. Dessa forma, enfrentar esse desafio motivador contribuiu para o desenvolvimento do setor de transporte e para o bem-estar da comunidade atendida. (Monteiro e Migliorini, 2023).

Considerando esse cenário, este artigo tem como objetivo principal a análise do perfil de artigos e documentos técnicos que tratam dos meios de apropriação custos dos sistemas de transporte coletivo por ônibus em diferentes regiões do mundo. Adicionalmente, este estudo também propõe identificar e caracterizar as parcelas de custos de composição utilizadas por esses documentos em cada região específica. A análise desenvolvida visa a destacar as similaridades e diferenças de enfoques e detalhamentos encontrados em cada local, proporcionando a visão abrangente das práticas de cálculo de custos em diferentes contextos geográficos e sociais.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Com intuito de contribuir para compreensão aprofundada das metodologias e procedimentos de cálculo de custos para sistemas de transporte coletivo por ônibus, realiza-se a revisão bibliográfica sistemática, considerando referências de várias partes do globo. Para esta análise definem-se quatro regiões distintas: (1) Brasil, (2) Europa, (3) Ásia / Oceania / África e (4) América – exceto Brasil. Cada publicação é classificada segundo o local cujo serviço de transporte é objeto do estudo apresentado.

Com isso, pretende-se coletar e analisar estudos que contenham abordagens de custeio de transporte público por ônibus, determinando-se critérios e ferramentas de busca que possam ser reproduzidos, independente de assinaturas de base de dados científicas, de forma planejada e controlada. Assim, destacar-se-ão aspectos de qualidade metodológica, proporcionando ampliar as evidências sobre o contexto, permitindo identificar oportunidades teóricas que possam ser exploradas para ampliação da visão atual sobre o tema.

A plataforma escolhida para realizar a pesquisa de artigos científicos foi o Google Acadêmico que, apesar de eventualmente apresentar deficiências, está disponível sem assinatura e oferece abordagem eficiente para acessar ampla gama de informações acadêmicas. Neste estudo foram utilizadas palavras-chave individuais específicas para identificarem-se artigos científicos relacionados aos seguintes temas: *"cost calculation public transport"*, *"public transport system costs"*, *"public city transport 'unit costs'"*, *"operating cost public transport"*, *"operating cost public transport methodology"*, *"unit cost 'public transport'"*, *"'cost calculation model' transport public bus"*, *"cost equation transport public bus"*.

A base de dados usada nesta pesquisa é a mesma utilizada no estudo concebido por Monteiro e Migliorini (2023), garantindo, assim, a complementaridade das análises realizadas por meio de um corte longitudinal da literatura que incluiu o intervalo de tempo entre 1979 e 2022.

Por intermédio da revisão dos documentos, selecionam-se aqueles que abordam especificamente parcelas de composição de custos. Tais abordagens podem ser apenas citações dessas parcelas, caracterização metodológica, apresentação de valores absolutos, comparação de valores entre sistemas, apresentação da participação de itens de custo sobre o custo total, definição de faixas de variação de parâmetros ou equações para cálculo desses custos.

Após a seleção dos documentos a serem considerados, classificam-se as abordagens metodológicas utilizadas em cada documento, agrupando-as em cinco grupos: (1) apresentação de dados reais; (2) planilha tarifária ou cálculo direto de custos; (3) modelos econométricos; (4) abordagem contábil e (5) outros métodos (*Total Cost of Ownership* e *Activity-Based Costing*). Os resultados dessas análises, bem como de seus quantitativos, são apresentados detalhadamente no item 5.1.

Após a classificação das abordagens utilizadas, constrói-se a base de dados com a identificação e classificação das parcelas de composição de custos relacionadas aos sistemas de transporte público coletivo por ônibus. Essas parcelas são agrupadas em três níveis de detalhamento: (N1) grupos de custo, (N2) itens de custo e (N3) parcelas de custo, conforme apresentado na Fig. **1**. O detalhamento e a composição de cada um dos referidos itens são apresentados no item 5.1.

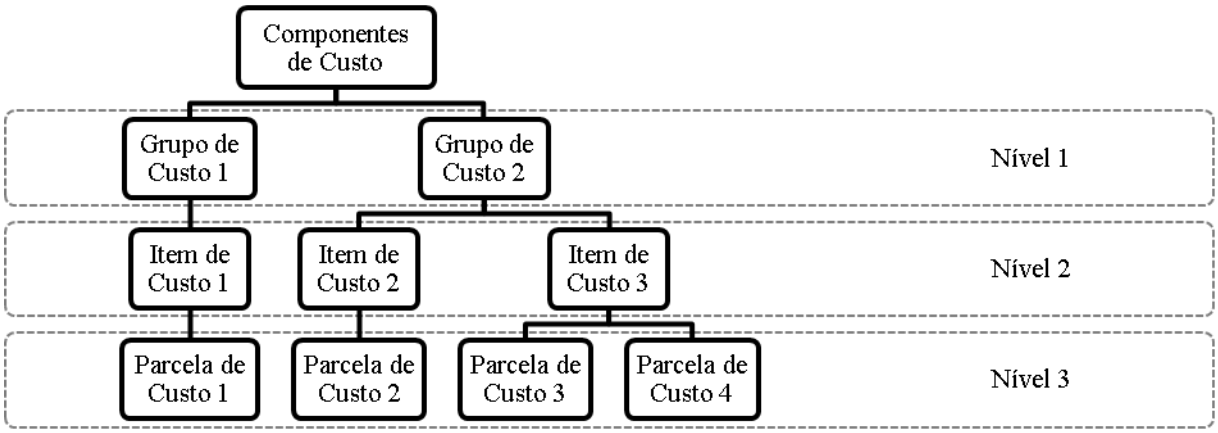


Fig. 1 Exemplo de estruturação dos componentes de custo considerados

Com base nessas informações individualizadas, contabilizam-se as ocorrências de cada tipo de detalhamento e, a partir desses totais de ocorrências, calculam-se as respectivas incidências, formando o quociente entre o número total de ocorrências observadas e o número total de documentos que utilizam cada uma das cinco abordagens metodológicas anteriormente classificadas. Os principais resultados dessa análise de incidência são exibidos no item 5.2.
Por fim, após a identificação das parcelas de custo mencionadas nas publicações analisadas, desenvolve-se a classificação, considerando o nível de detalhamento realizado em relação a cada parcela de custo (N3) mencionada. Essa classificação baseia-se em sete aspectos predefinidos pelos autores, onde menores níveis de detalhamento metodológicos dos custos refletem em menores pesos, ou seja, cada peso reflete o nível de detalhamento e a contribuição para futuros estudos e análises mais aprofundados, conforme ilustrado na Fig. **2**.

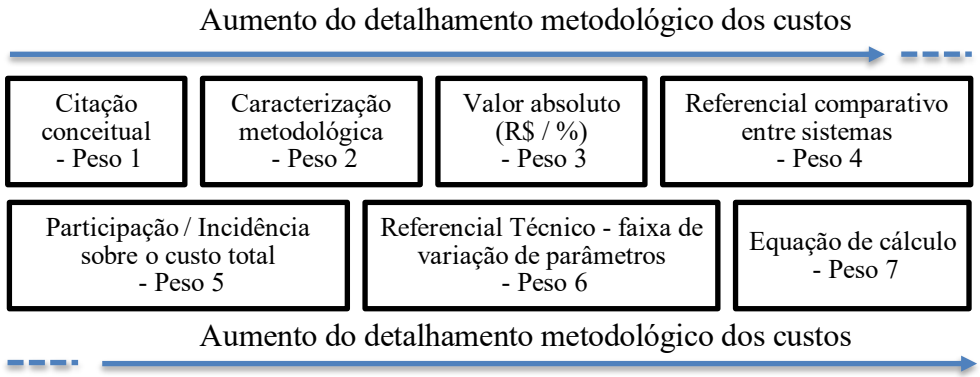


Fig. 2 Tipos de detalhamentos e os respectivos pesos associados

Para cada publicação analisada registram-se as parcelas de custo (N3) abordadas no texto e os tipos de detalhamentos observados. É importante ressaltar que, na abordagem desenvolvida para este artigo, os tipos de detalhamentos não são mutuamente exclusivos, o que significa que a mesma parcela de custo mencionada em cada publicação pode ser associada a mais de um tipo de detalhamento, como por exemplo, "Caracterização metodológica - Peso 2" e "Equação de cálculo - Peso 7".

Para a avaliação do grau de relevância da abordagem de cada grupo de custo (em seus respectivos níveis e subníveis), estabelece-se um parâmetro único para cada item, calculando a média ponderada das frequências, levando-se em consideração os pesos associados (Fig. **2**).

Dessa forma, para realizar a análise complementar de cada parcela e do item de custo identificados, calcula-se o índice de detalhamento correspondente, formado pelo quociente entre a média ponderada das frequências relativas de cada item de custo e o maior valor observado, que correspondeu a um índice de 100. Esses índices também são calculados para cada um dos cinco agrupamentos de abordagem metodológica. Os principais resultados da análise de detalhamento estão apresentados no item 5.3.

4 IDENTIFICAÇÃO DOS MÉTODOS PARA APROPRIAÇÃO DE CUSTOS

Após a revisão dos documentos escolhidos, realiza-se a classificação quanto às abordagens metodológicas utilizadas para organizar e calcular os custos dos sistemas de transporte coletivo. Cada uma das abordagens identificadas é agrupada em uma das cinco categorias consideradas na metodologia deste estudo. Os resultados dessas análises estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 Abordagens metodológicas dos documentos selecionados

Abordagens	Brasil	Europa	Ásia / Oceania / África	América – exceto Brasil	Total Geral
Apresentação de Dados reais	9	2	6	10	27
Planilha Tarifária / Cálculo direto de custos	18	0	2	1	21
Modelos econométricos	0	5	7	4	16
Abordagem Contábil	2	0	2	2	6
Outros métodos	0	0	5	0	5
Total Geral	**29**	**7**	**22**	**17**	**75**

Dos 75 documentos analisados, a maioria (36%) aborda custos de transporte coletivo compilando dados reais dos sistemas, gerando análises e conclusões. Destaques incluem estudos regionais, como o de Del Mistro e Aucamp (2000), sobre Durban, África do Sul, e Verma e Ramanayya (2014), focado no transporte em países em desenvolvimento como a Índia.

Um documento da Global Green Growth Institute (GGGI, 2013) destaca aspectos contratuais de várias cidades e metodologias de custo. Alguns estudos comparam custos de diferentes tipos de transporte, como em Bösch *et al*. (2018), enquanto outros analisam a evolução dos custos ao longo do tempo, como em Martins (2007). Manuais de gestão de países como Austrália, Indonésia e Índia também foram identificados, detalhando as parcelas de custo do transporte coletivo por ônibus.

A segunda categoria mais comum nos estudos (28%) concentra-se em planilhas de cálculo tarifário, amplamente utilizadas em estudos brasileiros. Essas ferramentas, como a famosa planilha do GEIPOT (1996), são essenciais para o poder público estimar os custos operacionais de sistemas de transporte por ônibus.

O Manual de Cálculo Tarifário da ANTP (ANTP, 2017) trouxe atualizações à planilha do GEIPOT, refletindo mudanças no setor. Além disso, variações surgiram ao longo dos anos, como o Método Leonês e DETESC. Identifica-se também estudo no meio internacional, como o de Bolla *et al*. (2020), aplicam abordagens similares de cálculo direto de custos utilizando coeficientes de consumo e valores unitários para determinar custos diretos (salários, combustível) e indiretos (infraestrutura de apoio).

Parte dos estudos (16%) se concentram em modelos econométricos para calcular os custos de sistemas de transporte. Esses modelos, como descritos por Chein (2019), utilizam equações estatísticas para entender as relações entre variáveis econômicas, comumente empregando funções lineares simples e múltiplas, a função de produção Cobb-Douglas e, principalmente, a função translogarítmica. Os estudos usam dados reais de custos e informações operacionais, mas se concentram nas parcelas mais relevantes, como mão de obra e combustível.

Outros métodos explorados nos estudos (Topal e Nakir, 2018; Ongel *et al*., 2019; Sheth e Sakar, 2019) incluem o Total Cost of Ownership (TCO) e o Activity-Based Costing (ABC). O TCO, amplamente utilizado em diversos setores, abrange todos os custos ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, como aquisição de veículos, manutenção, recursos humanos e impostos, oferecendo uma visão abrangente dos custos do transporte coletivo por ônibus. Já o ABC, mencionado por Bokor (2012), Maracajá (2015) e Valentina e Marilena (2018), atribui custos indiretos a atividades específicas, proporcionando uma visão detalhada das relações entre custos e atividades.

Por fim, outras metodologias incluem a análise de fronteira estocástica, para avaliar a eficiência dos sistemas de transporte coletivo, a apropriação de custos *bottom-up*, identificando custos individuais, a *top-down*, ajustando estimativas com base em sistemas

similares e a Análise Envoltória de Dados (DEA), para identificar e comparar o desempenho de operadores de transporte público.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Parcelas de Custos do Transporte Coletivo Identificadas

Após a realização da análise preliminar das publicações, estabelece-se a base de dados consolidada, proporcionando a consulta técnico-acadêmica abrangente. Essa base de dados permite a realização de análises, avaliações e comparações de informações e dados relacionados às metodologias e componentes de custos do transporte coletivo por ônibus, nas diversas regiões do mundo.

Com ela, identificam-se e classificam-se as parcelas de composições de custos relacionadas aos sistemas de transporte público coletivo por ônibus, agrupando-as em três níveis de detalhamento. No primeiro nível (N1), que engloba quatro grupos de custos, são abordados os conceitos gerais de custo, incluindo custos fixos, custos variáveis, custos externos e custos financeiros. O segundo nível (N2) corresponde ao desdobramento dos grupos de custos do nível anterior, detalhando-os em 15 subgrupos de custos. Por fim, o nível 3 (N3) que representa o detalhamento das parcelas de custos específicas relacionadas aos sistemas de transporte coletivo por ônibus. Ao todo, são identificadas 54 parcelas de custo consideradas nessa análise. A Tabela 2 apresenta, de forma mais detalhada, os níveis 1, 2 e 3 referentes aos componentes de custo identificados.

Tabela 2 Itens de Custos Fixos desdobrados nos Níveis 1, 2 e 3

Nível 1 (N1)	Nível 2 (N2)	Nível 3 (N3)
Custos Fixos	**Pessoal – Salários**	Operacional / Manutenção / Administrativo / Diretoria/ *Pessoal – Salários (não especificado)*
	Pessoal – Benefícios + Encargos	Benefícios / Encargos Sociais / *Pessoal – Outros (não especificado)*
	Custo de Capital / Remuneração	Frota / Edificações / Equipamentos / Sistema Inteligente de Transporte (ITS) e Sistemas de Bilhetagem Eletrônica (SBE) / Eletrificação e Baterias / Almoxarifado / *Custo de Capital e Remuneração (não especificado*)
	Depreciação	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / Eletrificação e Baterias / *Depreciação (não especificado)*
	Aluguel / Leasing	Frota / Edificações / Equipamentos / ITS e SBE / *Aluguel e Leasing (não especificado*)
	Despesas Administrativas	Seguros / Taxas e Impostos / Inspeções e Vistorias / *Despesas Administrativas (não especificado)*
	Outras Despesas	Outras Despesas
Custos Variáveis	**Combustível**	Diesel / GLP / Elétrico / Hidrogênio / *Combustível (não especificado)*
	Rodagem	Rodagem
	Lubrificante	Lubrificante
	Manutenção e Limpeza	Peças e Acessórios - Operação / Limpeza e Lavagem / Outros / Sistema Elétrico (fixo e veículos) / *Manutenção e Limpeza (não especificado)*
Custos Externos	**Custos ambientais: acidentes**	Custos ambientais: acidentes
	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas	Custos ambientais: poluição sonora e emissões atmosféricas
Custos Financeiros	**Custos com investimentos / CAPEX**	Frota / Edificações / Equipamentos / Eletrificação – Baterias / Investimentos - *CAPEX (não especificado)*
	Lucro	Lucro

5.2 Análise da incidência das citações das parcelas de custo

No que diz respeito aos resultados obtidos, são analisadas as abordagens metodológicas com a análise temática para quantificar a incidência de referências em cada componente de custo na literatura selecionada.

Observa-se que, dentre os custos fixos associados ao sistema de transporte público por ônibus, destacados na Fig. **3**, o item de custo (N2), mais frequentemente mencionado nos estudos analisados, refere-se aos encargos salariais do pessoal envolvido, que inclui equipe operacional, manutenção, administrativa e diretoria.

Realizando a análise por tipo de metodologia utilizada nos estudos, observou-se a abordagem contábil com item de custos salários. Já aqueles artigos com apresentação de dados reais, apenas 67% citaram esse item de custo.

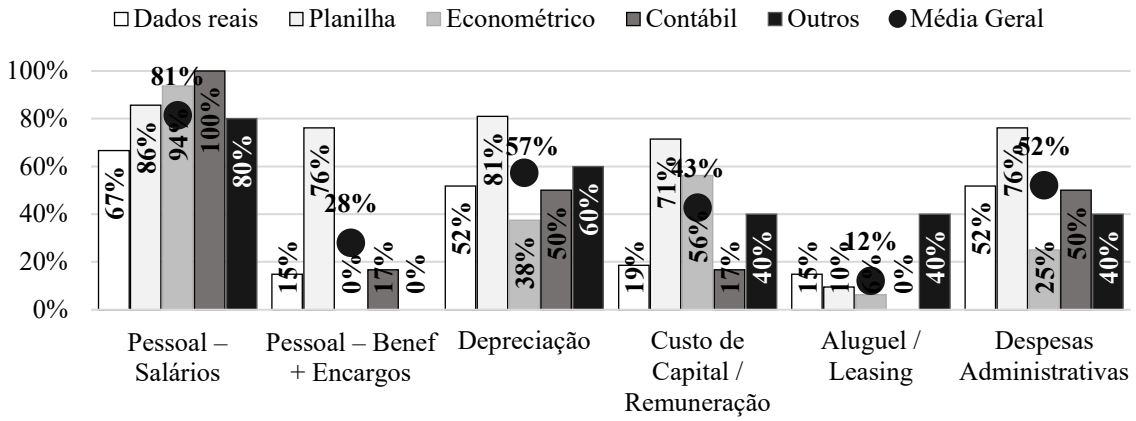


Fig. 3 Incidência de citações – parcelas de custos fixos (N2)

Analisando as parcelas de custo (N3) que compõem esse item de custo, que engloba pessoal operacional, manutenção, administrativo e diretoria, observa-se que as parcelas relacionadas às pessoas das áreas operacional e manutenção são consistentemente mencionadas em uma ampla gama de estudos, apresentando maior destaque em pesquisas que empregam a abordagem baseada em planilhas tarifárias. Contudo, as parcelas referentes ao pessoal administrativo e, notavelmente, às remunerações da diretoria, são escassamente abordadas, salvo nos casos de estudos que adotam a metodologia da planilha tarifária.

O segundo item de custo fixo mais citado nos trabalhos analisados corresponde à depreciação, incluindo-se a da frota, quanto a de edificações, equipamentos e ITS. No entanto, ao contrário do item "salários", observa-se que os documentos que utilizam planilhas tarifárias ou métodos de cálculo direto de custos são os que mais citaram tal parcela.

Além da diferença no índice de citações, a análise evidencia que esses documentos detalham individualmente as parcelas de custo de depreciação da frota, edificações, equipamentos e ITS, ao passo que os documentos que utilizam as outras metodologias de apropriação de custos, em geral, não apresentam esse detalhamento.

Quanto às despesas administrativas atreladas à execução do serviço e os custos com capital, a situação se repete, com os documentos do grupo Planilha Tarifária com índices de citações superiores às outras metodologias.

Um aspecto de destaque nos resultados apresentados na Fig. **3** é a reduzida incidência de citações referentes aos benefícios e encargos sociais atrelados aos salários dos trabalhadores, com exceção da documentação do grupo Planilha tarifária, composto, em grande maioria, por estudos brasileiros, refletindo de certa forma, a cultura relacionada aos direitos trabalhistas no setor do transporte público no restante mundo, diferente daquela observada no Brasil.

Por fim, o item de custo aluguel (*leasing*) de frota, equipamentos e edificações é a menos citada, independentemente do método de cálculo utilizado, apontando a baixa adesão a este tipo de modalidade nos sistemas de transporte público.

Quanto aos custos variáveis, observa-se que, conforme a Fig. **4**, os itens de custo envolvendo combustíveis são os mais citados em todos os recortes metodológicos analisados, sendo o diesel o combustível mais mencionado nos estudos, seguido pelos veículos elétricos e os movidos a GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).

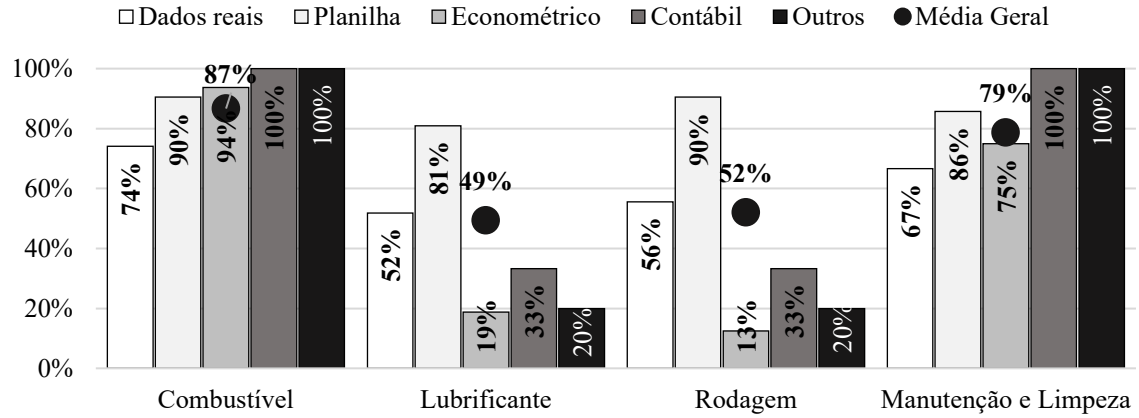


Fig. 4 Incidência de citações – parcelas de custos variáveis (N2)

O segundo item de custos variáveis mais citado refere-se à manutenção e à limpeza dos veículos, que tem peso significativo nos custos totais dos sistemas de transporte coletivo por ônibus e, a exemplo da parcela de custo do combustível, apresenta valores similares nas quatro regiões analisadas.

Para as parcelas envolvendo lubrificantes e rodagem há, proporcionalmente, um maior número de citações naqueles documentos com apresentação de dados reais e que utilizaram planilhas tarifárias, indicando que, apesar de serem parcelas importantes na mensuração dos custos do sistema, as outras metodologias de cálculo de custos realizam simplificações, não considerando tais custos. Quanto às outras parcelas de custos identificadas, a Fig. **5** apresenta os resultados encontrados.

Em relação ao detalhamento dos investimentos (CAPEX) necessário para a operação dos sistemas, são observados percentuais semelhantes nos cinco grupamentos metodológicos identificados, com média de citações de 44% dos documentos analisados.

A parcela de lucro também é lembrada, apesar de em menor frequência, em apenas aqueles documentos com apresentação de custos reais ou que utilizam planilhas tarifárias, mesmo sendo um item relevante e sensível na previsão de cálculo dos sistemas. Observa-se nesse ínterim que cada vez mais existem questionamentos visando à efetiva transparência de todo o processo legal, institucional, regulatório e social.

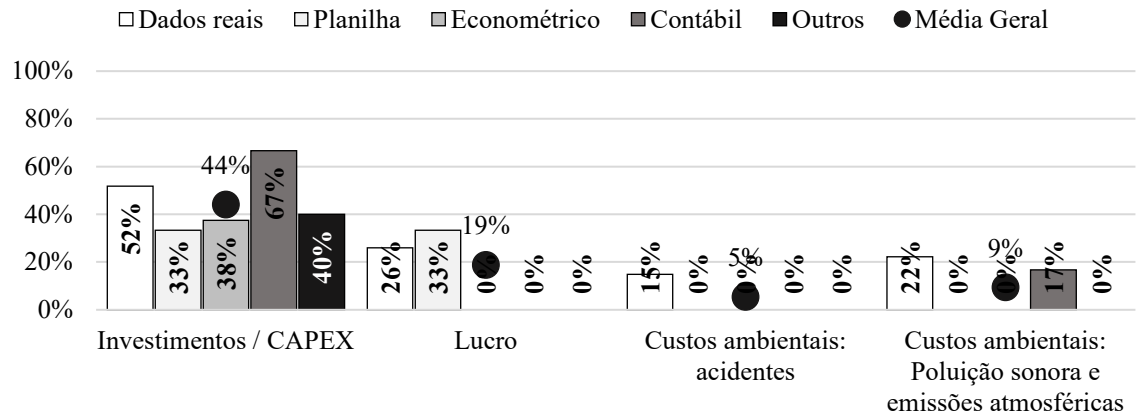


Fig. 5 Incidência de citações – Custos financeiros e externos (N2)

Quanto aos custos externos (impactos ambientais), verifica-se baixo número de citações, sendo que tais parcelas são identificadas, em geral, apenas em documentos com identificação de dados reais dos sistemas, indicando que estes parâmetros ainda estão sendo considerados de forma escassa. No entanto, à medida que o interesse e a preocupação com os preceitos da sustentabilidade surgirem, notar-se-ão os efeitos financeiros associados.

5.3 Análise do detalhamento da abordagem das parcelas de custo

Entende-se que essa etapa é essencial para se obter a compreensão mais aprofundada do grau de detalhamento presente em cada citação, levando em consideração não apenas a quantidade de menções, mas também o refinamento e a abordagem específica de cada categoria de custo. Para essa avaliação foram aplicados os pesos correspondentes a cada tipo de abordagem, conforme ilustrado na Figura 2.

A Fig. **6** apresenta a análise dos resultados do grau de detalhamento, considerando as categorias de custos mais citadas nos documentos selecionados, quais sejam: salários, depreciação, combustíveis e manutenção e limpeza.

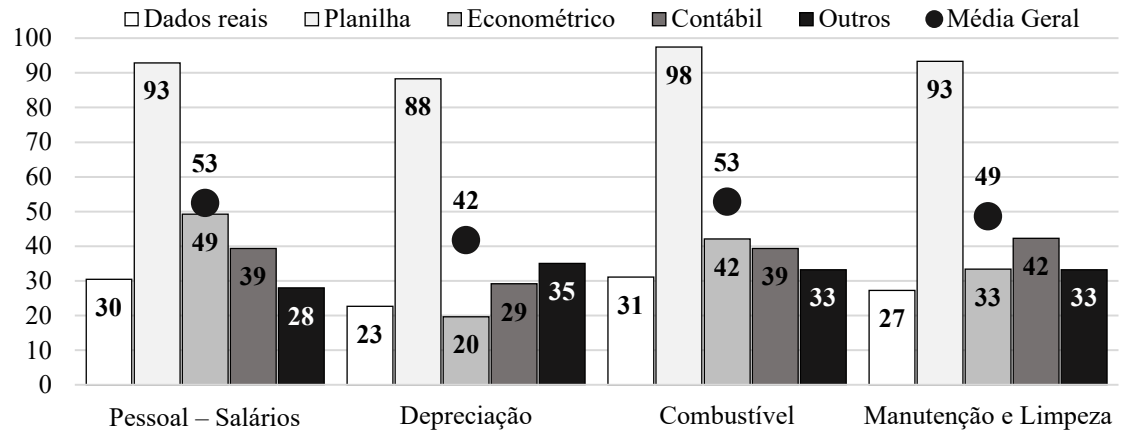


Fig. 6 Índice de detalhamento dos itens de custo (N2)

Enquanto na análise considerando apenas as citações, as cinco categorias metodológicas apresentam valores próximos, dentro de um mesmo patamar, na análise do grau de detalhamento percebe-se que os documentos que fazem uso da planilha tarifária para o cálculo de custos apresentam maiores desdobramentos que as demais abordagens metodológicas. O mesmo padrão é observado em todas as outras categorias de custos identificadas na pesquisa.

De forma abrangente, a análise qualitativa das citações evidencia que as publicações que utilizam a metodologia de planilha tarifária ou cálculo direto de custos apresentam um nível de detalhamento mais elevado em comparação com as publicações com outras abordagens metodológicas.

Essa discrepância decorre, em parte, da utilização de equações específicas e padronizadas e de abordagens mais minuciosas, englobando o maior número de parcelas de custo nas planilhas que, conforme apresentado na Tabela 1, são utilizadas, de forma geral, apenas no Brasil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte coletivo por ônibus é o pilar essencial para a mobilidade urbana em diversas regiões do mundo. Para garantir sua eficiência, sustentabilidade e viabilidade financeira, é fundamental compreender e analisar adequadamente suas parcelas de custos. O presente artigo buscou aprofundar essa compreensão por meio da análise detalhada das parcelas de custos e suas variações geográficas, com ênfase na identificação e classificação desses componentes.

Por intermédio de revisão bibliográfica sistemática, foram consolidadas informações provenientes de artigos técnicos e acadêmicos, que tratavam especificamente dos custos do transporte público, fornecendo informações detalhadas sobre os diferentes componentes desses custos, abrangendo diferentes abordagens metodológicas, nas seguintes regiões geográficas: (1) Brasil, (2) Europa, (3) Ásia / Oceania / África e (4) América – exceto Brasil. A consolidação dessas informações permitiu a criação de base de dados abrangente, que proporcionou a análise comparativa e aprofundada dos componentes de custos do transporte coletivo por ônibus, em escala global.

A análise identificou 54 parcelas de custos agrupadas em quatro categorias principais de custos: fixos, variáveis, externos e financeiros. Cada categoria foi subdividida em níveis de detalhamento, permitindo um mapeamento objetivo e abrangente dos custos associados ao transporte público coletivo por ônibus.

A análise das incidências e detalhamentos dos componentes de custos proporcionou a visão abrangente e detalhada da estrutura de custos do transporte coletivo por ônibus em diferentes regiões do globo. Essas informações são fundamentais para aprimorarem os métodos de apropriação de custos e cálculo tarifário, buscando-se maior eficiência operacional, transparência e sustentabilidade financeira desses sistemas.

Quanto às metodologias para cálculo de custos utilizadas, constatou-se a diferença na abordagem dos documentos brasileiros, que predominaram a utilização de planilhas tarifárias e, nos outros países, com a utilização de métodos de estimativa matemática. Adicionalmente, constatou-se que as planilhas tarifárias contam com certo grau de detalhamento das parcelas de custo, significativamente maior que o encontrado em outras metodologias de cálculo de custos decorrente a apresentação de fórmulas e coeficientes detalhados.

No Brasil, a escassa literatura envolvendo métodos indiretos para estimativas de custos pode ser explicada pela indisponibilidade de acesso facilitado às bases de dados com séries históricas de custos detalhados de sistemas de transporte públicos urbanos, além da consolidação no meio técnico de um método de cálculo desenvolvido pelo governo e replicado em todos os sistemas municipais.

Outro motivo para essa diferença regional nas abordagens pode estar relacionado à dependência do modo rodoviário no âmbito do transporte coletivo urbano. Conforme expressa Tischer (2018), do total de municípios com infraestrutura ferroviária urbana no mundo, 51% estão localizados na Europa, 27% no continente asiático e 9,3% na América do Norte. Já o Brasil corresponde apenas a 2,9% do total de municípios e apenas 2,2% do total de quilômetros de linhas. Desse modo, como o transporte coletivo rodoviário tem maior importância no contexto brasileiro, as abordagens tendem a ser mais específicas e detalhadas quando comparadas às outras regiões do globo.

Por fim, este estudo destaca a relevância de considerar não apenas as parcelas de custos em si, mas também o nível de detalhamento em que são abordadas nas pesquisas. A utilização de equações específicas e a compreensão minuciosa dos fatores que compõem os custos, são cruciais para a formulação de políticas públicas adequadas, às tomadas de decisões estratégicas e a melhoria contínua dos sistemas de transporte público coletivo por ônibus. Dessa forma, a aplicação dos resultados deste trabalho pode contribuir significativamente para o aprimoramento e modernização desses sistemas, resultando em benefícios tanto para os usuários quanto para as cidades em que estão inseridos.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação Getúlio Vargas | FGV Transportes – Centro de Estudos de Transportes, Logística e Mobilidade Urbana.

8 REFERÊNCIAS

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (2017) Custos dos serviços de transporte público por ônibus: método de cálculo. São Paulo.

Bokor, Z. (2012) Cost Calculation in Transport Companies. **Acta Technica Jaurinensis**, 5(3), 253-262.

Bolla, M. E., Nasjono, J. K. e Pedelati, M. A. (2021) The Analysis of Vehicle Operating Cost (VOC) and the Preparation of Public Transport Information Systems Based on Geographic Information Systems (GIS) in Kupang City. In: **4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)**. Atlantis Press. p. 17-23.

Bösch, P. M., Becker, F., Becker, H. e Axhausen, K. W. (2018) Cost-based analysis of autonomous mobility services. **Transport Policy**, 64, 76-91.

Chein, F. (2019) Introdução aos modelos de regressão linear: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas. **Coleção Metodologias de Pesquisa**. Enap Fundação Escola Nacional de Administração Pública. Brasília.

Dantier, R. M. P., Shimoya, A., Shimoda, E., da Conceição Ribeiro, K., Batista, F. B. e Junior, M. E. (2018) Revisão sistematizada sobre transporte público no Brasil e no mundo utilizando a base Scopus. **Informe Gepec**, v. 22, n. 2, p. 09-26, 2018.

Del Mistro, R. F. e Aucamp, C. A. (2000) Development of a public transport cost model. **SATC 2000**.

Estrada, M., Salanova, J. M., Medina-Tapia, M. e Robusté, F. (2021) Operational cost and user performance analysis of on-demand bus and taxi systems. **Transportation Letters**, 13(3), 229-242.

GEIPOT (1996) Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos. Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes. Brasília.

GGGI – Global Green Growth Institute (2013) Comparative Analysis of Bus Public Transport Concession Models. Seul, Coreia do Sul.

Maracajá, F. (2015) ABC-*Activity Based Costing* e a gestão de projetos no gerenciamento dos custos de manutenção em transporte público de passageiros: um modelo estratégico a partir da cadeia de valor. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.

Martins, F. G. D., Silva, F. G. F., Prado, M. V. e Rocha, C. H. (2007) Uma análise dinâmica dos reajustes tarifários dos serviços de transporte rodoviário interestadual de passageiros com base na regra do custo total. In: **XXI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 2007, Rio de Janeiro. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2007.

Monteiro, P. R. S. e Migliorini, V. L. (2023) Procedimentos de apropriação de custos e cálculo tarifário de serviços de transporte coletivo por ônibus. **Revista Brasileira de Transportes**, v. 3, n. 1, p. 86-133.

Ongel, A., Loewer, E., Roemer, F., Sethuraman, G., Chang, F. e Lienkamp, M. (2019) Economic assessment of autonomous electric microtransit vehicles. **Sustainability**, 11(3), 648.

Sheth, A. e Sarkar, D. (2019) Life Cycle Cost Analysis for Electric vs Diesel Bus Transit in an Indian Scenario. **Life**, 10(1).

Tischer, V. (2018) Panorama do transporte ferroviário urbano no Brasil e no mundo. **Revista Internacional de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 62-81.

Topal, O. e Nakir, İ. (2018) Total cost of ownership based economic analysis of diesel, CNG and electric bus concepts for the public transport in Istanbul City. **Energies**, 11(9), 2369.

Valentina, D. E. e Marilena, E. M. (2018) The Contribution of the Method of Calculating ABC Costs in Public Transport Entity. **Social-Economic Debates,** 7(2), 38-42.

Verma, A. e Ramanayya, T. V. (2014) Public transport planning and management in developing countries. CRC press.

VELOCIDADES INSEGURAS NO ENTORNO DE UNIDADES DE SAÚDE E ESCOLAS

O. D. O. Sayago, D. C. Borszcz, P. A. B. Santos e J. T. Bastos

RESUMO

A avaliação de polos geradores de viagens com foco em usuários vulneráveis é uma abordagem recente, destacando-se, neste contexto, as unidades de saúde e escolas. Esses locais demandam uma adequada gestão de velocidades em seu entorno, a fim de garantir pleno acesso aos seus serviços. O objetivo deste trabalho é avaliar a ocorrência de velocidades inseguras no entorno dessas unidades no cenário de Curitiba. A metodologia consistiu no mapeamento das unidades (95 unidades de saúde e 185 escolas) e sobreposição espacial a partir de um *buffer* com dados naturalísticos de velocidade praticada. Os resultados indicam que 38,95% das unidades de saúde estavam expostas a velocidades acima de 70 km/h, 72,63% acima de 60 km/h e 94,74% acima de 50 km/h. Nas escolas, os valores foram menores, sendo 9,73%, 19,46%, 42,70%, respectivamente. Tais resultados podem orientar a realização de estudos técnicos e intervenções de gestão de velocidade no entorno desses estabelecimentos.

1 INTRODUÇÃO

A velocidade é um fator de risco fundamental para a ocorrência e severidade dos sinistros de trânsito, com uma clara correlação entre a velocidade dos veículos e o número de vítimas (WRI, 2022). A gestão da velocidade é fundamental para melhorar a segurança nas vias urbanas, tendo em vista que esses são os cenários onde há o maior conflito entre usuários de veículos motorizados e usuários vulneráveis e que o aumento da velocidade reduz a capacidade dos condutores de identificar e evitar conflitos (NACTO, 2020).

Velocidades abaixo dos 30 km/h reduzem significativamente o risco de mortes no trânsito (WRI, 2016). Isso porque a severidade do ferimento resultante de um sinistro de trânsito depende da transferência de energia durante o impacto, energia esta que depende fundamentalmente da velocidade do impacto e da massa do(s) veículo(s) envolvidos. Usuários mais vulneráveis das vias (pedestres, ciclistas e motociclistas) têm boas chances de sobreviverem a impactos de até 30 km/h. Já os ocupantes de veículos apresentam boas chances de sobrevivência em impacto transversal em velocidade até 50 km/h e em impactos frontais em velocidade até 70 km/h (WHO, 2023).

A garantia da segurança dos usuários vulneráveis deve ser priorizada nas cidades, especialmente em áreas próximas a locais sensíveis, como unidades de saúde e escolas. Nesses locais, em geral caracterizados como polos geradores de viagens, a atividade de pedestres é alta e a necessidade de proteger tais usuários se torna evidente, exigindo medidas específicas para garantir um ambiente seguro. O tratamento especial da circulação no

entorno de hospitais e escolas é objeto no *"Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways"*, onde se abordam questões relacionadas à segurança e à eficiência do tráfego, incluindo a sinalização específica em áreas próximas a escolas e hospitais, com o objetivo de garantir a segurança viária nesses ambientes sensíveis e promover a eficiência do tráfego nessas áreas (U.S Department of Transportation, 2023).

A implementação de zonas de trânsito calmo nas proximidades de escolas e hospitais é uma das alternativas para enfrentar esse desafio. De acordo com WRI (2022), o objetivo dessas zonas é reduzir a velocidade dos veículos motorizados em uma área específica para aumentar a segurança de usuários vulneráveis. A definição de uma zona de trânsito calmo no entorno de áreas especiais, como unidades de saúde e escolas, não depende de um roteiro padrão, podendo variar em tamanho, indo de uma única quadra até um bairro inteiro ou até mesmo uma cidade inteira. Isso depende da classificação das vias e da capacidade da rede de tráfego, levando em conta a presença de usuários vulneráveis, entre outros fatores. Dentro das zonas de trânsito calmo, as medidas de moderação de tráfego contribuem para gerir a velocidade dos veículos motorizados em níveis considerados seguros (NACTO, 2020 e WRI, 2022).

O objetivo deste trabalho é avaliar a ocorrência de velocidades inseguras no entorno de unidades de saúde e escolas. Foram consideradas como velocidades inseguras aquelas acima de 50 km/h – valor já consideravelmente acima do patamar dos 30 km/h recomendado pela Organização Mundial da Saúde considerando a presença de usuários vulneráveis. Dessa forma, destaca-se que o termo "velocidade insegura" utilizado nesta publicação não apresenta relação com o limite de velocidade. O cenário do estudo foi a cidade de Curitiba, Brasil, com recorte sobre 95 unidades de saúde (hospitais, centros médicos, clínicas, etc.) públicas e particulares e sobre 185 escolas municipais da rede pública.

1.1 Velocidades inseguras no entorno de unidades de saúde

As unidades de saúde das cidades são setores de atividades específicas caracterizadas por uma rotina complexa que envolve pacientes, acompanhantes e funcionários, em interação com o conjunto de atividades urbanas em seu entorno (Tavares *et al*., 2020). As áreas próximas a unidades de saúde costumam ser bastante movimentadas, com ambulâncias indo e vindo, pacientes debilitados ou em cadeiras de rodas atravessando as ruas, e a equipe médica e os visitantes circulando a pé.

O Departamento Nacional de Trânsito Brasileiro define as unidades de saúde, como clínicas e hospitais, como polos geradores de tráfego, que atraem ou produzem grande número de viagens, impactando na circulação viária em seu entorno imediato (DENATRAN, 2001). Raia *et al*.(2008) mencionam também que unidades de saúde, tanto em áreas urbanas quanto junto a rodovias, também causam, frequentemente, impactos tanto em termos de fluidez quanto de segurança. Segundo Da Silva e Raia (2015), os hospitais geram impactos significativos no tráfego local onde estão localizados, pois são locais onde são prestados cuidados médicos às pessoas. Portanto, eles têm características de demanda diferentes de outros polos geradores de viagens.

Senthilkumar *et al*. (2019) realizaram um estudo sobre velocidades em áreas restritas, como hospitais, bem como em outras áreas com limites de velocidade reduzidos, como objetivo de implementar sistemas automatizados de controle de velocidade para garantir o cumprimento dos limites de velocidade e melhorar a segurança nessas áreas. Os autores enfatizam a importância de trabalhar em sistemas para garantir a segurança nas vias nessas áreas,

reconhecendo a necessidade de proteger os usuários vulneráveis das vias e reduzir o risco de sinistros.

Nesse sentido, é fundamental tomar medidas estratégicas de planejamento urbano e viário, levando em conta os impactos na mobilidade e na infraestrutura no entorno da área de influência dos hospitais, o que afetará a vida dos moradores locais, o comércio, as demais atividades e o desenvolvimento da região. Essas medidas podem ajudar a mitigar os impactos negativos e promover um ambiente mais seguro e eficiente para todos os envolvidos. (Martins *et al.*, 2021). No Brasil, há escassez de informações sobre velocidades inseguras nas proximidades das unidades de saúde, aumentando a importância de abordar a segurança viária nessas áreas.

1.2 Velocidades inseguras no entorno de escolas

A prática de velocidades insegura perto de escolas é uma preocupação em muitas cidades do mundo. As zonas escolares apresentam altos níveis de atividade de pedestres – usuários vulneráveis em caso de sinistro de trânsito (Ellison *et al*., 2011). Diversos estudos mostraram que um alto índice de sinistros de trânsito ocorre nas proximidades de zonas escolares, muitos deles envolvendo crianças do ensino básico e médio (Abdel-Aty *et al*., 2007; Rothman *et al*., 2014; Warsh *et al*., 2009 e Yu e Zhu, 2016). Essas áreas geram fluxos de tráfego regulares, concentrados e congestionados (Yu e Zhu, 2016).

As características da estrutura urbana, a instituição escolar, as condições socioeconômicas do ambiente escolar, o cenário ambiental e a localização têm impacto sobre a severidade dos sinistros (Torres *et al.*, 2017). De acordo com Oestreich *et al*. (2017), em estudo realizado no sul do Brasil, os alunos das escolas localizadas nas áreas centrais das cidades se sentem mais inseguros com relação à infraestrutura viária do que os alunos das escolas localizadas em lugares menos movimentados. Em geral, o automóvel é mencionado como o veículo mais "ameaçador" para os alunos. Em regiões menos movimentadas, como as escolas da periferia, a maioria dos alunos vai a pé para a escola.

De acordo com Clifton e Kreamer-Fults (2007), as crianças que vão a pé para a escola em áreas de baixa renda têm maior probabilidade de se envolver em um sinistro e de sofrer lesões mais graves em comparação com as crianças que estudam em áreas de renda mais alta. Vários desses deslocamentos podem estar relacionados ao déficit de infraestrutura educacional das áreas de mais baixa renda, o que obriga as crianças a percorrer distâncias maiores para chegar a uma escola. Além disso, o déficit de infraestrutura viária também influencia no risco de envolvimento das crianças em sinistros de trânsito, pois elas não têm condições adequadas de infraestrutura para realizarem seus deslocamentos com segurança. Segundo Adanu *et al.* (2023), o aumento no número de sinistros em zonas escolares coincide com os horários de início e término das aulas das crianças. Seus resultados sugerem que é mais provável que as crianças sejam gravemente feridas ou até mesmo mortas quando o condutor excede o limite de velocidade e não presta a devida atenção à via nessas áreas.

Além disso, a presença de instalações recreativas em áreas escolares está positivamente associada à maior gravidade dos sinistros. Essas instalações podem atrair estudantes fora do horário escolar regular, e essas crianças têm maior probabilidade de serem mais jovens, o que aumenta a probabilidade de lesões graves em comparação com crianças mais velhas (Clifton e Kreamer-Fults, 2007).

Considerando que as escolas são um importante ponto focal de atividade para crianças em idade escolar, incluindo períodos antes, durante e depois do horário escolar, elas constituem-se de importantes polos geradores de viagens de usuários vulneráveis e, por este motivo, devem estar no centro das políticas de segurança projetadas para promover ambientes seguros para as crianças caminharem (Clifton e Kreamer-Fults, 2007).

2 METODOLOGIA

Na seção da metodologia será apresentado o processo utilizado para conduzir a análise das velocidades no entorno de escolas e unidades de saúde, baseando-se nos dados coletados e nas ferramentas empregadas. Será resumidamente descrito o Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS-BR*), em termos de sua finalidade e a amostra utilizada. Em seguida, será abordada a coleta dos dados para o estudo, explicando como foram obtidas as informações sobre as escolas, unidades de saúde e arruamento de quadras. Posteriormente, será discutida a análise espacial dos dados e os cálculos dos indicadores, descrevendo o processo de integração dos dados no software *QGIS* e os passos seguidos para calcular os indicadores de exposição a velocidades inseguras.

2.1 Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro

O Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS-BR*) tem como finalidade registrar o comportamento do condutor, bem como as condições ao longo do percurso, por meio da coleta de dados de vídeo, coordenadas geográficas, velocidade do veículo e outros fatores. Dessa forma, o *NDS* contribui para obter indicadores de desempenho da segurança viária relacionados à condução real, monitorando a rotina do condutor. A amostra disponível para o estudo compreende 32 condutores participantes e 1.002 viagens, totalizando 381 horas de condução e 9.444 km percorridos em Curitiba e sua área metropolitana. O receptor *GPS* embarcado no veículo registra latitude, longitude, data, hora e velocidade instantânea. Um *script* em *Python* foi utilizado para converter os dados do *GPS*. Os dados codificados por condutor e viagem, com registros a cada segundo, facilitando a visualização e análise dos dados, especialmente em relação à velocidade. (Bastos *et al.*, 2023)

2.2 Coleta dos dados para o estudo

Para a análise das velocidades no entorno de escolas e unidades de saúde, foram utilizados dados publicamente disponíveis do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2023). Esses dados incluíam duas tabelas espaciais no sistema de referência SIRGAS 2000 de coordenadas de ponto: uma para as escolas da rede municipal de ensino fundamental e outra para as unidades de saúde, tanto unidades públicas quanto privadas. Os principais atributos dessas tabelas foram o logradouro e o nome da escola ou unidade de saúde. A tabela das escolas continha 185 registros, enquanto a das unidades de saúde continha 95, representando a quantidade de instituições educacionais e de saúde na região. Além disso, foi necessário obter do IPPUC (2023)o arquivo de arruamento de quadras, essencial para delimitar as áreas de estudo e a interseção entre os pontos de velocidade e os pontos das unidades de interesse.

2.3 Análise espacial dos dados e cálculos dos indicadores

Para calcular os indicadores de exposição das escolas e unidades de saúde em relação à prática de velocidades inseguras, foi utilizado o *QGIS*. Os arquivos em formato *shapefile*

contendo as coordenadas das escolas e unidades de saúde foram integrados ao *software*, juntamente com os pontos de coordenadas por segundo das viagens realizadas pelos condutores na amostra do estudo naturalístico de direção brasileira, além do arquivo de arruamento de quadras do município de Curitiba.

Para analisar as velocidades praticadas no entornos das unidades de saúde e escolas, foram criados *buffers* com distância de 100 metros ao redor das quadras em que tais unidades estavam localizadas. Em seguida, esses *buffers* foram sobrepostos aos registros de velocidade instantânea classificados como "velocidade insegura", ou seja, valores acima de 70, 60 e 50 km/h. Assim, por meio da aplicação de filtros de intersecção, foi possível identificar quais unidades de saúde e escolas estavam expostas a velocidades inseguras em seu entorno imediato. A Figura 1 exemplifica o processo adotado na análise.

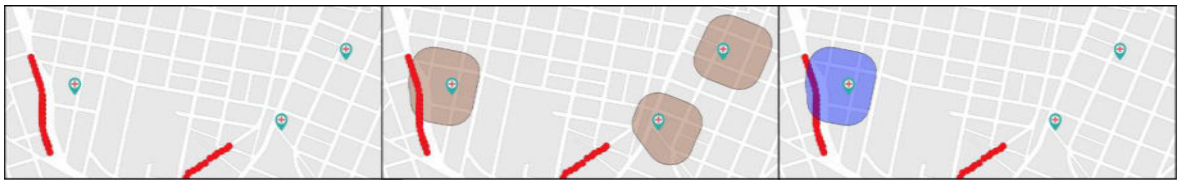


Fig. 1 Etapas da análise espacial das velocidades inseguras utilizando *buffers* de quadra no entorno de unidades de saúde ou escolas. Fonte: Os autores (2024)

Com base no número de unidades de saúde e escolas expostas a velocidades inseguras em seu entorno, em relação ao total de unidades, foram calculados seis indicadores: três para as unidades de saúde e três escolas, considerando as diferentes categorias velocidades inseguras (acima de 70, 60 e 50 km/h). Por meio dos *buffers* das quadras que se intersectam com as coordenadas das velocidades inseguras, é possível não apenas identificar as unidades, mas também analisar a quantidade de registros de velocidades inseguras (condicionado, no entanto, aos deslocamentos da amostra de condutores participantes do estudo).

3 RESULTADOS

Nesta seção serão abordadas as seguintes subseções: '3.1 Indicadores de velocidades inseguras em unidades de saúde e escolas', que trata da quantidade absoluta e percentual de escolas e hospitais expostos a velocidades inseguras em seu entorno para cada faixa de velocidade; '3.2 Distribuição espacial da velocidade e das unidades', que inclui um mapa com representação de velocidades iguais ou superiores a 70 km/h com os *buffers* de quadra das unidades; e a seção '3.3 Avaliação da exposição à velocidade insegura em unidades de saúde escolas', que contém duas tabelas, uma para as escolas e outra para os centros de atendimento à saúde, com dados das unidades com as maiores amostras de registros.

3.1 Indicadores de velocidades inseguras em unidades de saúde e escolas

Os indicadores de unidades de saúde e educacionais expostas a altas velocidades foram calculados através da proporção/razão das quadras que contêm hospitais ou escolas que se intersectam com os pontos de diferentes faixas de velocidade, em relação ao total de pontos pertencentes às unidades para cada unidade de saúde ou escola.

Em relação à exposição às diferentes faixas de velocidade para as 95 unidades de saúde, foram registradas 90 unidades expostas à faixa de 50 km/h (94,74%), 69 unidades para 60

km/h (72,63%) e 37 unidades para 70 km/h (38,95%). Em relação às 185 escolas, foram registradas 79 escolas expostas aos pontos de velocidade na faixa de 50 km/h (42,70%), 36 escolas para 60 km/h (19,46%) e 18 escolas para 70 km/h (9,73%). Observa-se que conforme a faixa de velocidade aumenta, os percentuais de exposição a velocidades inseguras reduzem, tanto para as unidades de saúde quanto para as escolas. Os dados indicam que uma porcentagem menor de escolas foi exposta a altas velocidades em comparação com as unidades de saúde.

3.2 Distribuição espacial da velocidade e das unidades

A modelagem dos dados para o cálculo dos indicadores e demais informações foi realizada por meio do *software QGIS*, sendo elaborado um mapa para visualizar espacialmente os dados (Figura 2). Os pontos de velocidade acima de 70 km/h estão agrupados e representados por linhas avermelhadas. As unidades de saúde e escolas são representadas por ícones conforme as coordenadas desses pontos. Os polígonos com tons de laranja representam os *buffers* de quadra das escolas que se intersectam com a faixa de velocidade de 70 km/h, enquanto os polígonos azuis indicam os *buffers* de quadra das unidades de saúde na mesma faixa de velocidade. Devido à maior concentração de unidades de saúde na área central da cidade, a Figura 2 apresenta um recorte específico dessa área.

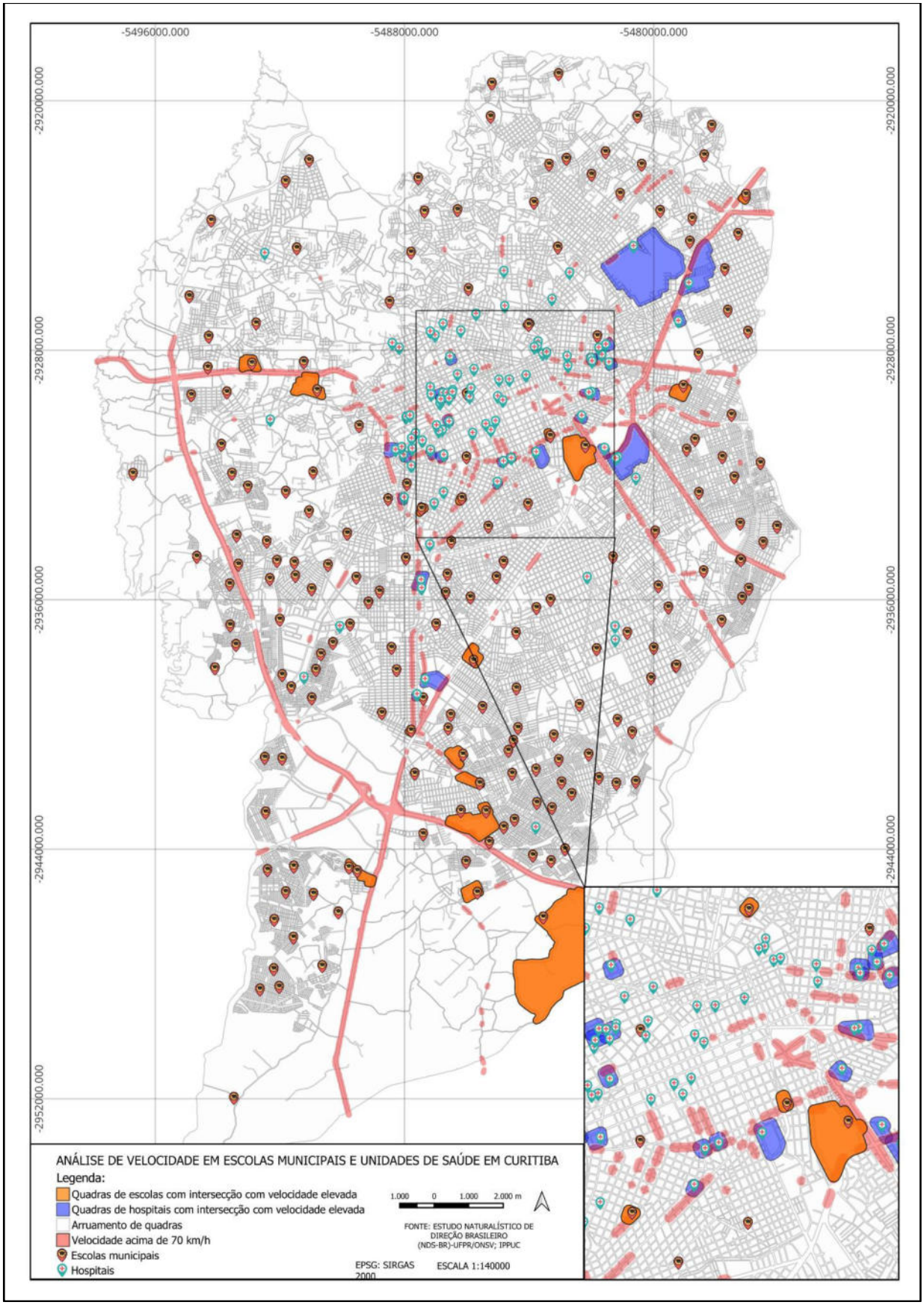


Fig. 2 Mapa da análise de velocidades inseguras no entorno de unidades de saúde e escolas em Curitiba. Fonte: Os autores (2024)

Conforme apresentado na Tabela 1, hospitais como H VC, H EG e o hospital H OE foram os mais expostos à velocidades inseguras, especialmente nas faixas de 50 km/h e 60 km/h. Por outro lado, na faixa de 70 km/h, a exposição foi menor.

3.3 Avaliação da exposição à velocidade insegura em unidades de saúde e escolas

Com a contagem dos objetos espaciais foi possível ranquear as escolas e as unidades de saúde que tiveram maior exposição às faixas de velocidades inseguras. Nas Tabelas 1 e 2 estão elencadas, em ordem decrescente, as dez unidades que tiveram maior exposição de velocidade de acordo com a amostra do *NDS-BR*, bem como a contagem de pontos que se interceptaram com os *buffers* de quadras que contêm as respectivas unidades, representada pela coluna P. A coluna '%' corresponde à porcentagem de pontos de registro de velocidade instantânea para cada unidade listada em relação ao total de todas as unidades com valores de velocidade registrados na respectiva faixa (≥ 50 km/h, ≥60 km/h ou ≥70 km/h).

Por exemplo, na Tabela 1, referente às unidades de saúde, o hospital H VC apresenta 15,35% dos registros de velocidade instantânea considerando as velocidades maiores ou iguais que 50km/h. Observa-se que o total não corresponde às 10 unidades de saúde listadas na tabela, mas sim às 90 unidades de saúde expostas aos pontos de velocidade na faixa de 50 km/h. As unidades de saúde H EG e o H OE, por estarem dividindo a mesma quadra, possuem dados iguais. O mesmo ocorre com as unidades de saúde H UC e o H MC.

Tabela 1 Unidades de saúde com maiores índices de velocidade insegura. Fonte: Os autores (2024)

Hospitais, Centros e Clínicas de Saúde								
V>=50 km/h	**P**	**%**	**V >=60 km/h**	**P**	**%**	**V>=70 km/h**	**P**	**%**
H VC	1829	15,35	H VC	1112	25,42	H VC	620	31,28
H EG	1126	9,45	H EG	726	16,60	H EG	428	21,59
H OE	1126	9,45	H OE	726	16,60	H OE	428	21,59
H UC	425	3,57	H UC	187	4,28	H UC	66	3,33
H MC	425	3,57	H MC	187	4,28	H MC	66	3,33
H IZA	382	3,21	H IZA	126	2,88	H IZA	59	2,98
I PO	262	2,20	CL CSG	77	1,76	H CC	27	1,36
CL CSG	258	2,17	CE AO	70	1,60	CE AO	26	1,31
H MB	237	1,99	H CC	64	1,46	CL NMD	24	1,21
H S	203	1,70	CL NMD	56	1,28	CL NFNM	22	1,11

P: Quantidade pontos de velocidade que fazem intersecção com os buffers de quadra
%: Porcentagem de unidades de saúde que apresentaram intersecção com os pontos de velocidade de acordo com a faixa de velocidade
H: Hospital ,CL:Clínica, CE: Centro, I: Instituto
AO - Avançado Otorrinolaringologia, CC - Cardiológico Costantini, CSG - Cirúrgica Santa Gianna, EG - Erasto Gaertner, IZA - Idoso Zilda Arns, MB - Maternidade Brígida, MC - Marcelino Champagnat, NMD - Nica Milton Daniel, NFNM - Nica de Fraturas Novo Mundo, OE - Oncopediátrico Erastinho, PO - Paranaense de Otorrinolaringologia, S - Sante, UC - Universitário Cajuru, VC - Vita Curitiba

Na Tabela 2, referente às escolas, a escola CEI PJC tem 16,04% dos registros de velocidade instantânea considerando as velocidades maiores ou iguais que 50 km/h. Observa-se que o

total não corresponde às 10 maiores escolas listadas na tabela, mas sim às 79 escolas expostas aos pontos de velocidade na faixa de 50 km/h.

Tabela 2 Escolas com maior número de registros de velocidades inseguras. Fonte: Os autores (2024)

Escolas Municipais de Ensino Fundamental								
V≥50 km/h	**P**	**%**	**V ≥60 km/h**	**P**	**%**	**V≥70 km/h**	**P**	**%**
CEI PJC	1210	16,04	EM PCST	812	20,99	EM WH	478	28,90
EM NSA	1178	15,62	CEI PJC	759	19,62	CEI PJC	326	19,71
EM PCST	872	11,56	EM WH	621	16,05	EM PCST	301	18,20
EM WH	858	11,37	EM NSA	618	15,97	EM NSA	148	8,95
EM EC	335	4,44	EM P	177	4,57	EM P	118	7,13
CEI PUFV	318	4,22	EM EC	122	3,15	EM PEPM	88	5,32
EM JE	186	2,47	EM PEPM	114	2,95	EM AT	44	2,66
EM P	185	2,45	EM JE	108	2,79	EM EC	38	2,30
EM PEMS	176	2,33	CEI PUFV	107	2,77	EM M	36	2,18
EM PP	164	2,17	EM AT	72	1,86	EM J	31	1,87

P: Quantidade pontos de velocidade que fazem intersecção com os buffers de quadra
%: Porcentagem de escolas que apresentaram intersecção com os pontos de velocidade de acordo com a faixa de velocidade
CEI: Centro de Educação Integral
EM: Escola Municipal
AT - Anísio Teixeira, EC - Eny Colombo, JE - Jardim Europa, M - Marumbi, NSA - Noely Simone de Ávila, P - Paranaguá, PCST - Prof. Carmen Salomão Teixeira, PEMS - Prof. Enéas Marques dos Santos, PEPM - Prof. Érica Plewka Mlynarczyk, PJCB - Prof. José Cavallin, PP - Presidente Pedrosa, PUFV - Prof. Ulisses Falcão Vieira, WH - Walter Hoerner

A análise da tabela das Escolas Municipais de Ensino Fundamental revela diferentes níveis de exposição a velocidades inseguras, com as faixas de 50 km/h e 60 km/h destacando-se como as mais preocupantes, representando maior quantidade de pontos de velocidade e tempos de exposição mais longos. Por outro lado, na faixa de 70 km/h, houve uma exposição substancialmente menor.

Nesse sentido, a análise realizada no presente estudo fornece uma visão sobre a dinâmica das velocidades praticadas nas imediações de unidades de saúde e escolas a fim de identificar a prática de velocidades inseguras. Análises complementares investigando os fatores que levam à prática de velocidade inseguras nesses entornos devem levar em consideração aspectos como os limites de velocidade e a hierarquia das vias.

As unidades de saúde, por razões logísticas, podem estar situadas próximas a vias distribuidoras ou coletoras, onde é esperado que as velocidades praticadas sejam mais elevadas. Em contraste, as escolas geralmente estão associadas a áreas com dinâmicas locais, onde as vias circundantes são de nível de tráfego hierarquicamente inferior, favorecendo um desenho de rua que modera as velocidades. Além disso, uma análise mais aprofundada deve considerar as características do ambiente urbano e os aspectos físicos das ruas no entorno das unidades de saúde e escolas. A prática de velocidades elevadas pode estar associada a múltiplos fatores, como o número de faixas, suas larguras e o tipo de controle nos cruzamentos.

A legislação vigente, a hierarquia das vias e os limites de velocidade estabelecidos são outros fatores que devem ser considerados em estudos futuros. Uma análise integrada que inclua essas variáveis pode fornecer insights valiosos sobre como a infraestrutura urbana influencia o comportamento dos motoristas. Pesquisas futuras poderiam explorar a relação entre os limites de velocidade regulamentados e as velocidades efetivamente praticadas, investigando se existem incompatibilidades que justifiquem intervenções urbanísticas ou regulamentares.

4 CONCLUSÃO

Neste artigo foi descrita uma análise de velocidade praticadas no entorno de áreas sensíveis, associadas à movimentação de usuários não motorizados e vulneráveis. É importante destacar a não vinculação do termo "velocidade insegura" ao limite de velocidade da via, tendo em vista a inadequação de muitos limites de velocidade, ou seja, valores acima do recomendado para as dinâmicas locais de uso das vias. Identificou-se que a exposição a velocidades inseguras é maior quando se considera o patamar dos 50 km/h e reduz para os patamares de 60 e 70 km/h.

A análise comparativa dos resultados obtidos para as unidades de saúde e para as escolas demonstrou que a prática de velocidades inseguras é mais comum no entorno das unidades de saúde, apontando para a necessidade de aprofundamento dos estudos nessas regiões para que medidas de redução da velocidade possam ser implementadas, visando reduzir os riscos para pacientes, funcionários e visitantes. Por outro lado, a menor ocorrência de velocidades inseguras no entorno das escolas conduz à hipótese de que seus entornos já contam com medidas de gestão da velocidade (pelo menos em comparação às unidades de saúde).

A partir dos resultados desta pesquisa ficou demonstrado o potencial de aplicação de dados naturalísticos de velocidade para a investigação da prática de velocidades inseguras no entorno de locais de interesse. Adicionalmente, os resultados apresentam aplicação prática para a gestão municipal uma vez que podem indicar a necessidade de estudos técnicos nesses entornos a fim de planejar a implantação de medidas de gestão de velocidades, tais como a readequação dos limites de velocidade, a implantação de medidas de moderação de tráfego ou mesmo a implantação de dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade.

Como limitações da pesquisa, destaca-se o fato de que a medida de exposição utilizada (registros de velocidade instantânea) é uma variável dependente dos padrões de circulação da amostra de condutores participantes. Dessa forma, entende-se que o aumento do tamanho da amostra de condutores participantes em pesquisas futuras tende a aumentar a representatividade da análise considerando o cenário do município. Para pesquisas futuras, destaca-se o potencial de associação dos dados de velocidades inseguras e a ocorrência de sinistros de trânsito, formando argumentos mais robustos para a realização de intervenções com vistas à redução da velocidade.

5 REFERÊNCIAS

Abdel-Aty, M., Chundi, S. S. e Lee, C. (2007) **Geo-spatial and log-linear analysis of pedestrian and bicyclist crashes involving school-aged children**. Journal of Safety Research, 38(5), 571–579. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.04.006>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

Adanu, E. K., Dzinyela R. e Agyemang, W. (2023) **A comprehensive study of child pedestrian crash outcomes in Ghana**. Accident Analysis & Prevention, 189, 107146. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2023.107146>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

Bastos, J.T., Bernardinis, M. A. P., Neris, D. F., Schmitz, A., Gadda, T. M. C., Amancio, E. e Santos, P. A. B. (2023) **Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS*-BR)**: da concepção aos primeiros resultados. in: anais do congresso de pesquisa e ensino em transportes, 2023, Santos. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá. Disponível em: <https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/estudo-naturalistico-de-direcao-brasileiro-nds-br-da-concepcao-aos-primeiros-res?lang=pt-br > Acesso em: 18 Abr. 2024.

Clifton, K. J. e Kreamer-Fults, K. (2007) **An examination of the environmental attributes associated with pedestrian–vehicular crashes near public schools**. Accident Analysis & Prevention, 39(4), 708–715. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.11.003>. cesso em: 03 de maio de 2024.

Da Silva, G. e Raia, A. (2015) **Modelos de estimativas de viagens para hospitais de cidades de porte médio do interior do estado de São Paulo**.

DENATRAN. (2001) **Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego.**

Ellison, A. B., Greaves, S. P. e Daniels, R. (2011) **Australasian College of Road Safety Conference "A Safe System: Making it Happen!" Melbourne 1-2 Speeding Behaviour in School Zones**.

IPPUC (2023) **Dados Geográficos**. Ippuc.org.br. Disponível em: <https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>. Acesso em: 10 maio 2024.

Martins, L., Saquetto, M. E., Letícia De Souza, M., Alves, I., e Schmitz, A. (2021) **Microacessibilidade a um polo gerador de viagem:** caso do complexo hospital de clínicas de curitiba-pr.

NACTO. (2020) **City limit**s - Setting Safe Speed Limits on Urban Streets.
Oestreich, L., Lemes, J., Menna, R., Torres, T. B. e Ruiz-Padillo, A. (2017) **Avaliação da percepção da segurança viária no entorno de escolas mediante uma análise estatística fuzzy**.

Raia, A. A., Lopes, S. C., Dal Bó, M. L. e Robles, D. G. (2008) **Impactos da implantação de um pólo gerador de viagens:** o caso do hospital-escola de São Carlos.

Rothman, L., Macarthur, C., To, T., Buliung, R. e Howard, A. (2014) **Motor Vehicle-Pedestrian Collisions and Walking to School:** The Role of the Built Environment. Pediatrics, 133(5), 776–784. Disponível em: <https://doi.org/10.1542/peds.2013-2317>. Acesso em: 18 Abr. 2024.

Senthilkumar, R., Dhanu Prakash, T., Kannan, A., Selvaprasath, S. e Karthikrajan, P. T. (2019) **Embedded System for Automatic Vehicle Speed Control and Data Analysis Using Python Software.** Journal of Control System and Control Instrumentation, 5(2).

Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3048906>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

Tavares, J. C., Fantin, M., Rossi, A. L. P., Beltramini, L. P. de B. C. L. e Gomez, R. S. (2020, June) **Acessibilidade e mobilidade sustentável para vizinhança hospitalar regional: o caso de Barretos/SP (Hospital de Amor)**. XII Seminario Internacional de Investigación En Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5821/siiu.9956>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

Torres, T. B., Uriarte, A. M. L., Demore, C. P. e Nodari, C. T. (2017) **Prevalência de fatores associados à severidade dos acidentes em entorno de escolas**. TRANSPORTES, 25(3), 102. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v25i3.1331>. Acesso em: 28 Abr. 2024.

U.S Department of Transportation. (2023) **Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways.** 11th Edition.

Warsh, J., Rothman, L., Slater, M., Steverango, C. e Howard, A. (2009) **Are school zones effective? An examination of motor vehicle versus child pedestrian crashes near schools. Injury Prevention**, 15(4), 226–229. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/ip.2008.020446>. cesso em: 02 de maio de 2024.

WHO (2023) **Speed management:** a road safety manual for decision-makers and practitioners. 2ª Edição. World Health Organization, FiA Foundation, Global Road Safety Partnership, World Bank Group. Genebra.

WRI (2016) **O Desenho de Cidades Seguras**. [s.l.] World Resources Institute - Brasil.
WRI. (2022) **Guia para Áreas de Trânsito Calmo.** World Resources Institute. Disponível em: <https://doi.org/10.46830/wrigb.18.00063pt>. Acesso em: 28 Abr. 2024.

Yu, C.-Y. e Zhu, X. (2016) **Planning for Safe Schools.** Journal of Planning Education and Research, 36(4), 476–486. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0739456X15616460>. Acesso em: 28 Abr. 2024.

MOBILIDADE URBANA NO FOCO DA SAÚDE: UM ESTUDO SOBRE A ACESSIBILIDADE DE PACIENTES COM TUBERCULOSE PULMONAR EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM/MINAS GERAIS, BRASIL.

J. A. C. Neves, P. F. B. Carvalho e A. M. A. Diniz

RESUMO

A tuberculose continua um problema de saúde pública e a mobilidade urbana é um dos fatores influenciadores. O objetivo desse estudo foi verificar a acessibilidade dos pacientes com tuberculose pulmonar às Unidades de Saúde (US) em Contagem-Minas Gerais, Brasil, entre 2010 e 2020. É um estudo ecológico, com caracterização epidemiológica/clínica dos registrados de tuberculose no Sistema de Informação de Agravo de Notificação, com análise da distribuição geográfica das US, dos casos e das distâncias percorridas pelos pacientes. Predominaram casos/óbitos de tuberculose em homens com 40 anos de idade ou mais, raça parda, escolaridade de 1 a 7 anos, a não realização do teste de HIV e, baixa utilização do Tratamento Diretamente Observado. Dos 215 bairros, 33,0% estão descobertos por US. Os deslocamentos dos pacientes entre US variaram de 506 a 3.900 metros. Foi identificada a necessidade de reorganização da mobilidade urbana para minimizar as distâncias percorridas pelos pacientes às US.

1 INTRODUÇÃO

A Tuberculose é uma doença infecciosa e transmissível, causada pelo *Mycobacterium tuberculosis* ou bacilo de Koch. Existem várias formas de manifestação clínica, entre elas: extrapulmonar, pulmonar-extrapulmonar e pulmonar, que é a forma mais frequente. A doença afeta principalmente pessoas do sexo masculino, adultos jovens e residentes de países de baixa renda, onde a associação entre a ocorrência de tuberculose e fatores socioeconômicos é fato. Além disso, a Aids tem sido um dos fatores que contribui com a permanência da doença, já que reduz ainda mais a imunidade do paciente. O tratamento convencional é normalmente conduzido em unidades de saúde, com duração de, em média, 6 meses (Brasil, 2021).

No mundo, a tuberculose continua sendo um problema de saúde, com cerca de dez milhões de pessoas com a doença e 1,5 milhão de óbitos por ano, sendo considerada como principal causa de morte por um único agente infeccioso. A Organização Mundial de Saúde (OMS), estabeleceu indicadores categorizados em níveis, sendo considerados aceitáveis, mínimo de 85% de cura e máximos de 5% de interrupção de tratamento e 1% de óbito entre os casos novos de tuberculose para monitoramento do controle da doença. Uma das estratégias de monitoramento dos casos de tuberculose é o acesso do paciente aos serviços de saúde (Albuquerque *et al.*, 2014).

O Brasil é um dos 30 países de alta carga para a tuberculose e para coinfecção Tuberculose-HIV, sendo considerado um dos países prioritários para o controle da doença no mundo pela OMS. Em 2020, o país registrou 67.843 casos novos de tuberculose de todas as formas, com um coeficiente de incidência de 32,0 casos por 100 mil habitantes. O índice de cura foi de 36,6%, 7,1% de interrupção de tratamento de e 2,9% de óbito (Brasil, 2020). Em Minas Gerais, foram registrados, nesse mesmo ano, 3.233 casos novos de tuberculose de todas as formas, com um coeficiente de incidência de 15,2 casos por 100 mil habitantes, com um índice de cura de 31,1%, de interrupção de tratamento de 4,7% e de óbito 4,0% (Brasil, 2021b). A carga de tuberculose no estado de Minas Gerais é um dos elementos indutores de grande relevância para a vigilância dos casos e do processo de tomada de decisão para o controle da doença.

No contexto de Minas Gerais, o município de Contagem, junto com os municípios de Belo Horizonte, Juiz de Fora, Contagem, Uberlândia, Governador Valadares, Montes Claros e Ribeirão das Neves, apresentam uma alta carga de tuberculose, o que corresponde a 35,7% dos casos no estado. Em 2020, Contagem apresentou 67 casos da tuberculose pulmonar, com um coeficiente de incidência de 10,0 casos por 100 mil habitantes, índice de cura de 20,9%, proporção de interrupção de tratamento de 11,9% e de óbito de 3,0% (Ministério da Saúde, 2021), indicadores considerados inaceitáveis pelo Ministério da Saúde brasileiro.

Para o controle da tuberculose, uma das estratégias é garantir a mobilidade urbana do paciente. A Câmara Municipal de Contagem aprovou e sancionou a LEI nº 4830, de 30 de maio de 2016, que institui o Plano de Mobilidade Urbana de Contagem, que garante *"*os deslocamentos de pessoas e cargas em seu território, com vistas a atender as necessidades atuais e futuras de mobilidade da população de Contagem*"* (Contagem, 2016). Dos indicadores de monitoramento no Brasil, a interrupção de tratamento tem sido um dos índices mais preocupantes, isso porque tem contribuído para a tuberculose ainda continuar causando mortes no país, apesar de ser uma doença curável, (Brasil, 2020). O desfecho desfavorável do tratamento da tuberculose em um paciente reflete a sua vulnerabilidade social, econômica e cultural. Além disso, condições clínicas desse paciente, como a coinfecção Tuberculose-HIV, resistência aos medicamentos, entre outros, aumentam a morbimortalidade relacionada a doença (Ferreira, 2018).

Dentre os fatores que levam à interrupção de tratamento de tuberculose, a acessibilidade às unidades de saúde é um ponto que deve ser observado com atenção. Isso porque, muitas vezes, essas unidades de saúde não estão localizadas em pontos estratégicos para a população, sendo um dificultador para acompanhamento adequado do tratamento.

O conceito de acesso em relação ao uso dos serviços de saúde é complexo, sendo, às vezes, utilizado como sinônimo de acessibilidade ou de forma distinta. O grau de ajuste entre os clientes e o sistema de saúde através da disponibilidade dos serviços; a adequação entre a distribuição geográfica dos serviços e dos pacientes; e a maneira de como os serviços organizam-se para receber os usuários, podem ser contextualizados como características da oferta, sendo o acesso a forma como as pessoas percebem a acessibilidade (Starfield, 2002).

A acessibilidade pode ser observada em duas dimensões (Silva Júnior *et al.,* 2010). Uma delas é a geográfica, que se refere à distância e ao tempo de locomoção dos usuários para chegar aos serviços, incluindo os custos da viagem, dentre outros. A outra é a sócio-organizacional cujas características da oferta podem facilitar ou dificultar a capacidade das

pessoas no uso dos serviços (Donabedian, 2003). Em relação a dimensão geográfica, a utilização de ferramentas de análise espacial tem sido útil na saúde pública, o que permite o desenvolvimento de ações de controle de várias doenças.

Fusco *et al*. (2017) e Alves Filho *et al*. (2017) relatam que analisar a distribuição espacial da tuberculose em territórios possibilita um planejamento o mais eficaz possível, o que reflete em assegurar a adesão do paciente ao tratamento. Portanto, a compreensão dos fenômenos geográficos em relação a tuberculose auxilia no conhecimento e distribuição da doença, visando definição de estratégias para manter os indicadores de cura, interrupção de tratamento e óbito em níveis aceitáveis pelo Ministério da Saúde brasileiro.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi de verificar a acessibilidade dos pacientes com tuberculose pulmonar às Unidades Básicas de Saúde da área de abrangência de suas residências e à Unidade de Referência que os atende; avaliar as condições socioeconômicas e clínicas dos casos novos de tuberculose pulmonar entre os anos de 2010 e 2020.

2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico, tendo como área de estudo Contagem, Minas Gerais, localizado na região central do estado de Minas Gerais, Brasil, a uma latitude de 19º 55’ 54” ao Sul e longitude de 44º 03’ 13” a Oeste. Tem uma altitude de 902 m e área de 195,2 km^2. Integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte, estando a 23 km do centro da capital (Figura 1). É o terceiro município mais populoso do estado, com 621.865 habitantes, com uma densidade demográfica de 3.193,20 hab. /km² e cerca de 99,1% da população vivendo em áreas urbanizadas (IBGE, 2022).

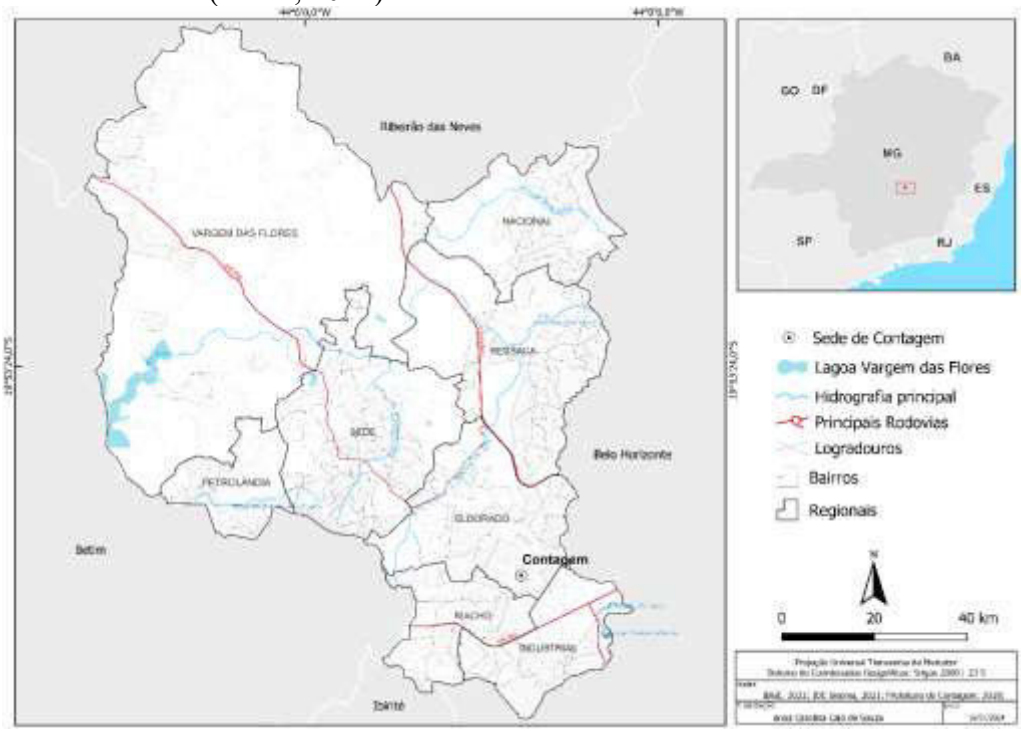


Figura 1 - Mapa da área de estudo.

Contagem é dividido em oito Distritos Sanitários, sendo eles Eldorado, Industrial, Sede, Nacional, Ressaca, Petrolândia, Vargem das Flores e Riacho. O Distrito Sanitário mais populoso é o Eldorado com mais de 100 mil habitantes e o menos populoso Petrolândia com menos de 40 mil habitantes. O sistema viário do município possui importantes rodovias

federais que formam o Anel rodoviário: A BR-381 que liga São Paulo-Belo Horizonte-Espírito Santo; BR-262, uma rodovia transversal, que interliga os estados do Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul e; BR-040, rodovia radial, que articula Brasília com o Rio de Janeiro, passando pelo estado de Minas Gerais. Destaca-se a Via Expressa Juscelino Kusbistcheck que liga Belo Horizonte a Betim, com longo trecho passando por Contagem. Nos limites do município, algumas vias têm sua importância como a Avenida João César de Oliveira, que liga a região da Cidade Industrial ao Centro de Contagem (Contagem, 2019).

O sistema de transporte de ônibus do município é gerenciado por uma autarquia municipal, sendo que as vias são utilizadas por consórcios. Essas vias compõe a rede de transporte coletivo integrada por ônibus e micro-ônibus mediante o pagamento de tarifa. As linhas do sistema possuem itinerários longos, tendo em média 39,4 km de extensão (Figura 2). A maior parte dessas linhas tem a função de ligar os bairros ao eixo Eldorado/Cidade Industrial e aos principais pontos de interesse da cidade (Contagem, 2019).

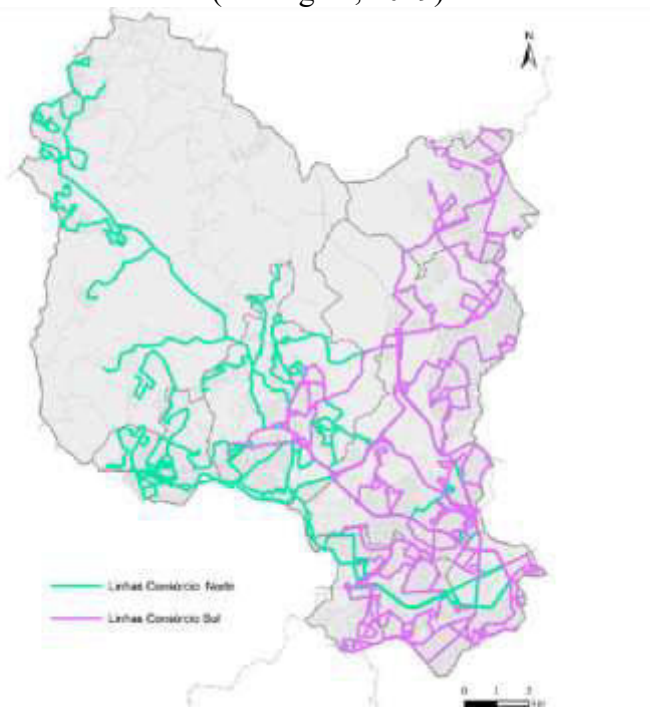


Figura 2 – Mapa do itinerário das linhas municipais divididas por consórcio, Contagem-MG, 2019.

Para a análise, foram coletados dados epidemiológicos e clínicos de casos novos de tuberculose pulmonar e pulmonar-extrapulmonar de residentes em Contagem, notificados no Sistema de Informação de Agravo de Notificação da Secretária Municipal de Saúde do município entre 2010 e 2020. As variáveis analisadas foram: sexo, faixa etária, raça/cor e escolaridade, situação de encerramento do tratamento de tuberculose por cura, interrupção e óbito. Os encerramentos de tratamento como mudança de diagnóstico, transferência para outro município e óbito por outra causa, não foram considerados nesse estudo, assim como os ignorados. Também foram analisados os dados clínicos como a realização do teste de HIV e tratamento diretamente observado (TDO). Esses dados foram depurados com a retirada de inconsistências e incompletudes de informações, utilizando o software TabWin, do DATASUS. Os mapas foram elaborados utilizando a sobreposição de informações da distribuição geográfica das unidades de saúde do município, dos casos novos de tuberculose e do cálculo, através do *Google maps*. Foi calculada a distância em linha reta, em metros,

entre a Unidade Básica de Saúde, da área de abrangência da residência do caso de tuberculose, e a Unidade de Referência para um atendimento mais especializado, sugerida que fosse descentralizada, em cada Distrito Sanitário. Uma vez os dados processados, utilizou-se os métodos quantitativos e de análise espacial a partir de coordenadas médias dos centroides, a fim definir o centro geográfico das unidades de saúde, dos bairros, dos distritos sanitários e das Unidades de Referência. Os dados foram armazenados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, por meio do software QGis, versão 3.16.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta a caracterização epidemiológica e clinica dos casos de tuberculose em residentes em Contagem. Foram coletados 611 casos novos notificados no período de 2010 a 2019 e analisados 524 casos de tuberculose pulmonar. Houve predomínio de casos de tuberculose em adultos a partir de 40 anos de idade (55,2%) e do sexo masculino (75,9%). Ressalta-se que os pacientes pertencem à faixa etária considerada economicamente ativa. O padrão epidemiológico da idade no Brasil se diferencia do padrão europeu, pois a tuberculose naquele continente atinge mais os idosos (Paixão *et al*., 2007). Apesar do predomínio da tuberculose ser em adultos, há alguns casos em menores de 10 anos de idade. Quando uma criança confirma diagnóstico de tuberculose, provavelmente ela adquiriu em decorrência de um contato frequente ou duradouro com um adulto infectado pela doença (Fundação Osvaldo Cruz, 2022). Fica evidente a necessidade de intervenções relacionadas a ações de promoção, prevenção e controle da doença, com a busca ativa dos casos, principalmente o controle dos comunicantes

De acordo com a raça/cor predominou a parda e a escolaridade de 1 a 7 anos de estudo, tanto para cura, abandono e óbito dos casos de tuberculose. A baixa escolaridade configura uma vulnerabilidade social, apontando para uma não adesão ao tratamento, o que pode ter como consequência aumento da taxa de abandono (Furlan *et al*., 2012; Rodrigues *et al*., 2018).

Em relação à caracterização clínica, a não realização do teste de HIV prevaleceu entre os pacientes com interrupção de tratamento de tuberculose (56,5%). Isso pode ser um provável obstáculo para a vigilância da tuberculose, uma vez que todos os pacientes diagnosticados devem realizar esse teste, conforme protocolo do Ministério da Saúde brasileiro, pois pode contribuir para que o desfecho do tratamento não seja satisfatório. Lembra-se que o paciente com sorologia positiva para HIV tende a procurar uma unidade de saúde distante de sua residência, pelo fato da privacidade do atendimento, podendo ocasionar a interrupção de tratamento (Alves Filho *et al.*, 2017).

O tratamento diretamente observado (TDO), é um indicador que consiste na tomada da medicação pelo paciente, de segunda a sexta-feira, sob supervisão do profissional de saúde (Brasil, 2011) da Unidade Básica de Saúde próxima a sua residência, para garantir maior adesão ao tratamento e diminuir o risco de interrupção do tratamento de tuberculose, de acordo com Furlan *et al*., (2012). A baixa utilização desse indicador como controle da tuberculose fica evidente, principalmente nos indivíduos que curaram de tuberculose (50,0%), o que não comprometeu esse desfecho de cura. Mas em relação a interrupção de tratamento esse indicador já demanda mais atenção, sendo que 39,5% não realizaram e 49,4% foram ignorados. Esse indicador tem sido uma exigência em acompanhamentos de tuberculose em todos os municípios brasileiros, conforme o Ministério da Saúde.

Quanto ao encerramento de tratamento dos casos notificados, 414 (67,8%) se curaram, 81 (13,3%) tiveram interrupção de tratamento e 29 (4,8%) evoluíram para o óbito por tuberculose. Observou-se que os casos encerrados, principalmente por cura e interrupção de tratamento estão distantes dos preconizados pelo Ministério da Saúde brasileiro, que seria de 85% e 5%, respectivamente.

A possível relação entre desigualdade social, ocorrência da tuberculose e interrupção de tratamento fica subentendido a partir desses achados, uma vez que são fatores que contemplam, de uma maneira positiva ou não, o desfecho de um caso dessa doença. Ressalta-se a necessidade de um aprofundamento de análise para avaliar tais evidências.

Tabela 1 – Características epidemiológicas e clínicas de pacientes com tuberculose pulmonar residentes em Contagem, MG – 2010 a 2020.

Variáveis	Cura		Interrupção		Óbito	
Faixa etária	**n=414**	**%**	**n=81**	**%**	**n=29**	**%**
< 10	8	0,2	0	0	0	0,0
10 a 19	21	0,5	3	3,7	0	0,0
20 a 29	81	2,0	17	21,0	1	3,4
30 a 39	97	2,3	23	28,4	1	3,4
40 a 49	81	2,0	22	27,2	8	27,6
50 a 59	69	1,7	12	14,8	8	27,6
Sexo						
Masculino	251	60,6	64	79,0	22	75,9
Feminino	163	39,4	17	21,0	7	24,1
Raça/Cor						
Ign/Branco	87	21,0	18	22,2	8	27,6
Branca	104	25,1	13	16,0	6	20,7
Preta	49	11,8	13	16,0	5	17,2
Amarela	5	1,2	1	1,2	0	0,0
Parda	169	40,8	36	44,4	10	34,5
Escolaridade						
Nenhuma	6	1,4	0	0	0	0,0
1 a 7	89	21,5	18	22,2	6	20,7
8 a 12	77	18,6	9	11,1	2	6,9
Acima de 12	20	4,8	1	1,2	0	0,0
Ignorado	215	51,9	53	65,4	21	72,4
Não se aplica	7	1,7	0	0,0	0	0,0
HIV						
Positivo	21	5,1	6	56,5	6	38,4
Negativo	234	7,4	32	39,5	7	53,1
Não realizado	159	20,7	43	24,1	16	55,2
TDO						
Sim	62	15,0	9	11,1	6	20,7
Não	207	50,0	32	39,5	10	34,5
Ignorado	145	35,0	40	49,4	13	44,8

Fonte: SINAN/DIVEPI/SMS Contagem

Quanto ao acesso dos pacientes aos serviços de saúde, observa-se uma distribuição das Unidades Básicas de Saúde (n=144) por endereço, distribuídos pelos oito Distritos Sanitários do município de Contagem (Figura 3). De acordo com estratégia de localização estabelecida pelo Ministério da Saúde, define-se que cada Unidade Básica de Saúde atenda entre 3 a 5 mil famílias em sua área de abrangência. O objetivo é que 80% dessas pessoas possam ser assistidas, sem que elas sejam encaminhadas para outros serviços. Os casos de tuberculose, normalmente, são acompanhados nessas unidades, em média, durante seis meses. Pode-se observar que quase todas as Unidades Básicas de Saúde distribuídas no município são servidas pelo sistema de transporte de ônibus municipal.

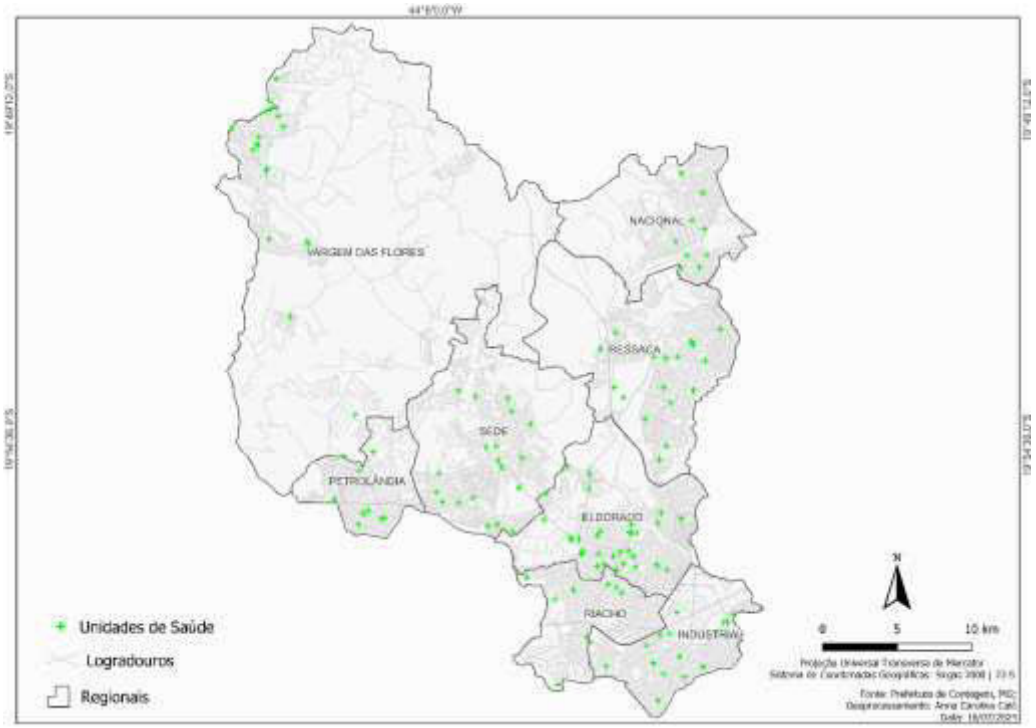


Figura 3 – Distribuição das Unidades de Saúde no município de Contagem – MG.

Quanto ao cálculo dos centroides dos bairros, num total de 215 (Figura 4), observa-se que 71 (33,0%) bairros não possuem Unidades Básicas de Saúde, e estão distribuídos entre os Distritos Sanitários de Vargem das Flores, Ressaca, Nacional e Eldorado. Alguns desses bairros são próximos de áreas cobertas por Unidades Básicas de Saúde, mas alguns estão no limite entre os distritos, sendo isso um complicador para o atendimento. De acordo com estratégias de implantação de uma Unidade Básica de Saúde, é necessário que cada família seja atendida em unidades dentro do seu Distrito Sanitário de residência, para não sobrecarregar as outras unidades e, com isso, prejudicar a organização do atendimento aos pacientes, além de permitir acessibilidade ao serviço (Baia *et al*., 2017).

Além disso, em Contagem, qualquer paciente com tuberculose que apresentar alguma comorbidade, como o HIV/Aids por exemplo, só será encaminhado pela Unidade Básica de Saúde para um atendimento com especialistas, a uma única Unidade de Referência do município localizada no Distrito Sanitário Eldorado.

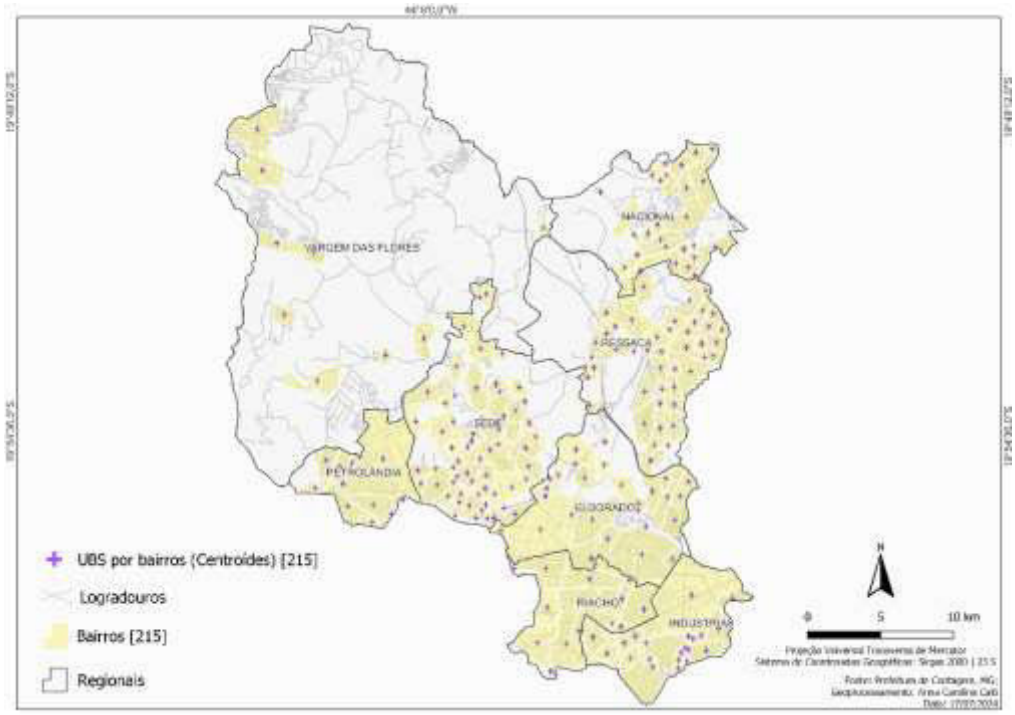


Figura 4 – Distribuição de Unidades Básicas de Saúde, através de centroides, por bairro no município de Contagem – MG.

O município de Contagem, por ter uma grande extensão territorial, necessita ter Unidades de Referência descentralizadas ou, pelo menos, atendimentos com especialistas em unidades de saúde localizadas em pontos estratégicos em cada Distrito Sanitário, de forma a melhorar a acessibilidade dos pacientes. Nessa perspectiva, calculou-se a coordenada média das Unidades Básicas de Saúde de cada Distrito Sanitário, para cálculo do deslocamento dos pacientes com tuberculose e alguma comorbidade, às possíveis Unidades Referência (Figura 5).

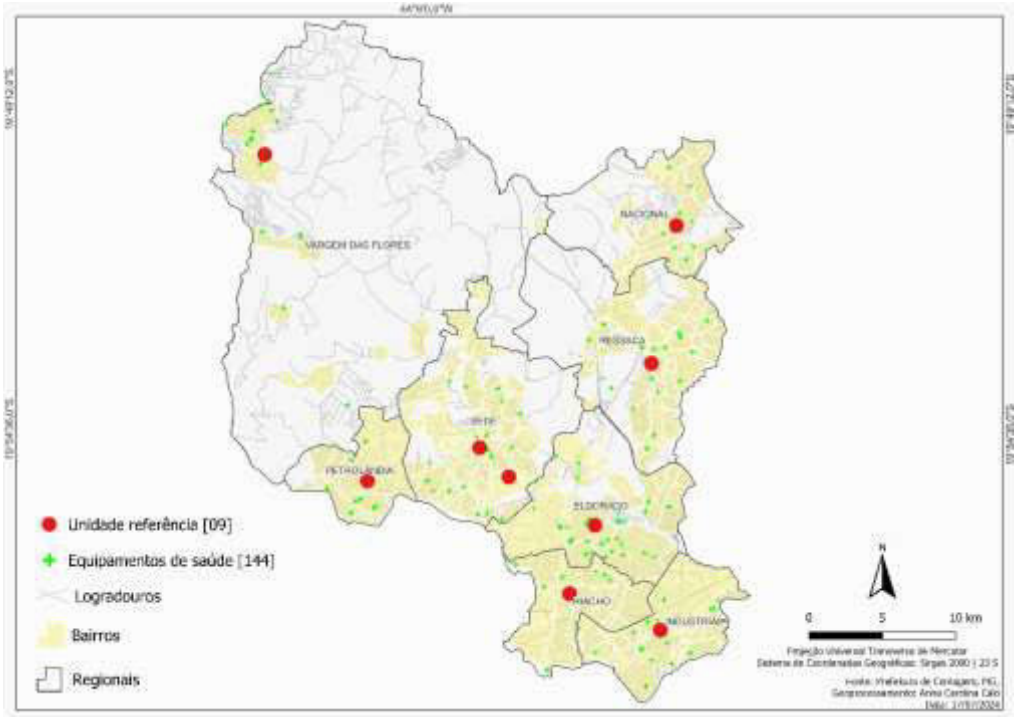


Figura 5 – Distribuição das Unidades de Referência por Distrito Sanitário (Regional) no município de Contagem – MG.

A distância, em metros por linha reta, da Unidades Básicas de Saúde da área de abrangência da residência do paciente, por bairro, até a Unidade de Referência proposta para cada Distrito Sanitário definiu o fluxo de deslocamento dos pacientes (Figura 6). A maior distância entre essas unidades foi de 3.900 metros em Vargem das Flores e a menor de 506 metros no Sede. No dia a dia de pacientes com tuberculose que necessitam, por exemplo, de um atendimento mais especializado e que moram em Vargem das Flores, a distância é de 13.000 metros até o Eldorado, onde atualmente está a Unidade de Referência do município. A descentralização dessa Unidade de Referência, possivelmente, teria um impacto favorável a diminuição da interrupção do tratamento de tuberculose, em pacientes com comorbidades, que é tão alto no município. Essa descentralização remete ao deslocamento mais eficiente dos pacientes, quando na busca de atendimento especializado, uma vez que a malha viária do município possibilita esse deslocamento.

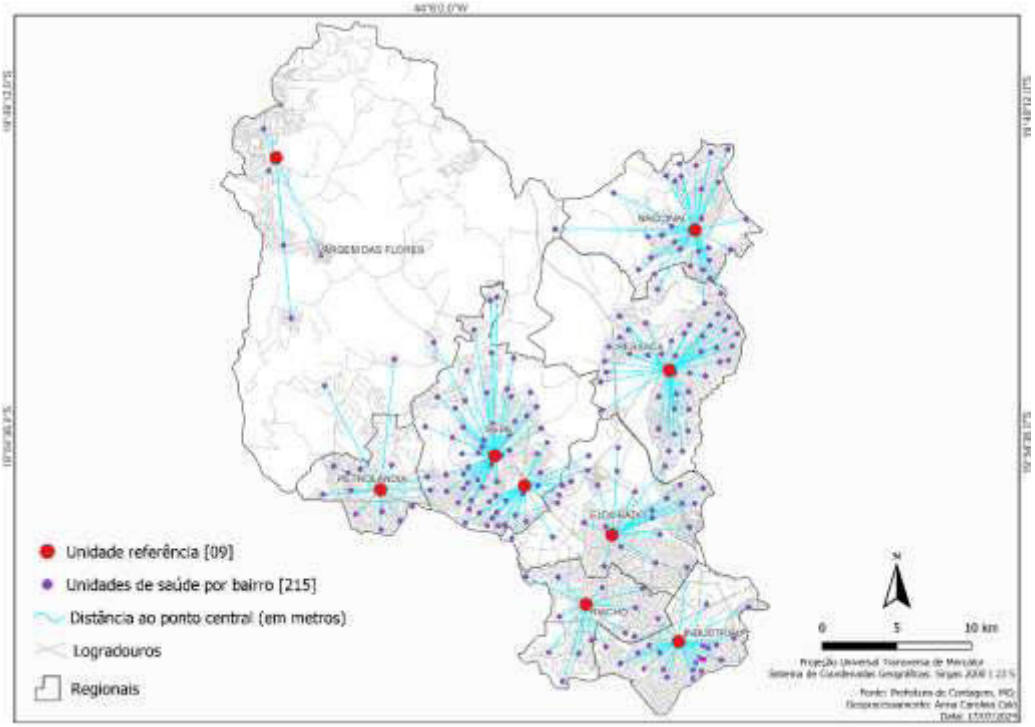


Figura 6 – Fluxo de deslocamentos de pacientes com tuberculose pulmonar entre Unidades Básicas de Saúde por bairro e Unidades de Referência por Distrito Sanitário (regional) em Contagem - MG.

Na perspectiva espaçotemporal relacionada à geografia, o uso do tempo é um grande aliado do deslocamento do indivíduo e da coletividade. De acordo com Alencar (2018), o modelo têmporo espacial de Hãngerstrand estabelece conceitos sobre mudanças que ocorrem em um espaço geográfico, entre elas, a distribuição de pessoas durante o tempo.

Um dos objetivos do trabalho de Hãngerstrand foi o de facilitar a análise de deslocamento de um indivíduo, considerando suas atividades desenvolvidas na trajetória da vida diária em relação à família, ao trabalho e ao lazer, que exigem uma organização conjunta para que todos possam usufruir dessas atividades. Contudo, a localização deve ser privilegiada a fim de permitir o deslocamento o mais acessível possível para os indivíduos (Christofoletti, 1985). Analisar o tempo gasto por um indivíduo que se desloca a um serviço de saúde, também faz parte do seu planejamento para uso do espaço urbano e regional através do acesso possível a esses serviços.

A distribuição espacial do número de casos de tuberculose em Contagem durante os anos de 2010 a 2020 (Figura 8), foi heterogênea entre os bairros. Os bairros com maior número de casos foram Novo Eldorado e Jardim Eldorado (Distrito Sanitário Eldorado), Nova Contagem (Distrito Sanitário Vargem das Flores), Novo Boa Vista (Distrito Sanitário Sede) e Parque Novo Riacho das Pedras (Distrito Sanitário Riacho). Os pacientes moradores no Distrito Sanitário Vargem das Flores são os que mais enfrentam com dificuldades na questão do deslocamento entre as unidades de saúde.

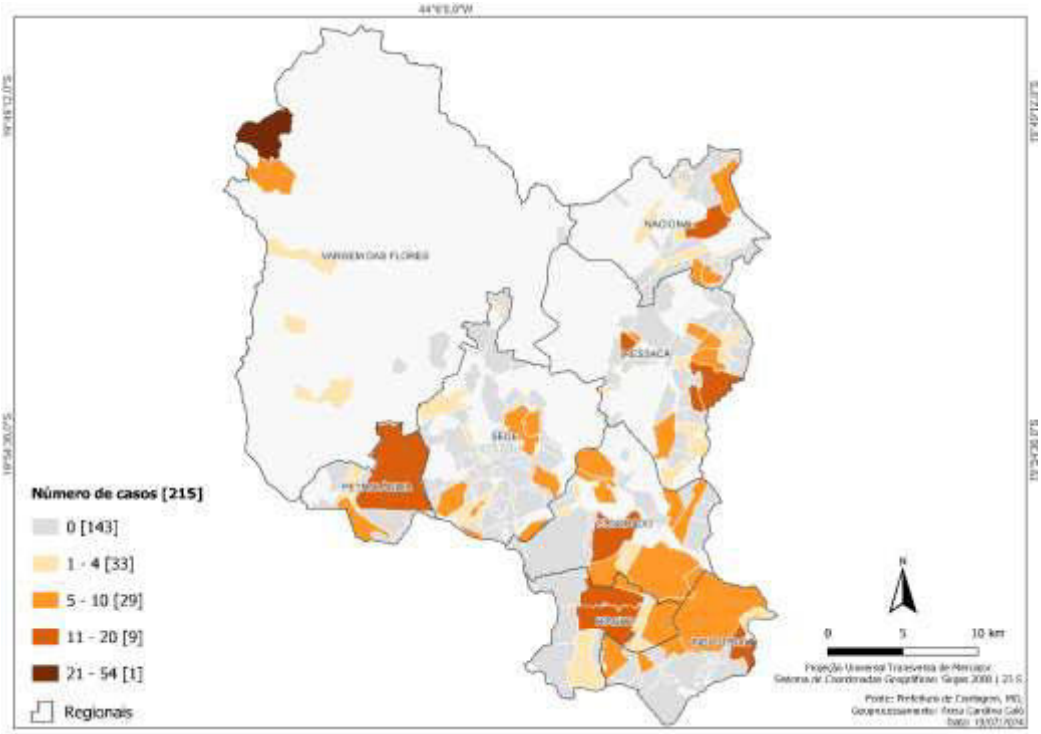


Figura 7 – Distribuição do número de casos novos de tuberculose pulmonar por bairro de residência em Contagem - MG.

Ressalta-se, segundo Xavier *et al.* (2007), a relação da tuberculose com desigualdades sociais, estilo de vida e aglomeração de pessoas, como comunidades, assentamentos e acampamentos rurais, bem como com a localização de unidades prisionais. Os bairros em Contagem com maior número de casos novos de tuberculose se enquadram dentro dessas características.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A acessibilidade dos pacientes com tuberculose pulmonar às US pôde ser verificada, assim como a avaliação das condições socioeconômicas e clínicas desses pacientes. Foram propostas localizações de Unidades de Referência em cada Distrito Sanitário para melhor adequação do deslocamento dos pacientes para o tratamento da tuberculose.

Constatou-se que alguns bairros descobertos por Unidades Básicas de Saúde e a longa distância entre as unidades de saúde podem ser um complicador para o acompanhamento de pacientes com tuberculose, contribuindo assim para níveis, principalmente, de interrupção do tratamento não recomendados pelo Ministério da Saúde.

A relevância do estudo mostrou que a endemicidade da tuberculose e a alta carga da doença no município de Contagem reflete a necessidade de priorizar ações de saúde. A importância da reorganização dos serviços de saúde no aspecto da mobilidade urbana dos pacientes às US para alcançar sucesso nos desfechos de tratamento de agravos que requerem uma atenção especial, como é com a tuberculose, fica evidente.

Como estudo futuro, pretende-se avaliar os deslocamentos explorando tempo e distâncias percorridas nas modalidades a pé, até as Unidades Básicas de Saúde, e por transporte público até as Unidades Básicas de Saúde e Unidades de Referência.

5 REFERÊNCIAS

Albuquerque, M. S. V., Lyra, T. M., Farias, S. F., Mendes, M. F. M. e Martelli, P. J. L. Acessibilidade aos serviços de saúde: uma análise a partir da atenção básica em Pernambuco. **Saúde Debate**. Rio de Janeiro, v. 38, n. especial, p. 182-194, out 2014.

Alencar, B.J. O Modelo Têmporo Espacial de Hãngestrand. Curso de Especialização em Geoprocessamento. IEC. PUC Minas, 2018.

Alves Filho, P., Filho, A. P., Ribeiro, P. T., Toledo, L. M., Romão, A. R., Novaes, L. C. M. Desigualdades socioespaciais relacionadas à tuberculose no município de Itaboraí, Rio de Janeiro. **Rev. Bras Epidemiol out-dez**, v. 20, n. 4, p. 559-572, 2017.

Baia, M. J. S., Conde, G. A. B. e Conde, V. M. G. Utilizando Análise Espacial na Identificação dos Territórios de Unidades Básicas de Saúde e sua Correlação com Casos de Hanseníase. Universidade Federal do Oeste do Pará. Universidade Estado do Pará. 2017.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.

Brasil. Agência Brasil. 2020. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-03/brasil-registra-200-casos-de-tuberculose-por-dia

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. Número Especial. Mar. 2021.

Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos Notificáveis. 2021b. Disponível em: http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=31009407&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/tuberc

Christofoletti, A. **Perspectivas da Geografia**. 2ª ed. São Paulo. 1985.

Contagem. Lei nº 4830, de 30 de maio de 2016. Institui o Plano de Mobilidade Urbana de Contagem. Disponível em: http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/legislacao/lei_0048302016.pdf

Contagem. **Projeto Básico**. Autarquia Municipal de Trânsito e Transporte de Contagem – TRANSCON. 2019.

Donabedian, A. **An introduction to quality assurance in health care**. New York: Oxford University, 2003.

Ferreira, M. R. L., Bomfim, R. O., Siqueira, T. C. e Orfão, N. H. Abandono do tratamento da tuberculose: uma revisão integrativa. **Rev. Enf. Contemp**., v. 7, n. 1, p. 63-71, 2018.

Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira. Portal de Boas Práticas em Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente. Postagens: **Principais Questões sobre Tuberculose na Infância**. Rio de Janeiro, 30 mai. 2022. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/atencao-crianca/principais-questoes-sobre-tuberculose-na-infancia/>.

Furlan, M. C. R., Oliveira, S. P. e Marcon, S. S. Fatores associados ao abandono do tratamento de tuberculose no estado do Paraná. **Acta paul. Enferm.**, v. 25, n. 1, 2012.

Fusco, A. P. B., Arcêncio, R. A., Yamamura, M., Palha, P. F., Reis, A. A., Alecrim, T. F. A. e Protti, S. T. Distribuição espacial da tuberculose em um município do interior paulista, 2008-2013. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 25, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Portal Cidades: 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/contagem/panorama

Ministério da Saúde. DATASUS. Tabnet. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.

Paixão, L. M. e Gontijo, E. D. Perfil de casos de tuberculose notificados e fatores associados ao abandono, Belo Horizonte, MG. **Rev. Saúde Pública**, v. 41, n. 2, p. 205-213, 2017.

Rodrigues, M. W. e Melo, A. G. N. C. Tuberculose e escolaridade: uma revisão de literatura. **Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad**, v. 4, n. 2, 2018.

Silva Júnior, E. S., Medina, M. G., Aquino, R., Fonseca, A. C. F. e Vilasbôas, A. L. Q. Acessibilidade geográfica à atenção primária à saúde em distrito sanitário do município de Salvador, Bahia. **Artigos Originais**. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant. 10 (suppl 1). Nov, 2010.

Starfield, B. **Atenção primária: equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia**. Brasília: Unesco: Ministério da Saúde, 2002.

Xavier, M. I. M. e Barreto, M. L. Tuberculose na cidade de Salvador, Bahia, Brasil: o perfil na década de 1990. **Cad. Saúde Pública**, Rio de janeiro, v. 23, n. 2, p. 445-453, fev. 2007.

CÁLCULO DOS INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CIDADE DE JATAÍ-GO.

C. D. A. Gentil, K. S. A. Barbosa, T. P. de Freitas

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo utilizar o IMUS proposto por Costa (2008) para o cálculo dos indicadores para a cidade de Jataí-GO. Na pesquisa, foram calculados oito indicadores que compõem três temas dentro de dois domínios, a saber: Acessibilidade e Planejamento integrado. O método de cálculo para cada indicador é extenso e segue as diretrizes que consta no Guia de Indicadores (Costa, 2008). Para análise dos resultados e obtenção do score utilizou-se para a classificação de cada indicador a escala de avaliação recomendada por Costa (2008) que varia entre 0.00 e 1.00. O grupo de indicadores que compõem o domínio acessibilidade obtiveram score ruim, apenas o indicador Serviços Essenciais (0.59) foi considerado bom. O grupo de indicadores que compõem o domínio planejamento integrado também em sua maioria tiveram scores ruins o que configura uma ausência de ações articuladas para o planejamento e gestão da mobilidade urbana.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Carvalho (2016, p. 345) “a mobilidade urbana constitui-se em um tema fundamental quando se discute desenvolvimento urbano e qualidade de vida da população”, pensamento corroborado por Costa (2008, p. 112) que também ressalta a pluralidade e abrangência do entendimento do tema como algo “de fundamental importância para os aspectos econômicos, sociais e ambientais da cidade”. Neste sentido, esta pesquisa trata por mobilidade urbana toda infraestrutura destinada à movimentação de pessoas e cargas no espaço urbano, considerando-se ademais, questões ligadas ao planejamento urbano e aspectos de ordem econômica, social e ambiental, que exercem papel essencial à integração de toda a sociedade.

No âmbito da mobilidade urbana o conceito de sustentabilidade ambiental é abordado com maior abrangência, e dessa forma, sintetizado por Boareto (2003, p. 49) como “a capacidade de fazer as viagens necessárias para realização de seus direitos básicos de cidadão, com menor gasto de energia possível e menor impacto no meio ambiente tornando-o ecologicamente sustentável”.

Um enfoque relevante acerca da verificação da Mobilidade Urbana Sustentável de determinado município é a sua capacidade de gerar indicadores que caracterizam o mesmo. Assim, uma ferramenta que facilita esta verificação considerando diferentes critérios é o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) desenvolvida por Costa (2008).

O IMUS é composto por nove Domínios, trinta e sete Temas e oitenta e sete Indicadores, sendo aplicáveis a cidades com população superior a 100 mil habitantes. Por meio da análise dos resultados obtidos dos indicadores é possível o aprimoramento do planejamento urbano do município com ênfase nas questões relativas ao planejamento de transportes, pois sabe-se que o crescimento desordenado das cidades é um problema de ordem social, econômica e ambiental que necessita de destaque nos estudos urbanísticos.

Em razão do exposto, adotou-se a metodologia proposta por Costa (2008), aplicando-a a cidade de Jataí-GO, para obtenção dos indicadores de mobilidade urbana sustentável de modo que ao final da pesquisa se possa chegar ao IMUS. Para este artigo serão contemplados oito indicadores, já calculados, sendo que estes encontram-se em dois domínios: acessibilidade e planejamento integrado. Os indicadores travessias adaptadas para pessoas com deficiência, vagas de estacionamento para pessoas com deficiência e acessibilidade a serviços essenciais encontram-se no domínio acessibilidade. Os indicadores equipamentos urbanos (escolas), equipamentos urbanos (postos de saúde), parques e áreas verdes, crescimento urbano, ocupações irregulares estão no domínio planejamento integrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos Iniciais

Partindo do princípio básico de que a cidade é um organismo vivo e está em constante transformação, tem-se um dos principais desafios do planejamento urbano "lidar com uma urbanização por inchaço, que causou, entre outros problemas, uma ocupação desordenada nos territórios urbanos, mesmo nas cidades que já tinham planos diretores" (DUARTE, 2013). Diante disto faz-se necessário que a gestão urbanística utilize instrumentos que revertam vetores de crescimento não desejáveis e adapte seu plano de modo que acompanhe a dinâmica da cidade. Nesse sentido, surge o conceito de planejamento urbano integrado que apoiado na legislação tem como destaque o planejamento de médio e longo prazo, e busca refletir sobre a importância do planejamento na conquista dos objetivos para desenvolvimento urbano de qualidade e sustentável das cidades (PCS, 2020).

Para Costa (2008), existe uma necessidade de integrar o planejamento de transportes ao planejamento urbano pois, a pouca integralização entre o transporte e o uso do solo resulta em políticas inconsistentes baseadas na priorização do transporte individual em detrimento do coletivo, implicando na elaboração de planos viários muitas vezes desconexos entre si e sem continuidade devido à troca de administrações municipais.

Devido ao distanciamento entre o planejamento urbano e o planejamento de transportes, ainda são poucas as cidades que realizam e aplicam um planejamento sistêmico de transportes, que na sua maioria o consideram apenas na previsão da demanda incluindo somente os principais eixos de transporte nos planos municipais e deixando a circulação em segundo plano. Neste contexto da circulação, destaca-se o conceito de mobilidade urbana, como resultado do planejamento fragmentado das cidades os atuais padrões de mobilidade têm refletido não só na economia como também na qualidade de vida dos cidadãos.

Diante disso, pesquisadores como Costa (2008) e Gentil (2015) destacam em seus trabalhos o conceito de mobilidade urbana sustentável, que tem como papel, além de garantir o amplo acesso aos espaços, equilibrar o desenvolvimento social, econômico e ambiental. Entretanto,

não se deve pensar a mobilidade independente da forma urbana visto que a constituição das cidades, o zoneamento e o parcelamento do solo são elementos que implicam no deslocamento e influenciam na mobilidade urbana sustentável, "é importante reconhecer que o desenho urbano, elemento estruturador da forma urbana, é um fator que também condiciona os padrões de mobilidade urbana em diferentes escalas" (GENTIL, 2015).

2.2 Indicadores de mobilidade urbana sustentável

Os indicadores são variáveis coletadas por dados de diversas origens, sintetizando uma informação complexa de forma simplificada (GUDMUNDSSON, 2004). Os indicadores possibilitam a comparação de diferentes fatores podendo revelar tendências históricas ou promover previsões futuras de um determinado fenômeno.

Porém, segundo Costa (2008), o indicador dificilmente irá fornecer o retrato completo de uma situação, nos casos em que se deseja caracterizar um determinado problema em diferentes dimensões, faz-se necessário um conjunto de indicadores chamado de índice. O índice reúne diferentes indicadores em um modelo comum por meio de um método ou regra de decisão.

Compreender problemas urbanos, por meio de indicadores, permite extrair elementos fundamentais presentes em cada realidade que estruturam o planejamento e a gestão das cidades, além disso, a evolução dos indicadores permite medir a necessidade de continuar ou modificar as ações implementadas (MELO, 2022).

Neste sentido, Costa (2008) considera que os *"índices ou indicadores urbanos se configuram em excelentes ferramentas para o diagnóstico das condições de mobilidade e acompanhamento do impacto de políticas públicas"*, permitem relacionar as dimensões sociais, econômicas e ambientais constituindo uma ferramenta integrada para a avaliação da mobilidade urbana.

O índice de mobilidade urbana sustentável (IMUS) foi elaborado por Costa (2008) e trata do diagnóstico das condições de mobilidade urbana auxiliando a gestão pública na tomada de decisões relacionada ao planejamento urbano. O IMUS possui uma escala que varia de zero a um, permitindo realizar a avaliação da mobilidade nos municípios aplicados e contempla nove domínios sendo eles: acessibilidade, aspectos ambientais, aspectos sociais, aspectos políticos, infraestrutura de transportes, modos não motorizados, planejamento urbano integrado, tráfego e circulação urbana e sistemas de transporte urbano. Tais domínios se subdividem em 37 temas, a esses temas foram atribuídos 87 indicadores.

Neste artigo, apresenta-se os resultados do cálculo de oito indicadores selecionados que compõem o domínio "Planejamento integrado" e "Acessibilidade Universal" para a cidade de Jataí-GO.

3 METODOLOGIA

Para o cálculo dos indicadores de mobilidade urbana selecionados para a cidade de Jataí-GO, utilizou-se as seguintes etapas metodológicas: i) **Caracterização da área de estudo:** delimitação da área efetivamente urbanizada por meio do software QGIS; ii) **Coleta de dados:** foi realizada a coleta de dados junto às instituições oficiais para garantir a confiabilidade do cálculo. Nesta etapa, verificou-se a disponibilidade e qualidade dos dados

disponíveis para composição dos indicadores. Sobre os dados obtidos, verificaram-se dois parâmetros: em relação à qualidade, classificados entre Alta (A), Média (M) e Baixa (B); e quanto à disponibilidade, referente ao tempo necessário para obtenção das informações, classificados em Curto Prazo (CP - período menor que um ano); Médio Prazo (MP - período de quatro anos) e Longo Prazo (LP - tempo superior a uma gestão administrativa); iii) **Cálculo dos indicadores**: posterior à coleta, realizou-se cálculos dos indicadores por meio das orientações do guia proposto por Costa (2008), que recomenda a normalização dos scores de referência em uma escala de avaliação, construída com tabelas de valores de referência que classifica o indicador em 5 níveis (variando de 0 a 1) e possibilita a interpolação, caso os valores obtidos sejam intermediários, conforme será descrito no próximo item.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da área de estudo

Localizada no sudoeste goiano como ilustra a Figura 1, a cidade de Jataí possui área de 7.178,792 km² e população estimada de 105.729 habitantes (IBGE, 2022). Com economia baseada no agronegócio, o município é o "maior produtor de milho do Brasil, um dos maiores produtores de soja, maior produtor de leite de Goiás (3º maior do Brasil)", contando também com a presença de grandes indústrias (JATAÍ, 2022). Em termos de mobilidade urbana, Jataí possui 92.140 veículos, sendo 35.735 automóveis (Ministério dos Transportes, 2023). Em relação à legislação urbanística do município, seu Plano Diretor Urbano foi instituído pela Lei nº 3.070 de 28 de junho de 2010, o qual é formado pelo Código de Edificações, Código de Posturas e pelas Leis de Uso e Ocupação do Solo Urbano, do Parcelamento do Solo Urbano e a Lei que institui o Certificado de Regularidade junto ao Plano Diretor Municipal (CRPD) (JATAÍ, 2010). Outra lei que delineia as questões urbanas municipais é Lei Ordinária nº 3.068 de 28 de junho de 2010 – Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Zoneamento.

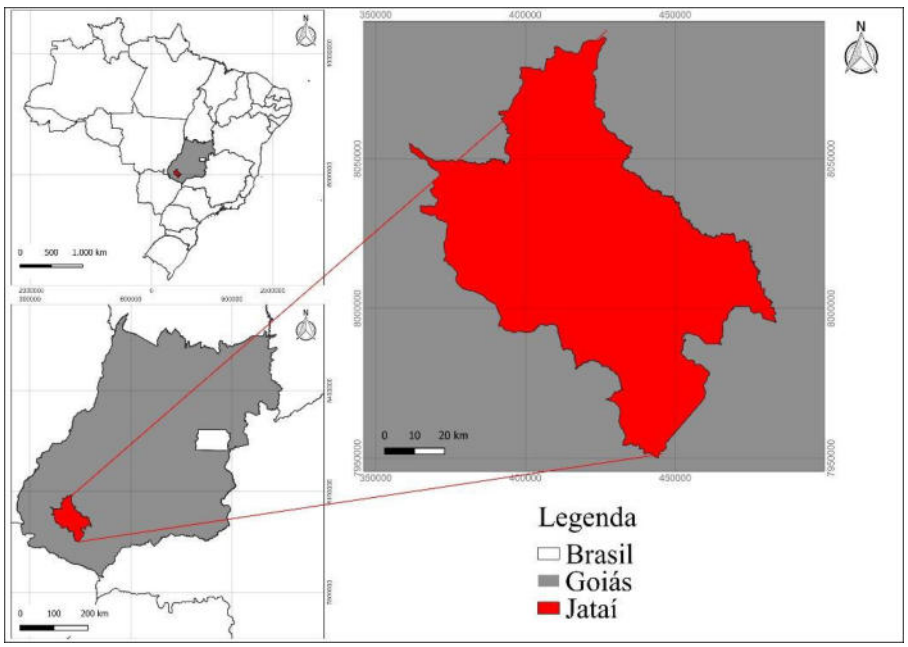


Fig. 1 Localização de Jataí-GO

Para o cálculo de alguns dos indicadores fez-se necessário delimitar a área efetivamente urbanizada de Jataí-GO. Para efeito de cálculo, para essa delimitação, utilizou-se a base cartográfica georreferenciada fornecida pelo departamento técnico e o software QGIS. Considerou-se como área efetivamente urbanizada a mancha urbana da cidade conforme ilustra a Figura 2.

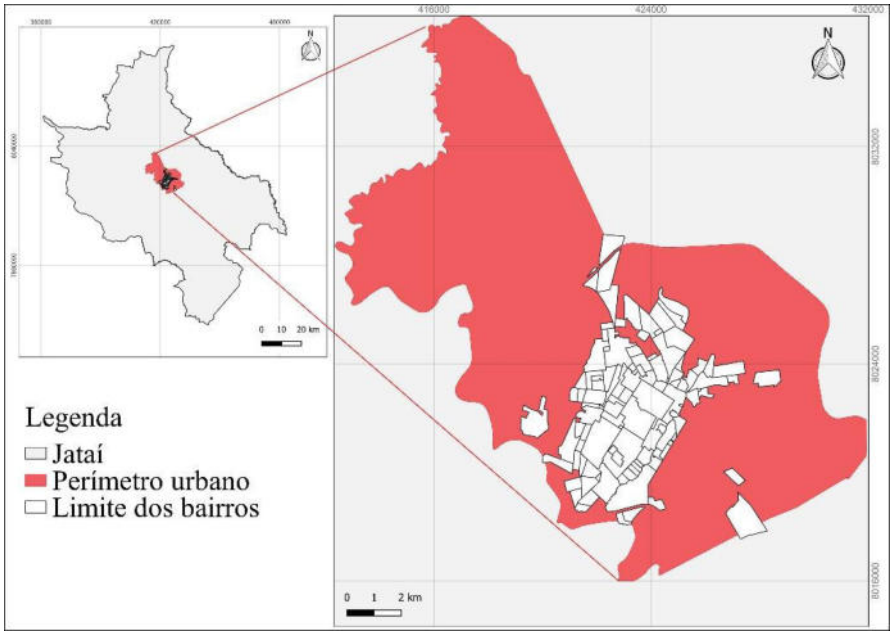


Fig. 2 Área efetivamente urbanizada Jataí-GO

4.2 Disponibilidade e qualidade dos dados

A Tabela 1 apresenta para cada indicador calculado nesta pesquisa (divididas por domínio e tema), o resultado da junção dos critérios de avaliação dos dados, sendo eles disponibilidade e qualidade (nessa ordem). A disponibilidade dos dados foi avaliada em curto (C), médio (M) ou longo (L) prazo de obtenção. Em relação a qualidade dos dados disponíveis, foram classificados em alto (A), médio (M) ou baixo (B). Tal análise mostra-se importante para avaliar a efetividade dos cálculos desenvolvidos e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Tabela 1 Avaliação dos dados obtidos

Domínio	Tema	Indicador	Resultado
Acessibilidade	Acessibilidade Universal	Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais	CA
		Travessias adaptadas a pessoas com necessidades especiais	CA
		Acessibilidade a serviços essenciais	CM
Planejamento Integrado	Planejamento Estratégico	Equipamento Urbanos (escolas)	CA
		Equipamento Urbanos (postos de saúde)	CA
		Parques e Áreas Verdes	CA
	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo	Crescimento Urbano	CA
		Ocupações Irregulares	CM

4.3 Cálculo dos indicadores

i) Domínio acessibilidade – Indicador: vagas de estacionamento para pessoas com deficiência

Para o cálculo deste indicador, foram vistoriados 63 órgãos públicos na cidade, para levantamento da quantidade de vagas disponíveis para estacionamento e a quantidade de vagas destinadas às pessoas com deficiências (PCD).

Um total de 795 vagas foi contabilizado nos estacionamentos. Destas, apenas 127 (16%) são destinadas à PCD, o que representa menos de 1/5 das vagas totais.

Com este resultado e utilizando a tabela de normalização proposta por Costa (2008), foi atribuído ao indicador um score igual a 0.2. Esse score sugere que há disponibilidade de vagas para PCD em número inferior aos valores estabelecidos por lei específica ou indicados na norma técnica (NBR 9050).

ii. Domínio acessibilidade – Indicador: **Travessias adaptadas para pessoas com deficiência**

O indicador Travessias adaptadas para pessoas com deficiência é definido por Costa (2008) como a porcentagem das travessias de pedestres da rede viária principal adaptadas e atendendo aos padrões de conforto e segurança para pessoas com deficiência e restrições de mobilidade.

A prefeitura Municipal de Jataí não estabelece no plano diretor municipal vigente a delimitação da rede viária principal, portanto, foi definido como rede viária principal as ruas de maior concentração comercial, de grande circulação de veículos, pessoas e bicicletas e que interligam as diferentes regiões da cidade, sendo elas: Avenida Goiás e Avenida Veriano de Oliveira Lima. Foi elaborado um checklist, amparado pela NBR 9050, em que foi analisado as faixas de pedestre, rebaixamento e sinalização. A Figura 3 apresenta alguns dos problemas encontrados nestas avenidas, como rampa e faixa de pedestre precárias, obstáculo em rampa e em faixa de pedestre.



Fig. 3 Situações encontradas nas travessias

Para o cálculo do indicador, foram percorridos todos os 30 cruzamentos selecionados e feita uma inspeção visual dos itens que compõem o checklist. Após a vistoria concluiu-se que nenhum dos cruzamentos analisados se enquadrou em todos os requisitos propostos no checklist, fato que leva preocupação em relação à acessibilidade nas travessias do município, visto que essas são vias de grande circulação. Sendo assim, este indicador possui um score normalizado segundo a metodologia proposta por Costa (2008) igual a 0.

iii) Domínio acessibilidade - Indicador: Acessibilidade aos serviços essenciais

Para a delimitação da área de estudo, foi adotada como área efetivamente urbanizada o mapa de limites dos bairros conforme ilustra a Figura 2, que possui um total de 33,25 km². Na sequência, foram demarcados na base georreferenciadas os equipamentos as escolas levantadas, considerando-se as escolas situadas na área urbana do município, de igual forma foi demarcado as unidades de saúde básica. A partir dos equipamentos de educação e de saúde, foi gerada uma área de influência de 500m de raio, desconsiderando as sobreposições geradas. Posteriormente, foi gerada uma única área de influência considerando-se todos os equipamentos de serviços essenciais, delimitando-a à área efetivamente urbanizada do município, representada pelo limite de bairros. O resultado destas sobreposições está ilustrado na Figura 4.

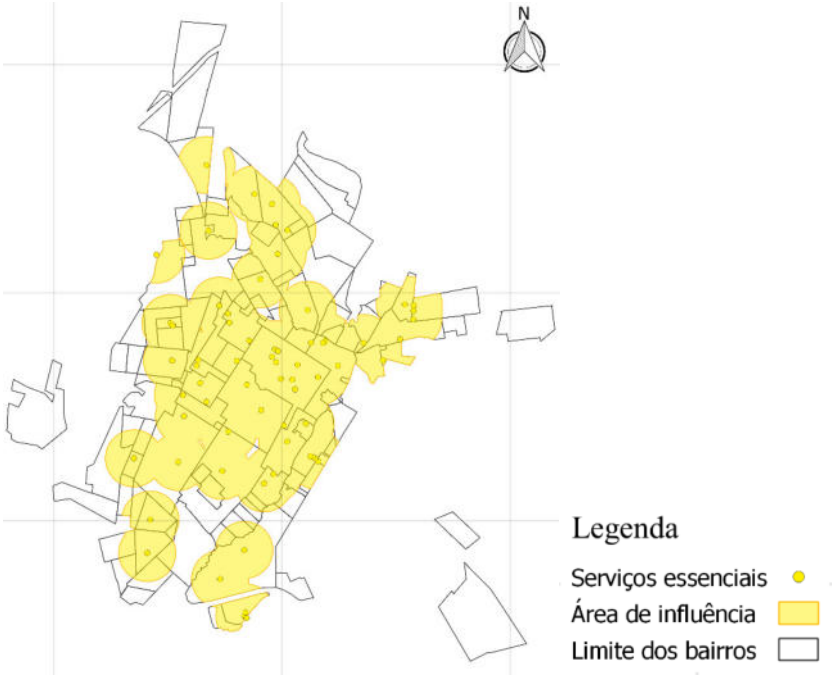


Fig. 4 Área de influência dos equipamentos de serviços essenciais

Para a obtenção da área de influência total gerada, foi utilizada a ferramenta de cálculo de área presente no QGis, cujo resultado foi de 20,93 km². Assim, considerando-se uma densidade populacional média igualmente atribuída a todos os bairros, a população atendida pelos equipamentos de serviços essenciais em um raio de 500m é equivalente a um percentual de 62,94%. O resultado do cálculo deste indicador considerando os valores de referência propostos por Costa (2008) foi um score de 0.59.

iv) Domínio planejamento integrado - Indicador: Equipamentos urbanos (escolas)

Para o cálculo deste indicador, considerou-se a população total do município segundo o censo demográfico do IBGE realizado no ano de 2010, bem como as escolas existentes há época, que foram levantas por meio do catálogo de escolas disponibilizado pelo INEP em seu site. O indicador foi calculado a partir da Equação 1 e, após interpolação, considerando os valores propostos por Costa (2008), obteve-se o score de 0.44.

$$I = \frac{E}{P/1.000} = \frac{59}{88.006/1.000} = 0{,}69 \text{ (escolas / habitantes)} \quad (1)$$

Onde:
I: indicador
E: número de escolas
P: população residente na área efetivamente urbanizada do município.

v) Domínio planejamento integrado - Indicador: Equipamentos urbanos (postos de saúde)

Para o cálculo deste indicador, considerou-se a população total do município segundo o censo demográfico do IBGE realizado no ano de 2010, bem como as unidades de saúde de atendimento primário existentes há época; a relação de unidades de saúde foi obtida na Secretaria de Saúde do Município. O indicador foi calculado segundo a Equação 2, obtendo-se um score de 0.24.

$$I = \frac{S}{P/100.000} = \frac{17}{88.006/100.000} \quad (2)$$

$$I = 19{,}77 \text{ (postos de saúde / habitantes)}$$

Onde:
I: indicador
S: número de postos de saúde
P: população residente na área efetivamente urbanizada do município.

vi) Domínio planejamento integrado – Indicador: Parques e áreas verdes

Para o cálculo do indicador Parques e Áreas Verdes, foram delimitadas as áreas verdes e parques construídos no município até o ano de 2010 e o número de habitantes o último censo do IBGE. O indicador foi calculado a partir da Equação 3, ao qual atribuiu-se o score de 0.038.

$$I = \frac{V}{P} = \frac{505.784{,}95}{88.006} = 57{,}44 \text{ (m}^2\text{ / habitantes)} \quad (3)$$

Onde:
I: indicador
V: parques e áreas verdes
P: população residente na área efetivamente urbanizada do município.

vii) Domínio planejamento integrado – Indicador: crescimento urbano

No período de 2010 a 2022, identificou-se o surgimento de nove bairros no município. Este indicador avaliou a estrutura de transportes presentes nestes bairros, sendo calculado a partir da Equação 4 e obtendo-se um score no valor de 0.25.

$$I = \frac{T}{NT} = \frac{1.046.449{,}08\ m^2}{3.262.955{,}10\ m^2} = 0{,}32 \quad (4)$$

Onde:
I: indicador
T: áreas dotadas de infraestrutura de transportes
NT: áreas não dotadas de infraestrutura de transportes

viii*)* Domínio planejamento integrado – Indicador: ocupações irregulares

Para o cálculo do indicador Ocupações Irregulares, foi necessária delimitação da área de ocupação irregular bairro Nova Esperança e a área efetivamente urbanizada do município. O cálculo foi realizado conforme Equação 5, e o score atribuído ao indicador foi de 1.00.

$$I = \frac{NE}{A} = \frac{94.312{,}05\ m^2}{52.943.925{,}55\ m^2} = 0{,}32 \quad (5)$$

Onde:
I: indicador
NE: área do bairro Nova Esperança
A: área urbanizada do município

Em resumo, os scores – normalizados segundo o manual de Costa (2008) – obtidos com o cálculo dos indicadores para a cidade de Jataí-GO são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Resultado do cálculo dos indicadores

Indicador	Score
Vagas para pessoas com deficiência	0.20
Travessias adaptadas a pessoas com deficiência	0.00
Acessibilidade a serviços essenciais	0.59
Equipamentos urbanos (escolas)	0.44
Equipamentos urbanos (postos de saúde)	0.24
Parques e áreas verdes	0.038
Crescimento Urbano	0.25
Ocupações Irregulares	1.00

5 CONCLUSÕES

Com um score de 0.20 para vagas de estacionamento, significa que há um número inferior ao exigido por lei ou padrões estabelecidos, o que pode dificultar muito a acessibilidade a locais públicos e privados para pessoas com deficiência. Já o score de 0.0 para travessias adaptadas indica que não há cruzamentos que atendam aos parâmetros necessários de

conforto e segurança para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, o que pode representar um sério risco à sua segurança e independência de locomoção. Esses resultados apontam para a necessidade urgente de melhorias na infraestrutura urbana para garantir a acessibilidade e a inclusão dessas pessoas na sociedade.

O resultado do score obtido no indicador Equipamentos Urbanos – Escolas (0.44) e o obtido no indicador Equipamentos Urbanos – Postos de Saúde (0.24) são tidos como ruins por estarem abaixo da média (0.50) da escala de avaliação sugerida por Costa (2008) que varia entre 0.00 e 1.00, apontando que existe uma demanda por esses equipamentos visando o melhor atendimento da população.

Em contrapartida, o score atribuído ao indicador Acessibilidade aos Serviços Essenciais (0.59) é considerado bom. Entretanto, é possível visualizar por meio da Figura 4 que a distribuição desses equipamentos poderia ser melhor planejada pois ocorre uma concentração de equipamentos nos setores centrais da cidade, enquanto nas regiões periféricas eles estão em menor quantidade. Tendo isso em vista, sugere-se a realização de estudos que verifiquem o impacto gerado pela concentração desses equipamentos, bem como a porcentagem da população atendida considerando-se a densidade populacional média por bairro, a fim de ter-se uma análise mais aprofundada da situação, bem como um resultado mais assertivo.

Importa colocar que a melhor distribuição dos equipamentos de serviços essenciais possui impacto direto na mobilidade urbana do município pois, reduzindo as distâncias de deslocamento possibilita-se aos cidadãos o acesso não motorizado a estes de forma rápida e confortável, o que auxiliar no alcance da mobilidade sustentável.

O cálculo do indicador Parques e Áreas Verdes indica que a cidade conta com uma carência de espaços verdes públicos, estando abaixo da área mínima recomendada (12m²). Outra conclusão importante é que as áreas verdes existentes poderiam ser mais bem distribuídas pela malha urbana para atender de forma equitativa e uma porcentagem maior da população. Assim, surge como possibilidade a implantação efetiva de áreas de lazer em bairros novos, já que o município está em crescimento, recomendando-se mais estudos a respeito da implantação dessas áreas em bairros já existentes.

O resultado do indicador crescimento urbano (score 0.25), indica que as duas linhas de transporte público existentes são insuficientes e acabam se sobrepondo em algumas regiões, não conseguem cobrir toda a área urbanizada municipal, principalmente os novos bairros que foram construídos em áreas que margeiam a atual área urbanizada. Portanto, não se tem uma aplicação sistêmica de planejamento de transportes, capaz de suprir a demanda de expansão do desenho urbano.

Em relação ao indicador ocupações irregulares, apesar de se obter um score (1.00) considerado bom, é interessante alertar que a presença da ocupação irregular no município representa uma deficiência de políticas públicas habitacionais, esse tipo de ocupação afeta tanto a dimensão social, quanto a econômica e ambiental, e é marcado pela ausência de infraestrutura básica, falta de acesso a serviços e equipamentos, especialmente serviços de transporte, refletindo na problemática de mobilidade urbana.

Os achados desta pesquisa podem servir para orientar as políticas sobre mobilidade urbana de Jataí, os scores gerados poderão ser utilizados na composição do IMUS do município,

permitindo uma caracterização mais ampla dele, auxiliando na tomada de decisão acerca de seu planejamento urbano e de transportes.

6 REFERÊNCIAS

BOARETO, R. (2003) **A mobilidade urbana sustentável**. In: Revista dos transportes públicos, n° 100. São Paulo: ANTP.

CARVALHO, C. H. R. de. (2016) **MOBILIDADE URBANA: Avanços, Desafios e Perspectivas**. In: COSTA, M. A. O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana. Brasília: Ipea, p. 345-361.

COSTA, M. S. (2008) **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

DUARTE, F. (2013) **Planejamento Urbano**. 1ª Edição. Curitiba: Ibpex.

GENTIL, C. D. A. (2015). **A contribuição dos elementos da forma urbana na construção da mobilidade Sustentável.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

GUDMUNDSSON, H. (2004). **Sustainable transport and performance indicators.** In.: Hester, R.E. e Harrison, R.M. (Eds). Issues in environmental science and technology. n.20, p.35-63.

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito de Goiás (2022). **Estatísticas da Frota de Veículos no Estado**. Disponível em: https://inside.detran.go.gov.br/. Acesso em: 05 nov. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Jataí. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/jatai. Acesso em: 04 jun. 2022.

JATAÍ, Prefeitura Municipal de. Lei nº 3.070, de 28 de junho de 2010. **Plano Diretor Urbano**. Jataí, GO, 2010.

MELO, G. O. (2022) **Cálculo dos indicadores urbanos: crescimento urbano, ocupações irregulares e plano diretor**. TCC (graduação) Bacharelado em Engenharia Civil – IFG, Jataí.

PCS - Programa Cidades Sustentáveis. (2020) **Guia de introdução ao planejamento urbano integrado.** Disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Guia_de_Introducao_ao_Planejamento_Urbano_Integrado.pdf. Acesso em: 10 jul. 2022.

DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE MICROACESSIBILIDADE EM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS: UM ESTUDO PARA O HIPERCENTRO DE BELO HORIZONTE

D. F. C. Oliveira, D. A. Lessa

RESUMO

O incentivo ao tráfego de pedestres é importante para o desenvolvimento social e econômico nas cidades. Riscos para pedestres são recorrentes em interseções, devido aos conflitos com veículos potencializados nesses lugares. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um índice de microacessibilidade pelo ponto de vista da segurança de pedestres (IMS) em interseções inseridas em espaços urbanos. Seis indicadores foram identificados e seus métodos de avaliações foram estabelecidos. Estes consideraram parâmetros como tempo de travessia e ocorrência de conflitos entre pedestres e veículos. O IMS foi aplicado nas interseções de vias arteriais do Hipercentro de Belo Horizonte. O local do estudo apresentou desempenho mediano quanto à microacessibilidade sob ótica de segurança viária de pedestres. A dificuldade na análise dos indicadores e a influência de diversos fatores externos na ocorrência de sinistros justificam a importância de novos estudos para aprofundar o entendimento geral do assunto e considerar outros fatores relevantes.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início do Século XX, muitas cidades sofrem com os efeitos adversos causados pelo transporte rodoviário, dentre os quais incluem-se danos ambientais, sinistros e congestionamentos (Santos *et al*., 2010). Políticas eficientes de planejamento urbano, com ações de mobilidade voltadas aos pedestres, são uma alternativa para mitigar alguns desses problemas (Cheshmehzangi e Thomas, 2016). Os benefícios do incentivo ao deslocamento de pedestres também são sociais e se derivam das qualidades do espaço público, como a amplitude de experiência, expressão de identidade, capacidade de pausa e criatividade colaborativa (Demerath e Levinger, 2003). A observação das condições de acessibilidade e mobilidade urbanas é útil para se compreender o planejamento e gestão dos espaços das cidades e permite que se entenda a estrutura espacial das atividades econômicas e dos padrões espaciais dispostos por esses fatores.

Essas informações podem ser usadas como apoio a ações do poder público, encorajando políticas de melhoria efetiva na acessibilidade e mobilidade urbana (Lessa, 2019). Um dos requisitos para a compreensão da relação pedestre-ambiente é o fornecimento de ferramentas consistentes para estimar o impacto dos planejamentos no comportamento das pessoas. Nesse contexto, justifica-se o desenvolvimento de um estudo direcionado à análise da acessibilidade, com foco na segurança de pedestres em Belo Horizonte, tendo em vista a grande quantidade de pedestres e veículos que circulam nesses locais; a complexidade das

suas interseções, bem como a pouca atenção dada aos pedestres pelas partes que tomam as decisões de transportes. Este trabalho busca proporcionar uma contribuição técnica e científica para os estudos em transportes de modo que possa ampliar as discussões nos assuntos e proporcionar aos técnicos e agentes públicos uma ferramenta que possam usar para avaliar a acessibilidade e segurança de pedestres em interseções semaforizadas. Considera-se também, a contribuição social do trabalho, ao passo que a acessibilidade e a segurança no trânsito dizem respeito a uma mobilidade mais amigável para pedestres, sendo mais inclusiva e com benefícios para o espaço urbano e a sociedade.

2 ACESSIBILIDADE E SEGURANÇA DE PEDESTRES EM INTERSEÇÕES

A acessibilidade se baseia em dois conceitos principais: a localização, que considera a relação do espaço com as infraestruturas de transporte, e a distância, que depende da conectividade entre os locais. A conectividade indica a capacidade de ligar lugares através do transporte e reflete o equilíbrio entre distância e localização. Quanto menos atrito houver entre os dois conceitos, mais acessível será a situação (Rodrigue *et al*., 2013). Existem duas dimensões para a acessibilidade. A macroacessibilidade se baseia na facilidade de percorrer o espaço e ter acesso aos destinos desejados, com relação direta com a amplitude espacial do sistema viário e dos meios de transporte. Já a microacessibilidade está ligada à facilidade de pedestres em percorrer o caminho considerando os diferentes elementos e características do sistema viário. As pessoas com mobilidade reduzida têm papel importante nesses conceitos, dado que se um ambiente é adequado a esse grupo, ele será adequado, ou até mais amigável a todos os usuários (Vasconcellos, 1996).

No planejamento voltado à acessibilidade, as necessidades das pessoas passam a ser o ponto central dos projetos, ao contrário do planejamento para automóveis. Na maioria dos casos, as medidas de acessibilidade incluem tanto um fator de impedância, refletindo o tempo ou custo de chegar a um destino, quanto um fator de atratividade, refletindo as qualidades da rota, experiência de viagem e destino (Blecic *et al*., 2013). De maneira geral, pode-se dizer que acessibilidade é um somatório de dimensões conectadas à localização dos destinos a serem alcançados; à distribuição espacial da população, das atividades e dos serviços; e às características do transporte (Lessa, 2019).

Dentro da definição de acessibilidade, pode-se encontrar os conceitos de autonomia e segurança. Entende-se autonomia como a capacidade de um local de permitir a todos os usuários de alcançar um local sem depender da ajuda de outras pessoas (Vieira *et al*., 2015). Segundo a Lei n° 10.098 (Brasil, 2000), garante-se a autonomia mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação. As interseções, de maneira geral, configuram-se em barreiras para as pessoas com mobilidade reduzida, em especial para os usuários com deficiência visual. É comum que os projetos de interseções não proporcionem segurança a pessoas com mobilidade reduzida e deficiência visual (Mushule, 2010).

Segundo Barlow *et al*. (2005), a usual geometria e sinalização das interseções nos centros urbanos são desenhadas para agilizar e otimizar o movimento dos veículos, e aplicam o mínimo de atenção ao movimento dos pedestres. Estas, em geral, são travessias extensas, com muitas faixas, muitas vezes com faixas designadas para o tráfego de conversão à direita ou à esquerda. As esquinas são arredondadas para facilitar curvas rápidas e fáceis para veículos grandes. Quando uma interseção é larga, tem tráfego de conversão abundante ou é

barulhenta, pode ser difícil ouvir e reconhecer quais faixas estão se movendo ou começando a se mover. Além disso, as flutuações no fluxo e volume do tráfego e as faixas de veículos diagonais em relação às travessias podem contribuir para a desorientação de deficientes visuais, uma vez que os sons dos veículos são utilizados para determinar a localização das faixas de pedestres, para estabelecer uma direção até o lado oposto da faixa de pedestres (Barlow *et al*., 2001).

As interseções representam os locais mais perigosos para os pedestres na rede viária. Seus elementos de geometria e controle de tráfego potencializam riscos de colisões, pois operam com maiores exposições a risco para o usuário e proporcionam dificuldades de separação dos diferentes modos de transportes de forma que é causado um aumento de conflitos com pedestres e veículos (Sayed e Zein, 1999). Chin e Quek (1997) descrevem os conflitos de tráfego como incidentes críticos que ocorrem no trânsito, não necessariamente ocorrendo colisões. Na ocorrência desses eventos, dois usuários devem estar em rota de colisão e ao menos um dos usuários envolvidos faz uma manobra evasiva para evitar um possível sinistro (Parker Jr. e Zegeer, 1989).

Em vias onde há tráfego intenso de veículos, a separação temporal e espacial entre pedestres e veículos são essenciais para a redução de atropelamentos a redução de conflitos (Khisty, 1994). Para esses fins, é ideal que um menor número de vias dê acesso à interseção, visto que Pulughurta e Sambhara (2011) examinaram interseções semaforizadas na Carolina do Norte (EUA), e concluíram que o perigo de acidentes para pedestres é relativamente alto em cruzamentos sinalizados de quatro aproximações, em comparação com cruzamentos sinalizados de três aproximações. Além disso, a probabilidade de um pedestre atravessar uma via, em um momento que ela não está segura, como quando as luzes semafóricas apresentam verde ou amarelo para os veículos motorizados, varia de acordo com o tempo de espera, pois as pessoas, em geral, não estão dispostas a esperar por um longo período para realizarem a travessia das vias (Tiwari *et al*., 2007).

O tempo de verde em semáforos para pedestres possui igual importância na determinação da segurança, pois usuários com dificuldades de locomoção caminham mais vagarosamente e podem não terminar a travessia a tempo, quando a luz verde for muito breve (Bennett *et al*., 2001). A NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2020) define que o tempo de travessia de pedestres deve estar adequado à marcha de pessoas com mobilidade reduzida de 0,4 m/s, sendo esse considerado o valor ideal.

4 DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE DE MICROACESSIBILIDADE BASEADO EM SEGURANÇA DE PEDESTRES (IMS)

Este trabalho propõe a criação de um índice de microacessibilidade, com foco na segurança dos pedestres em interseções de vias urbanas (IMS). O objetivo é identificar as deficiências e potencialidades para a segurança e acessibilidade dos pedestres, com aplicação especial em interseções de centros urbanos brasileiros. O estudo inclui um caso específico na região do Hipercentro da capital mineira, onde o Índice é aplicado e analisado, considerando os riscos os riscos aos pedestres, bem como as necessidades de pessoas com deficiência. O IMS foi desenvolvido com o intuito de ser de fácil aplicação, permitindo sua replicação em grandes áreas dos centros urbanos e sua concepção baseia-se em indicadores que descrevem a segurança viária dos pedestres e os conflitos com veículos. Este índice se fundamenta em princípios definidos pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil,

2015), que estabelece que a acessibilidade é alcançada com segurança e autonomia. Esta definição é corroborada pela apresentação de diversos métodos de avaliação de acessibilidade em interseções, que utilizam parâmetros de segurança dos pedestres para quantificar a acessibilidade.

Para obter os indicadores do IMS, alguns métodos foram revisados e os indicadores encontrados foram registrados em uma planilha. Para este trabalho, foi adotado como premissa a facilidade de aplicação e replicação do índice na capital mineira. Assim, estabeleceu-se que o IMS seria composto por poucos indicadores, sendo estes eficientes na medição da microacessibilidade em interseções semaforizadas, e acessíveis remotamente. Nota-se que os dados utilizados estão disponíveis nos bancos de dados online da Prefeitura de Belo Horizonte e são facilmente acessados. Considerando que os indicadores selecionados influenciam nos conflitos entre pedestres e veículos, bem como no conforto da travessia, estes podem ser considerados importantes para o design universal. Diante desse contexto, com base na revisão da literatura realizada, identificou-se seis indicadores, considerados adequados para avaliação em Belo Horizonte: Velocidade de travessia dos semáforos de pedestres **(Indicador 1)** – relacionado à distância de travessia e semaforização; Configuração das interseções **(Indicador 2)** – relacionado à semaforização e condições das faixas de pedestres; Continuidade de travessia nas interseções **(Indicador 3)** – relacionado à semaforização; Presença de sinais sonoros para pedestres com deficiência visual **(Indicador 4)**; Número de movimentos veiculares nas faixas de pedestres **(Indicador 5)**; Número de faixas para circulação de veículos perpendiculares às travessias **(Indicador 6)**.

A maior parte dos dados necessários para se fazer os cálculos desses indicadores vieram dos bancos da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). São dados disponibilizados ao público através da ferramenta BH Map e ao seu Portal de Dados Abertos. Por estas fontes, foi extraída uma planilha em Excel denominada Localização das Sinalizações Semafóricas, a qual permitiu o acesso das configurações das interseções (Indicador 2) e os dados de presença de sinais sonoros (Indicador 4). Ademais, os mapas com alinhamentos de meio-fio e de ilhas de pedestres e canteiros centrais foram obtidos pelo BH Map, inicialmente em *shapefiles* para plataformas GIS (usados para se calcular o Indicador 1). Os dados de programação semafórica das interseções, que servem para calcular os indicadores 1, 3 e 5, foram cedidos pela BHTRANS. Estes contêm informações de movimentos veiculares nas interseções, bem como fases e ciclos semafóricos, tempos de verde, vermelho e amarelo. O último meio de obtenção de dados, foi o Google Earth. Ele foi usado para se conferir o número de faixas de veículos perpendiculares a cada faixa de pedestres, dados do Indicador 6, além de ter sido útil para se verificar alguns dos outros dados, como larguras de vias (Indicador 1) e movimentos dos veículos (Indicador 5). O IMS, assim como seus indicadores têm sua escala variando de 0,0 a 1,0 ponto. A equação para seu o cálculo, na qual é obtida a média das avaliações de todos os indicadores, está descrita na Equação 1. A Tabela 1 contém os conceitos dados a cada faixa de avaliação do IMS.

Tabela 1 Conceituação do IMS

Pontuação:	Conceito:
0,00 - 0,20	Péssimo
0,20 - 0,40	Ruim
0,40 - 0,60	Regular
0,60 - 0,80	Bom
0,80 - 1,00	Ótimo

$$\text{IMS} = \sum_{i}^{6} Ii/6 \quad (1)$$

Onde:
IMS: nota final do índice
Ii: avaliação final dos indicadores

As unidades de análise finais do IMS são as interseções semaforizadas em áreas urbanas, porém a sua análise, em alguns indicadores, passa em primeira fase pelas faixas de pedestres existentes nessas interseções. Isso significa que nesses indicadores, as avaliações devem se referir a cada faixa de pedestre e posteriormente compor a avaliação geral da interseção como um todo através de suas médias. Se a travessia for dividida por canteiro central ou refúgio, considera-se cada lado da travessia como uma unidade de análise distinta. Para a avaliação, o IMS foi padronizado para a escala de 0,0 a 1,0. Na sequência, indicadores que compõem o índice estão descritos.

Velocidade de travessia dos semáforos de pedestres (i1)

Comparação do tempo disponível para travessia dos pedestres em cada interseção com o tempo necessário ao pedestre com mobilidade reduzida para atravessar a faixa. Usar como parâmetro o valor de velocidade de 0,4 m/s, estabelecido na NBR 9050 como uma velocidade adequada à marcha de pessoas com essas condições. Deve-se verificar a adequação à velocidade parâmetro em todas as travessias existentes na interseção. Obtém-se a velocidade de travessia (velocidade mínima necessária para o pedestre atravessar a via) pela Equação 2. O pior resultado será aplicado como a nota do indicador para o índice:

$$\text{Vt} = \text{Dt}/\text{tt} \quad (2)$$

Onde:
Vt: velocidade de projeto para travessia de pedestres na interseção
dt: distância de travessia
tt: tempo de travessia (soma entre tempo de verde e vermelho piscante no semáforo de pedestres)

Assim:

- Se Vt $\leq$ 0,4 m/s, então i1 = 1,0;
- Se 0,4 < Vt $\leq$ 0,55, então i1 = 0,75;
- Se 0,55 < Vt $\leq$ 0,7, então i1 = 0,5;
- Se 0,7 < Vt $\leq$ 0,85, então i1 = 0,25;
- Se Vt > 0,85 m/s, então i1 = 0,0.

Configuração das interseções para pedestres (i2)

Este indicador registra se a interseção contém semáforo e faixa em todos os movimentos (deslocamento de um ponto ao outro da interseção) de pedestres possíveis. A Prefeitura de Belo Horizonte descreve as possibilidades de configuração das interseções com tipo de travessias para pedestres: (a) Somente pedestre - Semáforo exclusivo para travessia de pedestre; (b) Travessia incompleta - Travessia onde existem semáforos para pedestre na interseção, mas nem todos movimentos de pedestre são contemplados; (c) Travessia total -

Travessia onde existem semáforos para pedestre na interseção onde todos movimentos de pedestre são contemplados, sempre pelo o menor caminho; (d) Travessia sem foco de pedestre - Travessia onde não tem semáforos semafóricos de pedestre na interseção; (e) Travessia parcial - Travessia onde existem semáforos para pedestre na interseção onde todos movimentos de pedestre são contemplados, nem sempre pelo o menor caminho. Assim:

- Travessia total ou somente pedestre, i2 = 1,0;
- Travessia parcial, i2 = 0,5;
- Travessia incompleta ou sem foco para pedestre, i2 = 0.

Continuidade de travessia nas interseções (i3)

De acordo com a Lei Nº 10.407, de 12 de janeiro de 2012, que institui o Estatuto do Pedestre em Belo Horizonte, o pedestre tem direito à sinalização que lhe permita a travessia de um lado a outro da via, sem interrupção. Dessa forma, o objetivo deste indicador é identificar se o semáforo permite uma travessia contínua e sem interrupções aos pedestres. Este é um indicador avaliado primeiramente nas faixas de travessia da interseção. Assim, verifica-se, do ponto de vista de uma faixa, se as suas faixas adjacentes estão sincronizadas em tempo com ela. A nota da interseção passa a ser a pior nota dentre as faixas de pedestres. Assim:

- Tempos de travessia de ambas as partes coincidem completamente ou ausência de canteiro central, i3 = 1,0;
- Tempos de travessia de ambas as faixas coincidem parcialmente, i3 = 0,5;
- Tempo de travessia de ambas as faixas não coincidem, i3 = 0,0.

Presença de sinais sonoros para pedestres com deficiência visual (i4)

Os sinais sonoros são dispositivos instalados nas interseções onde há semáforos para pedestres e servem para proporcionar ao pedestre com deficiência visual a identificação do momento certo para iniciar a travessia com segurança (semáforo verde para pedestres) e a orientar a direção que ele deve seguir após iniciar a travessia, ao identificar pelo som onde se encontra a outra travessia (Bentzen e Tabor, 1998). Assim:

- Existência de sinais sonoros, i4 = 1,0;
- Inexistência de sinais sonoros, i4 = 0,0.

Número de possibilidades de movimentos (i5)

Para a determinação deste indicador, deve-se definir a quantidade de movimentos de veículos que são permitidos dentro da interseção. Assim:

- Permitidos um ou dois movimentos, i5 = 1,0;
- Permitidos três ou quatro movimentos, i5 = 0,67;
- Permitidos cinco ou seis movimentos, i5 = 0,33;
- Permitidos sete ou mais movimentos, i5 = 0,0.

Número de faixas para circulação de veículos perpendiculares às travessias (i6)

Para se fazer a avaliação deste indicador, o avaliador deve contar a quantidade de faixas para circulação de veículos perpendiculares (Kadali e Vedagiri, 2013). Avaliar cada travessia de pedestres da interseção. Caso a travessia for dividida por canteiro central, avaliar a via de cada lado individualmente. Considerar a travessia com o maior número de faixas de veículo para a avaliação das interseções. Assim:

- Uma ou duas faixas, i6 = 1,0;
- Três faixas, i6 = 0,5;
- Quatro ou mais faixas, i6 = 0,0.

5 ESTUDO DE CASO

Na etapa seguinte do trabalho, foi feita a validação do índice, através de aplicação do índice e análises estatísticas dos resultados. A área de estudo escolhida foram as interseções semaforizadas do Hipercentro de Belo Horizonte. Justifica-se essa escolha pois, dentre as divisões territoriais do município, esta é uma localidade de maior atividade econômica na Região Metropolitana e com grande importância devido às interações sociais, provenientes da alta circulação de pessoas, além de ser localização estratégica na capital mineira, com relativa facilidade de obtenção de dados e com a presença de grandes corredores. O Hipercentro é a região de Belo Horizonte com maior ocorrência de sinistros com pedestres e presença de semáforos. No total 105 interseções semaforizadas da região foram estudadas. A região é delimitada pelas Avenidas do Contorno, dos Andradas, Bias Fortes, Álvares Cabral e pela Rua Timbiras.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Definido o objeto de estudo e realizadas as análises, apresentam-se os resultados. A Tabela 2 apresenta as médias das notas das interseções nas avaliações dos indicadores em separado. Enquanto o indicador "Presença de sinais sonoros para pedestres com deficiência visual" tem resultado com conceito Péssimo e o indicador "Número de faixas para circulação de veículos perpendiculares às travessias" alcançou Ruim, os outros quatro indicadores estão com conceito Bom. Isso pode se explicar pela ausência de sinais sonoros na maior parte das interseções semaforizadas em Belo Horizonte e que na região, a maior parte das vias têm três ou mais faixas de rolamento para veículos, o que significa que essas são as duas maiores deficiências do Hipercentro em Belo Horizonte.

Tabela 2: Média das notas nas interseções do Hipercentro

Indicador	Média das notas de todas as interseções	Conceito
Velocidade de travessia dos pedestres	0,652	Bom
Configuração das interseções	0,648	Bom
Continuidade de travessia nas interseções	0,743	Bom
Presença de sinais sonoros para pedestres com deficiência visual	0,0381	Péssimo
Número de possibilidade de movimentos de veículos	0,579	Bom
Número de faixas para circulação de veículos perpendiculares às travessias	0,365	Ruim

Os resultados do índice foram testados nas interseções semaforizadas de forma individual no Hipercentro. Após a extensiva avaliação de todos os indicadores nas interseções semaforizadas propostas no estudo, gerou-se os resultados do índice que são apresentados no mapa da Figura 2. Quanto à distribuição de conceitos nas interseções semaforizadas do Hipercentro, nenhuma das interseções que receberam a aplicação do índice obteve o conceito Péssimo (0,0 a 0,2); ao passo que 28 delas ficaram conceituadas como ruins, equivalendo a 26,7% das interseções. 44 interseções alcançaram o conceito Regular (0,4 a 0,6), sendo 41,9% do total; enquanto 31 receberam conceito Bom (0,6 a 0,8), totalizando 29,5% do total. Apenas duas delas alcançaram o conceito Ótimo (0,8 a 1,0), sendo 1,9% do total. A média das avaliações de todas as interseções pelo índice é de 0,501, um valor mediano, que daria o conceito de Regular para a região. Apesar de não haver nenhuma interseção considerada péssima, o Hipercentro de Belo Horizonte ainda carece de melhorias para obter padrões de excelência de acessibilidade e segurança para os pedestres, já que apenas duas interseções semaforizadas conseguiram conceito Ótimo.

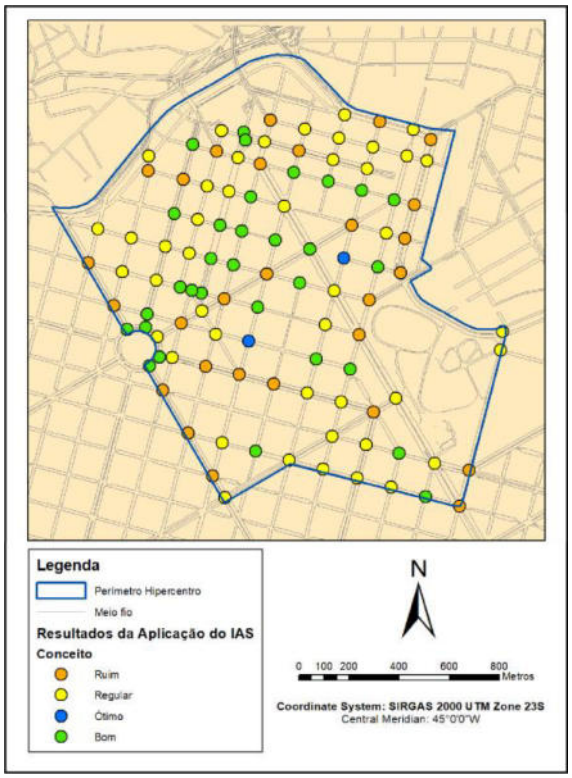


Fig. 2 Resultados dos índices nas interseções em mapa

Para se verificar o potencial do IMS, procurou-se validar os seus resultados. Pensando neste objetivo, o método de regressão linear foi aplicado. Para esta operação, utilizou-se como variável dependente, os dados com sinistros com pedestres ocorridos nas áreas das interseções entre 2019 e 2020, em um raio de 30 metros a partir do centroide para as interseções sem avenidas; e em um raio de 60 metros a partir do centroide para interseções com avenidas, dimensões suficientes para compreender toda a área das interseções padrões da região até 5 metros de suas esquinas. Apenas as contagens de sinistros nessas áreas de influência não são suficientes para determinar a segurança pela infraestrutura e características físicas e viárias de uma interseção, já que a recorrência dos sinistros depende de outras variáveis, mais difíceis de se coletar (principalmente em interseções complexas

como muitas que há no Hipercentro de Belo Horizonte), tais como contagens de veículos e de pedestres.

A realização de contagens volumétricas em todas as interseções estudadas é um trabalho complexo. Dessa forma, alternativamente, foi determinado o uso de dados provenientes de pesquisas de origem-destino nas Áreas Homogêneas onde se encontram as interseções do estudo, trabalhadas na plataforma ArcGIS. A variável dependente da regressão linear, foi determinada pela divisão do número de sinistros nas interseções semaforizadas no período estudado (2019-2020) pelo número de viagens ocorridos na área homogênea à qual a interseção pertence, configurando assim uma relação sinistros / 1000 viagens diárias (foram consideradas tanto viagens motorizadas e não motorizadas). Foi feito o processo de validação estatística para os resultados finais IMS nas interseções. A Figura 3 ilustra o gráfico, gerado em Excel com nuvem de pontos da análise do índice. Dada a plotagem da reta de tendência, que se resulta da situação dos pontos da tabela, é obtido um R^2 no valor de 19,43%. A Equação 3 define a reta de dispersão:

$$y = -0{,}3422x + 0{,}2445 \tag{3}$$

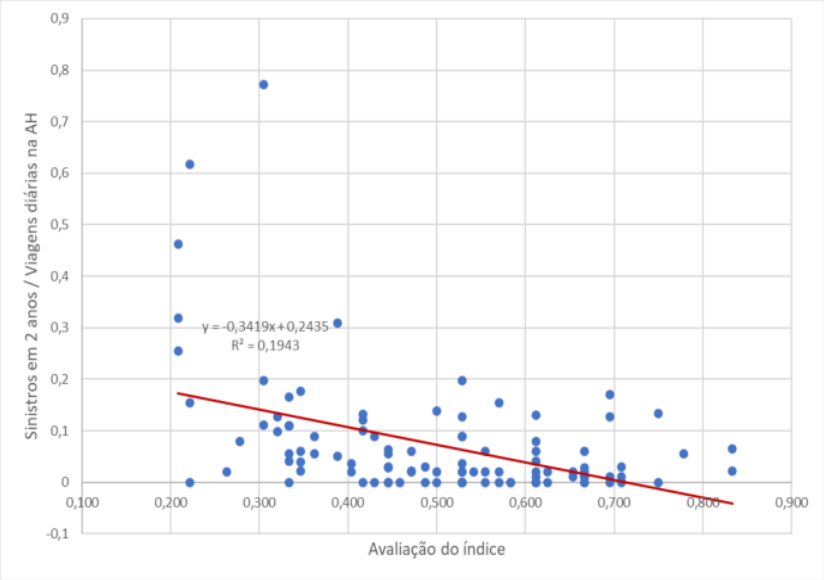


Fig. 3 Gráfico de validação do índice

Com esses valores iniciou-se correção dos resultados. Calculou-se o y predito de todas as interseções, ao usar os resultados do índice na equação. Em seguida, foi efetuada a subtração do y resultante (relação entre sinistros e viagens) e y predito, a fim de se encontrar os erros. Por fim, dividiu-se os erros pelo y resultante, obtendo o erro percentual. As interseções que estiverem com erro percentual acima de 100% foram removidas para nova validação do índice, adicionalmente as interseções que não registraram sinistros também foram retiradas, para evitar erros nas análises. Após a correção, o novo R^2 da validação do índice é de 35,45% (Figura 4).

As retas geradas nas análises têm inclinação negativa, o que se era esperado, pois o número de sinistros deve ser menor nas interseções que mostraram melhor desempenho nas avaliações do índice. Os valores resultantes de R^2, são considerados baixos em análises estatísticas em geral, porém deve-se levar em conta alguns pontos relativos à natureza da

análise: (a) Quando a análise estatística conta com dados relativos ao comportamento humano (como no caso de ocorrência de sinistros), as análises tendem a obter valores estatísticos mais baixos; (b) A incidência de sinistros depende de uma variedade de fatores, cujas inclusões no IMS não puderam ou não seriam relevantes para o estudo; (c) Os dados de sinistros foram adaptados por informações macroespaciais de demanda de viagens nas áreas homogêneas, que, apesar de ter sido suficiente para correção e validação do índice, se fossem corrigidos por contagens de tráfego e contagens de pedestres, poderia ter apresentado resultados estatísticos melhores; (d) Alguns indicadores (como velocidade de projeto ou sinais sonoros) se relacionam mais com a parte de acessibilidade, não contando positiva ou negativamente para análise com sinistros. A acessibilidade, por sua vez, não pode ser facilmente avaliada quantitativamente; (e) As análises estatísticas podem ter sido afetadas pelas medidas de prevenção à Covid-19 no ano de 2020, que pode ter influenciado número de viagens de sinistros na região. Tendo em vista os resultados e todos os fatores que o podem influenciar, considera-se que o desenvolvimento do índice proposto atingiu seus objetivos, com boas indicações estatísticas de relação negativa das notas das interseções com as incidências de sinistros. Dessa forma, o método é indicado e pode ser usado para avaliação de interseções semaforizadas em centros urbanos.

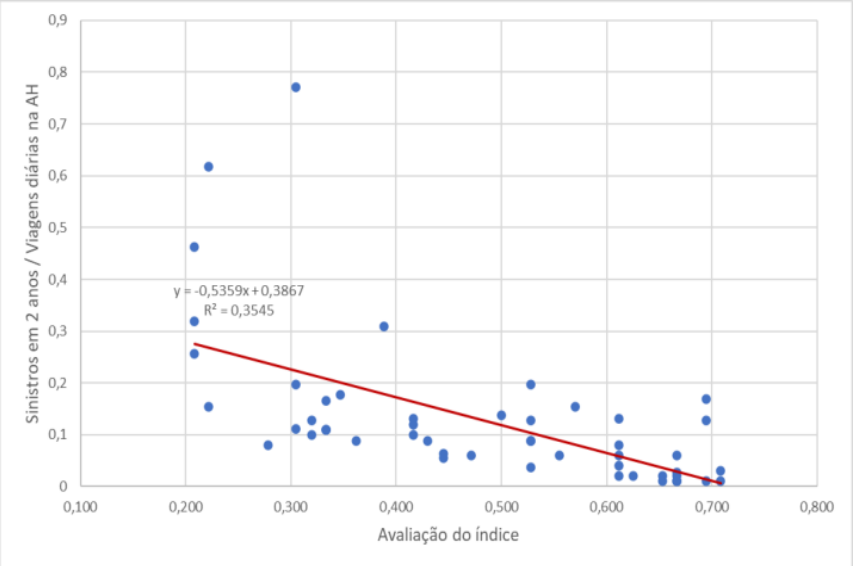


Fig. 4 Gráfico de validação do índice (corrigido)

6 CONCLUSÕES

A elaboração de estudos voltados à microacessibilidade e mobilidade ativa tem importância técnica e social, tendo em vista que o planejamento que foca em vias e instalações públicas seguras e amigáveis aos pedestres pode criar ambientes mais inclusivos e sustentáveis para a sociedade como um todo. Sendo assim. neste trabalho, foi descrito o desenvolvimento de um índice que utiliza indicadores relacionados a conflitos entre pedestres e veículos e que apontam condições de microacessibilidade no local e que foi denominado IMS. Esse índice foi aplicado nas interseções do Hipercentro de Belo Horizonte e validado através de regressão linear usando dados de sinistro como variável dependente. Dos indicadores selecionados para o índice, as interseções semaforizadas da área de estudo apresentaram desempenho médio considerado bom em todos, excetuando “Presença de sinais sonoros para pedestres com deficiência visual” (Péssimo), explicado pela ausência de tais dispositivos na

maior parte das interseções, sendo esses, recursos relativamente novos na capital mineira e "Número de faixas para circulação de veículos perpendiculares às travessias" (Ruim), que explica a prioridade na circulação de veículos no Hipercentro. Quanto à pontuação geral do índice (média das pontuações dos indicadores), o Hipercentro foi avaliado com nota média de 0,501 na Avaliação do índice, que indica necessidade de melhorias. Nenhuma interseção obteve conceito Péssimo e duas delas obtiveram conceito Ótimo. Nos testes de validação do índice, ao se usar a regressão linear simples, os resultados de R^2 em todos os casos foi considerado baixo (abaixo de 50%), demonstrando baixa relação estatística, o que não significa, porém, a rejeição do índice. A baixa relação apresentada pelo índice pode ser especulada pelas ações de outras variáveis que não podem ser consideradas no trabalho, tais como comportamento humano, que pode reger a incidência de sinistros. Dessa forma, se faz importante a elaboração de novos trabalhos na área para melhorar entendimento geral sobre o assunto.

7 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas (2020) ABNT NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 20 p.

Barlow, J.M.; Franck, L.; Bentzen B.L.; Sauerburger, D. (2001) Pedestrian clearance intervals at modern intersections: Implications for the safety of pedestrians who are visually impaired. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, 95, 663–667.

Barlow, J.M.; Bentzen, B.L.; Bond, T. (2005). Blind Pedestrians and the Changing Technology and Geometry of Signalized Intersections: Safety, Orientation, and Independence. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, 99(10), 587–598.

Belo Horizonte (2012) **Lei nº 10.407, de 12 de janeiro de 2012**. Institui o Estatuto do Pedestre em Belo Horizonte.

Bennett, S.; Felton, A.; Akçelik, R. (2001) Pedestrian movement characteristics at signalised intersections. In **23rd Conference of Australian Institutes of Transport Research**, Melbourne.

Bentzen, B.L.; Tabor, L.S. (1998) **Accessible Pedestrian Signals**. Washington: U.S. Access Board.

Blecic, I.; Cecchini, A.; Congiu, T.; Pazzola, M.; Trunfio, G.A. (2013) Design and Planning Support System for Walkability and Pedestrian Accessibility. **International Conference on Computational Science and its Applications**. 284-293.

Brasil (2015) **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), Brasília.

Cheshmehzangi, A.; Thomas, S.M. (2016) Prioritizing Accessible Transit Systems for Sustainable Urban Development: Understanding and Evaluating the Parameters of a Transportation System in Mumbai. **Journal of Urban Planning and Development**, 142(4).

Chin, H.C.; Quek, S.T. (1997). Measurement of traffic conflicts. **Safety Science**, 26(3), 169–185.

Demerath, L.; Levinger, D. (2003) The Social Qualities of Being on Foot: A Theoretical Analysis of Pedestrian Activity, Community, and Culture. **City & Community**, 2(3), 217-237.

Kadali, B.R.; Vedagiri, P. (2016) Review of Pedestrian Level of Service. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2581, 37–47.

Khisty, C.J. (1994) Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. **Transportation Research Record**, 1438, 45-50.

Lessa, D.A. (2019) **Mobilidade e Acessibilidade ao Transporte Coletivo por Ônibus: Evidências e Contradições no caso de Belo Horizonte/MG**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

Mushule, N.K. (2010) Universal design of transportation systems: a case study of access and mobility of people with disabilities at selected intersections in Dar es Salaam. **Tanzania Journal of Engineering and Technology**, 33(2), 48-59.

Parker Jr., MR.; Zegeer, C.V. (1989) **Traffic Conflict Techniques for Safety and Operations - Observers Manual**. Federal Highway Adminstration.

Pulugurtha, S.S.; Sambhara, V.R. (2011). Pedestrian crash estimation models for signalized intersections. **Accident Analysis & Prevention**, 43(1), 439–446.

Rodrigue, J-P; Comtois, C.; Slack, B. (2013) **The Geography of Transport Systems**. Nova York: Routledge.

Rouphail, N.; Hughes, R.; Chae, K. (2005). Exploratory Simulation of Pedestrian Crossings at Roundabouts. **Journal of Transportation Engineering**, 131(3), 211–218.

Santos, G.; Behrendt, H.; Maconi, L.; Shirvani, T.; Teytelboym, A. (2010). Part I: Externalities and economic policies in road transport. **Research in Transportation Economics**, 28(1), 2–45.

Sayed, T., & Zein, S. (1999). Traffic conflict standards for intersections. **Transportation Planning and Technology**, 22(4), 309–323.

Soilán, M.; Riveiro, B.; Sánchez-Rodriguéz, A.; Arias, P. (2018) Safety assessment on pedestrian crossing environments using MLS data. **Accident Analysis and Prevention**, 111, 328–337.

Tiwari, G.; Bangdiwala, S.; Saraswat, A; Gaurav, S. (2007) Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections. **Transportation Research Part F**, 10, 77–89.

Vasconcellos, E.A. (1996) **Transporte urbano, espaço e equidade; Análise das políticas públicas**; 2ª ed. São Paulo: NetPress.

Vieira, A.F.R.; Cavalcanti, A.; Alves, A.L. (2015) O direito de ir e vir: a acessibilidade do transporte público. **Caderno de Terapia Ocupacional da UFSCar**, 23(4), 775-780, 2015.

A DINÂMICA DO TRANSPORTE PÚBLICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO: UMA PERSPECTIVA DE DEMANDA DE 2017 A 2023

C. Daroncho e P. J. P. Martinez

RESUMO

O Transporte Público Urbano é essencial para a mobilidade urbana e para a sustentabilidade das cidades. Em março de 2020 teve início a Pandemia de Covid-19, forçando a decretação de quarentenas e *lockdown,* em quase todas as cidades do mundo, fatos que interromperam de maneira drástica a mobilidade urbana. Em São Paulo, a quarentena teve início em março de 2020 sendo encerrada em agosto de 2021 impactando significativamente a utilização do TPU. Este estudo analisa os volumes de passageiros transportados na Região Metropolitana de São Paulo entre 2017 e 2023, evidenciando que a queda já ocorria desde 2017. Os dados mostram retomada gradual das viagens urbanas a partir do segundo semestre de 2020, ficando 2023 ainda abaixo dos níveis de 2017, em média 27% no sistema de ônibus urbano, 16% no sistema de ônibus metropolitano, 8% no sistema metroviário e 24% no sistema de trens urbanos.

1 INTRODUÇÃO

O Transporte Público Urbano (TPU) é um elemento chave na estrutura da mobilidade urbana, desempenhando um papel vital na sustentabilidade das cidades e na garantia do "direito à cidade" (Léfèbvre, 2008). Este direito não se limita apenas ao acesso físico aos espaços urbanos, mas também engloba a participação ativa nas decisões que moldam a vida urbana. A mobilidade é um elemento essencial do "direito a cidade", pois facilita a interação entre os indivíduos, para satisfazerem suas necessidades sociais básicas, como alimentação, trabalho, educação, saúde e lazer, e os espaços urbanos (Florentino, 2011). Ou seja, o TPU, como um dos principais facilitadores da mobilidade urbana, é de suma importância para a vida urbana sustentável (Daganzo & Ouyang, 2019), tornando os deslocamentos urbanos indispensáveis para as pessoas e para as cidades.

A Pandemia da Covid-19 teve impactos significativos em todo o mundo, afetando tanto as relações econômicas quanto a mobilidade em escala local, regional, nacional e global (OECD, 2020). O TPU, que já apresentava pequena retração, enfrentou quedas drásticas no movimento de passageiros globalmente (TSC, 2020), no Brasil, nos sistemas de ônibus urbano, a queda já era evidenciada desde 2013 (NTU, 2022). A mudança nas relações de trabalho, majoradas durante a Pandemia, como a migração para o *home office* (ITU, 2024; CETIC.BR, 2024), somada as mudanças de ritmo de vida das sociedades que passaram, a partir dos anos 2010, a privilegiar mais os comércios locais (varejo de proximidade) e as

compras *online* (Silva Jr., 2022; GS1 Brasil, 2024), por exemplo, cada vez mais retiram passageiros do TPU.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO (Transporte público urbano e Pandemia)

Em dezembro de 2019 a Organização Mundial da Saúde (OMS) recebeu os primeiros relatos de uma nova cepa do Coronavírus em humanos (OPAS, 2024) e no final de fevereiro de 2020 foi relatado o primeiro caso no Brasil (UNASUS, 2024), tendo a OMS declarado Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), ou situação de Pandemia, em 11 março de 2020 (WHO, 2024). O Estado de São Paulo decretou quarentena em 24 de março de 2020 (São Paulo, 2024), fato que alterou significativamente o uso do transporte público na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Segundo Moura *et al.* (2022), o Brasil passou por três grandes ondas de Covid-19 e segundo Brasil (2024), a RMSP registrou aproximadamente 2,1 milhões de casos e mais de 81 mil mortes até o final de 2023 (Figura 1). Com o afrouxamento das regras da quarentena e, posteriormente, com o fim das restrições sanitárias em 17 de agosto de 2021 (São Paulo, 2024), a vida cotidiana começou a voltar à normalidade na RMSP, embora esta normalidade ainda não tenha contemplado os sistemas de transporte (Daroncho e Martinez, 2024).

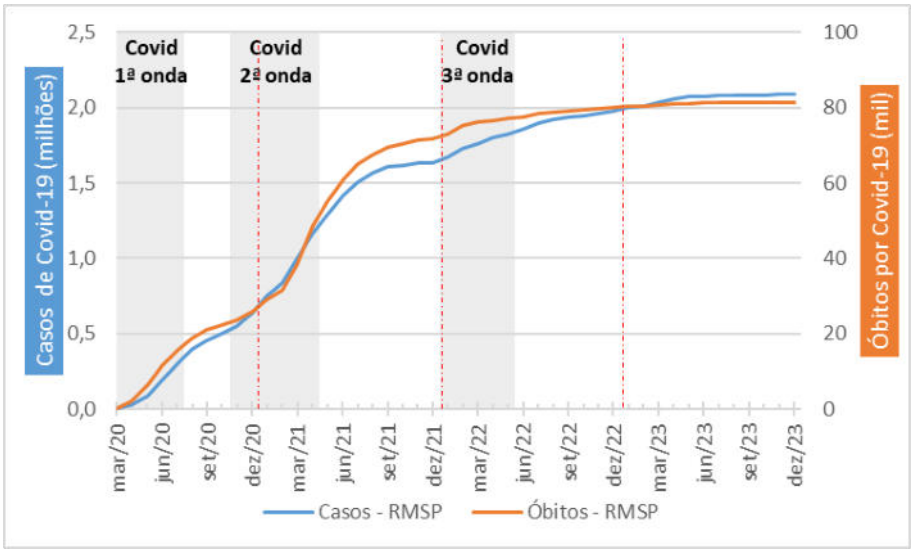


Fig. 1 Infecções e mortes por Covid-19 na RMSP e as 3 grandes ondas de Covid-19 no Brasil. As linhas tracejadas verticais vermelhas, representam a divisão dos anos.

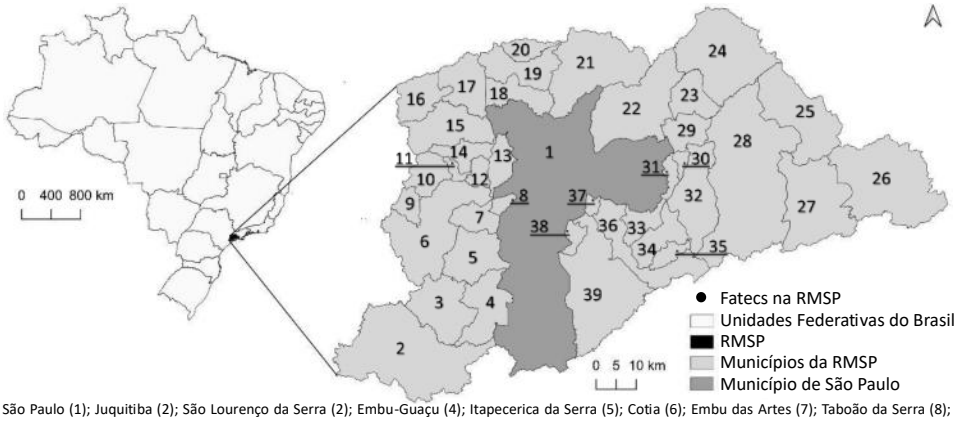
O transporte urbano por ônibus no Brasil já apresentava queda de demanda muito antes da Pandemia, tendo a demanda de 1994 a 2012 caído 26% e de 2013 a 2019 caindo 26% (NTU, 2022). A queda na demanda não é exclusiva do Brasil, e afeta metrópoles como Nova Iorque e Londres, que tiveram perdas significativas de passageiros em 2018 e 2019 em seus sistemas de transporte público por ônibus (Daroncho e Martinez, 2024).

3 LOCAL DE ESTUDO E SISTEMAS DE TRANSPORTE ANALISADOS

Este estudo foi efetivado na RMSP (Fig. 2), região composta por 39 municípios que envolvem a cidade de São Paulo[1], formando o quarto maior aglomerado urbano do mundo,

[1] A Cidade de São Paulo é a quinta cidade mais povoada do mundo, com 1,5 mil km^2 e mais de 11,4 milhões de habitantes (National Geographic, 2024)

com área de 7,9 mil km^2 e população de mais de 20,7 milhões de habitantes (PDUI, 2024; DESTATIS, 2024; IBGE, 2024; SEADE, 2024). A RMSP é servida por um sistema metroviário com 104,2 km de extensão e 91 estações (METRO, 2024a), por um sistema ferroviário urbano com 273 km de extensão e 96 estações (CPTM, 2024a) e dois sistemas principais de ônibus, um na cidade de São Paulo, composto por 1.347 linhas e 11.925 ônibus (SPTRANS, 2024a) e outro para a Região Metropolitana, composto por 479 linhas e 260 ônibus (EMTU, 2024a).



São Paulo (1); Juquitiba (2); São Lourenço da Serra (2); Embu-Guaçu (4); Itapecerica da Serra (5); Cotia (6); Embu das Artes (7); Taboão da Serra (8); Vargem Grande Paulista (9); Itapevi (10); Jandira (11); Carapicuíba (12); Osasco (13); Barueri (14); Santana de Parnaíba (15); Pirapora do Bom Jesus (16); Cajamar (17); Caieiras (18) Franco da Rocha (19); Francisco Morato (20); Mairiporã (21); Guarulhos (22); Arujá (23); Santa Isabel (24); Guararema (25); Salesópolis (26); Biritiba Mirim (27); Mogi das Cruzes (28); Santo André (29); Poá (30); Ferraz de Vasconcelos (31); Suzano (32); Mauá (33); Ribeirão Pires (34); Rio Grande da Serra (35); Santo André (36); São Caetano do Sul (37); Diadema (38); and, São Bernardo do Campo (39).

Fig. 2 Localização e municípios que constituem a RMSP.
Fonte: Adaptado de Daroncho *et al.* (2023).

Para a efetivação deste estudo foram utilizados os dados mensais de passageiros transportados, entre janeiro de 2017 e dezembro de 2023, disponibilizados pelas empresas gestoras e pelas empresas operadoras de cada um dos sistemas. Para o sistema metro-ferroviário foram obtidos dados de METRÔ (2024b), CPTM (2024b), Viamobilidade (2024) e ViaQuatro (2024), para os sistemas de ônibus foram obtidos os dados de EMTU (2024b) e SPTRANS (2024b). Além dos dados de passageiros transportados, foram utilizados os dados de volume de carros nas vias urbanas, disponibilizados por CET (2024), e da frota de carros na RMSP, disponibilizado por SENATRAN (2024), como foram de comparativo.

4 ANÁLISE DOS DADOS DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS

4.1 Análise dos Dados Anuais

A análise dos volumes anuais de passageiros transportados por cada um dos sistemas do TPU de 2017 a 2023 (Tabela 1) mostra que em 2017 o TPU transportou aproximadamente 5,5 bilhões de passageiros, em 2020, com a Pandemia, transportou 2,98 bilhões de passageiros (queda de 45,8% em relação a 2017), e em 2023 transportou pouco mais de 4,3 bilhões de passageiros (queda de 21,3% em relação a 2017). Para efeitos deste trabalho o sistema de ônibus urbano será chamado de SPTrans, o sistema de ônibus metropolitano será chamado de EMTU, o sistema metroviário será chamado de Metrô e o sistema de trens metropolitanos será chamado de CPTM.

A análise de Tabela 1 e da Figura 3, para o período de 2017 a 2019, mostra que a SPTrans e a CPTM estavam em queda (9,8% e 15,8% respectivamente em 2019), enquanto o Metrô estava em alta (14,7% em 2019), já a EMTU estava em estabilidade. No pós-Pandemia, em

2021, todos os sistemas tiveram leve crescimento de demanda, já em 2022, com o afrouxamento das medidas de restrições sanitárias, a demanda cresceu consideravelmente em todos os sistemas, destacando-se a rápida recuperação ocorrida no Metrô e a recuperação lenta ocorrida na SPTrans. Em 2023 o crescimento foi mais sutil, mostrando acomodação na demanda, ficando, em relação a 2017, a SPTrans 27,4% abaixo, a EMTU 16,4% abaixo, o Metrô 8,1% abaixo e a CPTM 23,8% abaixo de 2017.

Tabela 1. Volume anual de passageiros (milhões) e variação com base em 2017.

Ano	SPTrans	Var. (%)	EMTU	Var. (%)	Metrô	Var. (%)	CPTM	Var. (%)	TPU	Var. (%)
2017	2.862,9	-	504,2	-	1.302,6	-	827,7	-	5.497,4	-
2018	2.769,5	-3.3	506,2	0.4	1.359,4	4.4	863,3	4.3	5.498,3	0.02
2019	2.581,0	-9.8	5064	0.4	1.494,7	14.7	696,9	-15.8	5.279,0	-4.0
2020	1.499,6	-47.6	303,0	-39.9	764,2	-41.3	414,6	-49.9	2.981,4	-45.8
2021	1.596,4	-44.2	321,1	-36.3	797,0	-38.8	447,9	-45.9	3.162,4	-42.5
2022	1.948,9	-31.9	403,1	-20.0	1.104,1	-15.2	593,0	-28.3	4.049,3	-26.3
2023	2.079,1	-27,4	421,7	-16,4	1.196,5	-8,1	630,3	-23,8	4.327,7	-21,3

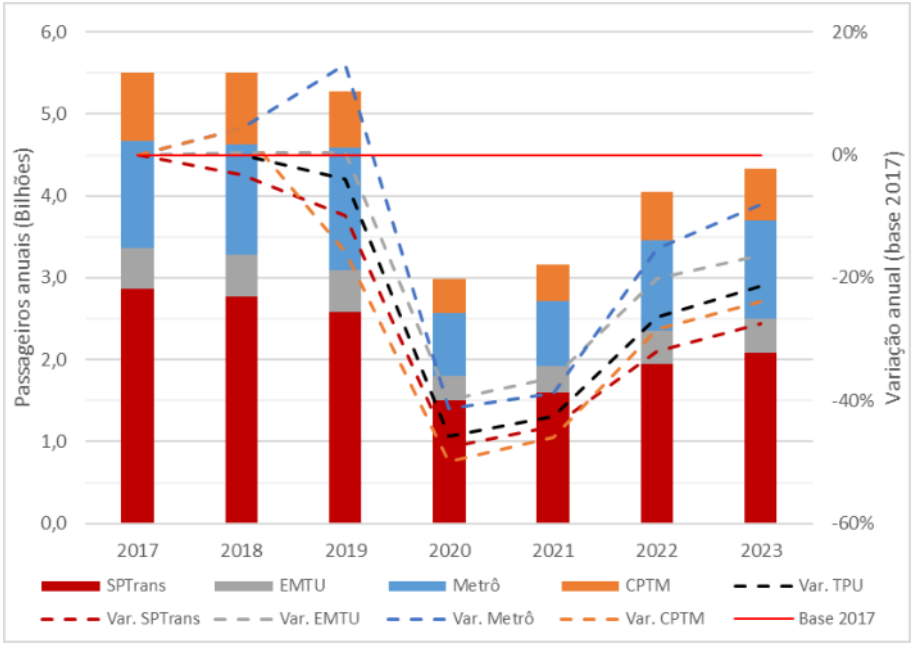


Fig. 3 Passageiros anuais nos sistemas de transporte da RMSP. As linhas tracejadas mostram a variação anual com base nos dados de 2017.

4.2 Análise dos Dados Mensais

A análise dos volumes absolutos mensais de passageiros transportados por cada um dos sistemas de transporte e pelo TPU de 2017 a 2023 (Figura 4), corrobora com a análise dos dados anuais, mostrando que as médias mensais anuais de passageiros transportados (Tabela 2), a exceção do Metrô, estavam em retração de 2017 a 2019. Referente ao transporte particular por carros, houve aumento uniforme da média mensal de 2020 a 2023, cabe salientar que para o cálculo do volume de passageiros foi utilizada a média de 1,43 pessoas por veículos (CET, 2020). Como não existem os dados para o período pré-Pandemia, devido a mudança na metodologia de levantamento de dados por parte da CET (São Paulo, 2023), não foi possível fazer a comparação pré e pós Pandemia. A frota de carros teve crescimento

constante até o início da Pandemia, na média 2,6% ao ano, quando ocorreu pequena retração (1ª onda de Covid-19) e o crescimento passou a ser menos acentuado até o final da 3ª onda de Covid-19 (em 2021 cresceu 0,6%,) quando o crescimento retoma o padrão pré-Pandemia, com média anual acima de 2,0%.

Tabela 2. Estatística descritiva (em milhões, n = 12).

	Ano	SPTrans	EMTU	Metrô	CPTM	TPU	Carro	Frota
Média	2017	239	42,0	109	69,0	458	-	8,77
	2018	231	42,2	113	71,9	458	-	9,00
	2019	215	42,2	125	58,1	440	-	9,24
	2020	125	25,2	63,7	34,5	248	208	9,43
	2021	133	26,8	66,4	37,3	264	226	9,52
	2022	162	33,6	92,0	49,4	337	242	9,64
	2023	173	35,1	99,7	52,5	361	255	9,84
Mediana	2017	238	41,7	109	69,7	459	-	8,76
	2018	234	42,1	115	72,1	460	-	9,00
	2019	213	42,3	126	58,5	438	-	9,24
	2020	123	25,0	61,4	35,2	244	221	9,42
	2021	123	26,6	64,5	37,5	248	235	9,53
	2022	164	34,0	93,5	50,6	344	248	9,64
	2023	173	35,0	100	53,0	360	256	9,84

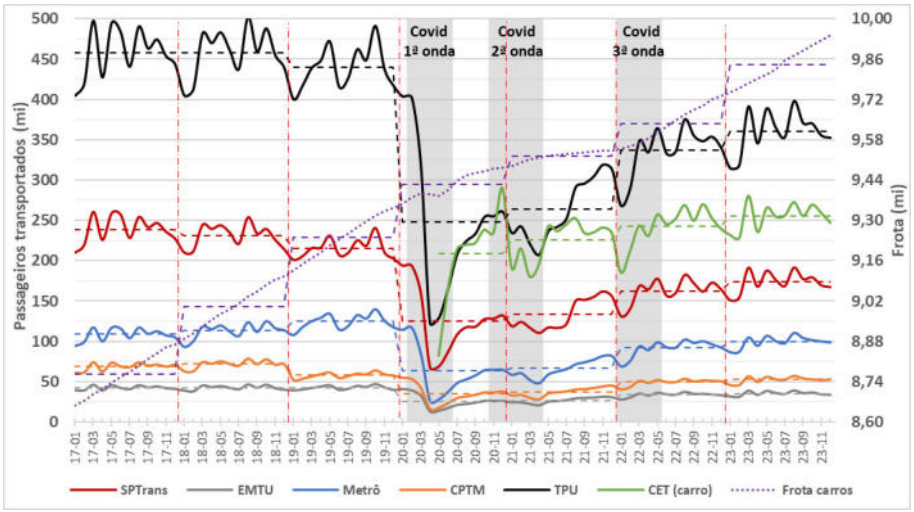


Fig. 4 Passageiros mensais transportados nos sistemas de transporte da RMSP. As linhas tracejadas referem-se as médias anuais e as linhas vermelhas verticais referem-se a divisão dos anos.

A Figura 5 expressa a variação do volume mensal de passageiros em relação ao mesmo mês em 2017, onde pode-se verificar as oscilações das demandas no período pré-Pandemia, sendo o Metrô o único a sustentar oscilação com crescimento da demanda mensal, já os demais sistemas tiveram oscilação negativa da demanda mensal. Com o início da quarentena, no final de março de 2020, ocorre a queda expressiva das demandas e subsequente início de recuperação no segundo semestre de 2020. Com a segunda onda de Covid-19, no início de 2021, houve nova queda nas demandas e subsequente recuperação a partir de julho de 2021. A terceira onda de Covid-19 não trouxe uma nova queda na demanda proporcional a 2017, tendo os sistemas mantido oscilação mensal estável até o final de 2023.

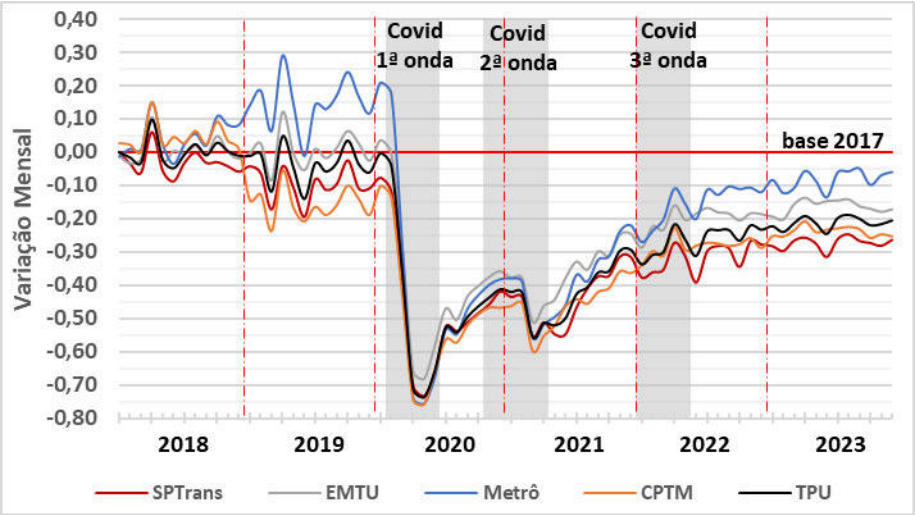


Fig. 5 Variação mensal de passageiros transportados com base no mesmo mês em 2017. As linhas vermelhas verticais referem-se a divisão dos anos.

A Figura 6 mostra a variação média trimestral da demanda mensal com base em 2017, tendo o Metrô crescimento consistente em todos os trimestres, a EMTU mantendo estabilidade e a SPTrans e a CPTM queda de demanda, sendo que está última sai de uma situação de crescimento em 2018 para queda considerável em 2019. A partir do fim da segunda onda de Covid-19 os sistemas começam a recuperar a demanda relativa a 2017. Na média trimestral de 2023, o Metrô é o sistema que mais se aproxima de retornar aos valores de 2017, ficando no último trimestre de 2023 apenas 7,5% abaixo, já a SPTrans é o sistema com a pior recuperação frente a 2017, embora tenha tido pequeno crescimento no terceiro trimestre de 2023, o quarto trimestre de 2023 fechou com média de 27,3% abaixo de 2017. A EMTU obteve boa recuperação no segundo e no terceiro trimestres de 2023, tendo pequena retração no quarto trimestre de 2023, fechando com queda de 17,4% em relação a 2017. Já a CPTM mostrou boa recuperação desde o final de 2021, mas obteve queda nos dois últimos trimestres de 2023, fechando com queda de 25,3% em relação a 2017.

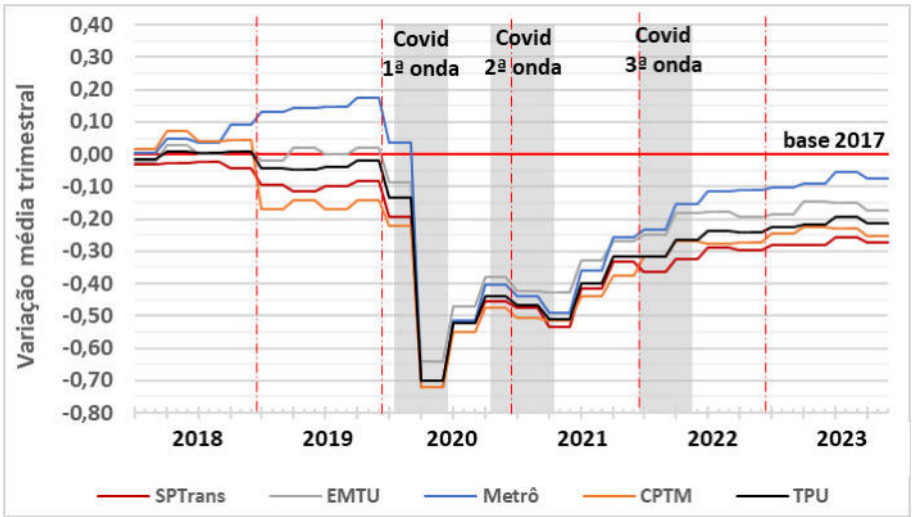


Fig. 6 Média trimestral da variação mensal de passageiros transportados com base no mesmo mês em 2017. As linhas vermelhas verticais referem-se a divisão dos anos.

A Figura 7 mostra a representatividade de cada um dos sistemas de transporte no TPU da RMSP de 2017 a 2023. A SPTrans era responsável por, em média, 52% das viagens em 2017 e em 2018 começa a perder esta representatividade, terminando 2019 com 48% das viagens, aumenta a representatividade durante a primeira onda de Covid-19, mas perde esta representatividade após a segunda onda e fecha 2023 responsável por, na média, 47% das viagens. A CPTM, que detinha em média 16% das viagens em 2017 e 2018, tem abrupta redução para 13% a partir de janeiro de 2019, sofre pequenas oscilações e fecha 2023 responsável por 15% das viagens. O Metrô, que já expandia sua participação desde 2017, quando era responsável por 23% das viagens, termina 2019 responsável por 28% das viagens, perde participação na pandeia, mas se recupera após a segunda onda e em 2023 retoma a participação de 2019, sendo responsável por 28% das viagens na RMSP. A EMTU manteve participação na casa de 9,5% das viagens na RMSP em todo o período analisado.

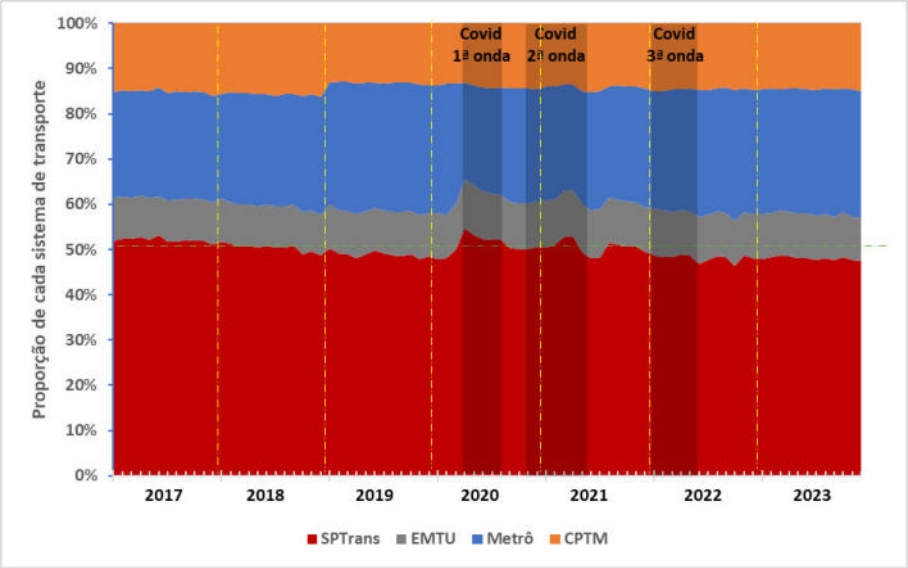


Fig. 7 Representatividade dos modos de transporte de passageiros na RMSP. As linhas amarelas verticais referem-se a divisão dos anos.

5 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para análise final foi obtida a amplitude, a assimetria e a curtose dos dados (Tabela 3). A amplitude ajuda a entender a variabilidade dos conjuntos dados, mostrando a dispersão destes dados, a assimetria mostra como os dados se comportam em relação à média, sendo que o coeficiente de assimetria (ν) é positivo para distribuições assimétricas a direita, é negativo para distribuições assimétricas a esquerda e tende a zero para distribuições simétricas, já a curtose evidencia a relação dos dados com uma distribuição normal, sendo que o coeficiente de curtose (κ) é positivo para comportamento em forma de pico, é negativo para dados achatados, ou tende a zero para o caso de coincidência com uma distribuição normal (Navidi, 2011).

Para todos os sistemas do TPU a amplitude de 2023 retornou a valores muito próximos, e até menores, dos verificados entre 2017 e 2019 (Tabela 3), mostrando a concentração dos dados. Nos histogramas (Figura 8), pode-se verificar que no ano 2020, devido às restrições sanitárias, difere dos demais tendo uma grande distribuição espacial (amplitude) dos dados.

Tabela 3. Assimetria e curtose da média mensal anual de passageiros transportados entre 2017 e 2023 (n = 12).

	Ano	SPTrans	EMTU	Metrô	CPTM	TPU	Carro
Amplitude	2017	50.44	6.84	22.93	13.02	93.05	-
	2018	43.90	8.41	31.60	15.90	97.77	-
	2019	39.58	7.59	32.01	11.86	91.05	-
	2020	126.52	27.28	90.77	39.05	281.15	208.03
	2021	51.56	10.34	33.70	17.13	111.72	72.66
	2022	51.47	9.20	33.26	14.41	107.25	84.63
	2023	40.71	7.72	23.84	11.67	83.55	52.15
Assimetria (ν)	2017	-0.1662	0.2778	-0.3153	-0.6266	-0.2553	-
	2018	-0.1671	-0.0791	-0.8936	-0.6652	-0.4327	-
	2019	0.9177	0.3289	-0.0757	0.0780	0.4995	-
	2020	0.3848	0.4846	0.7568	0.2050	0.4917	-1.2149
	2021	0.3636	-0.2542	0.0208	-0.2087	0.1988	-0.9515
	2022	-1.0108	-1.1550	-1.5029	-1.7369	-1.3592	-1.3399
	2023	-0.2195	0.0035	-0.5740	-0.6537	-0.3800	-0.2453
Curtose (κ)	2017	-1.2545	-1.3791	-1.1642	-0.8577	-1.1951	-
	2018	-1.1603	-1.0154	0.6199	0.2975	-0.5453	-
	2019	0.2670	-0.9957	-0.5111	-0.1284	-0.2470	-
	2020	-0.3765	-0.3513	-0.0485	-0.3199	-0.2843	2.3337
	2021	-1.9554	-1.2175	-1.1159	-0.9698	-1.6083	-0.5107
	2022	0.8823	1.6906	1.8021	2.8188	1.6969	2.0313
	2023	-0.5648	-0.8916	-0.0627	-0.1016	-0.3839	-0.8314

A análise dos histogramas dos dados (figura 8) em conjunto com assimetria e curtose (Tabela 3) evidencia a realidade vivida no TPU da RMSP.

Na SPTrans (Figura 8[a]), os dados eram achatados tendendo a simetria (κ = -1,25 e ν = -0,16) em 2017 e passaram a ter pico consideravelmente a esquerda (κ = 0,26 e ν = 0,91) em 2019, mostrando a tendência de concentração dos dados para o lado dos menores valores; em 2023 os dados são achatados e levemente deslocados a direita (κ = -0,56 e ν = -0,21).

Na EMTU (Figura 8[b]), os dados eram achatados com leve pico a direita (κ = -1,37 e ν = 0,27) em 2017 e tiveram o achatamento reduzido com pico tendendo a esquerda (κ = -0.99 e ν = 0,32) em 2019, mostrando dados esparsos e tendência de concentração para o lado dos menores valores; em 2023 os dados ainda são achatados, mas agora simétricos (κ = -0.89 e ν = 0,003).

No Metrô (Figura 8[c]), os dados eram achatados com leve pico a direita (κ = -1,16 e ν = -0,51) em 2017, e tiveram o achatamento reduzido com tendência de simetria (κ = -0,51 e ν = 0,07) em 2019, mostrando a tendência de ampliação dos dados; em 2023 os dados tendem a distribuição normal levemente deslocados a direita (κ = -0,06 e ν = -0,57).

Na CPTM (Figura 8[d]), os dados eram achatados com pico a direita (κ = -0,85 e ν = -0,62) em 2017 e passaram a tender a normalidade com simetria (κ = -0,12 e ν = 0,07) em 2019, mostrando a tendência de concentração dos dados para o lado dos menores valores; em 2023 os dados são levemente achatados e deslocados a direita (κ = -0,10 e ν = -0,65).

No TPU (Figura 8[e]), os dados eram achatados e tendendo a simetria (κ = -1,19 e ν = -0,25) em 2017 e passaram a ter leve achatamento com pico a esquerda (κ = -0,24 e ν = 0,49) em 2019, mostrando a tendência de concentração dos dados para o lado dos menores valores; em 2023 os dados são mais achatados com leve pico a direita (κ = -0,38 e ν = -0,38).

No transporte particular por carros (Figura 8[f]), devido à ausência dos dados de 2017 a 2019, não é possível fazer a verificação pré-pandemia, mas referente ao período de 2020 a 2023 é possível verificar que os dados (κ = -0,83 e ν = -0,24) tendem ao achatamento com distribuição normal levemente para a direita.

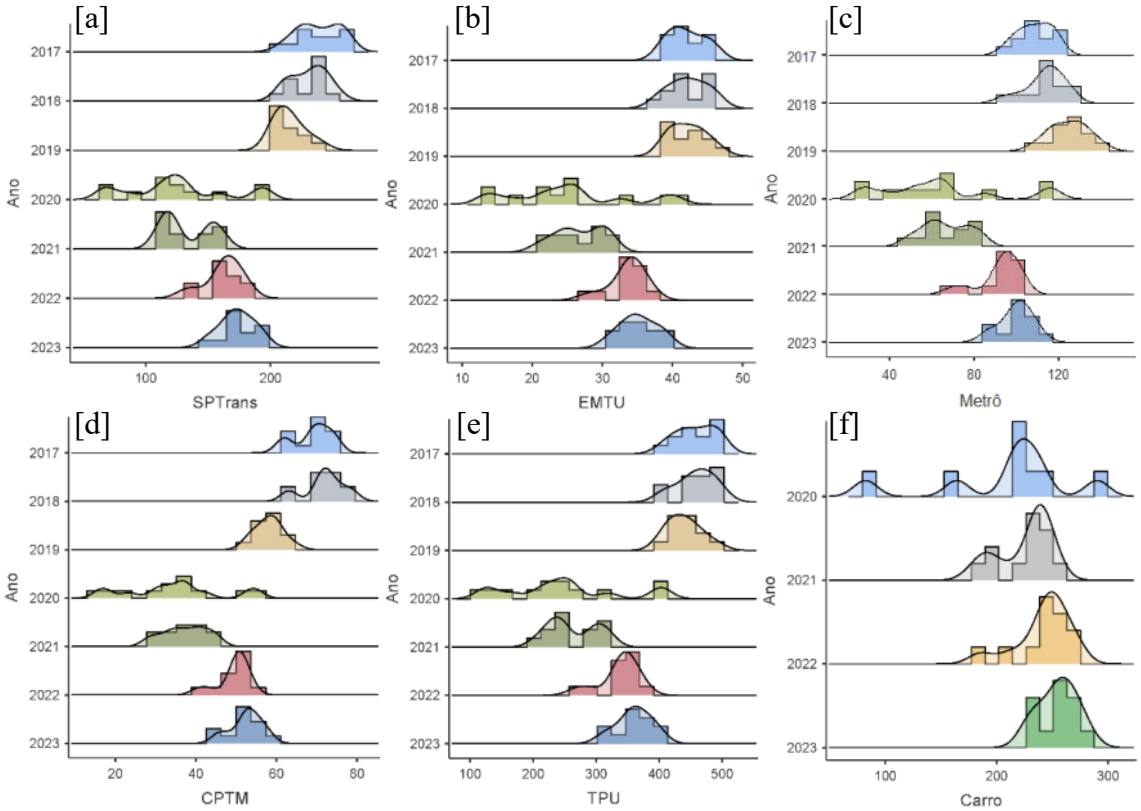


Fig. 8 Histograma e densidade dos dados para [a] SPTrans, [b] EMTU, [c] Metrô, [d] CPTM, [e] TPU e [f] carros.

Este estudo mostrou, com uso de estatísticas simples, que a queda na demanda por transporte público na RMSP já vinha desde antes da Pandemia e parece estar se consolidando no pós-Pandemia, tendo como maior expoente o transporte por ônibus urbano, que perde passageiros ano após ano, sendo exceção o transporte metroviário, que está prestes a retomar a demanda de 2017.

6 REFERÊNCIAS

Brasil – Ministério da Infraestrutura. (2024) **Conteúdo Senatran: Frota de Veículos**. Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran. Acesso em: 12 abr. 2024.

Brasil. Ministério da Saúde (2024) **Coronavírus Brasil: Painel Coronavírus**. Disponível em: https://covid.saude.gov.br. Acessado em: 12 abr. 2024.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego (2020) **Mobilidade no Sistema Viário Principal - MSVP - 2019**. Disponível em: https://www.cetsp.com.br/media/1113490/relatorio-msvp-2019-revisao-2-junho-22.pdf. Acessado em: 12 abr. 2024.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego (2024) **Boletins Diários de Mobilidade e Trânsito (Divididos ano a ano).** São Paulo. Disponível em: https://www.cetsp.com.br/consultas/especial-covid-19/boletins-diarios-de-mobilidade-e-transito-(divididos-ano-a-ano).aspx. Acesso em: 12 abr. 2024.

CETIC.BR - Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (2024). **TIC Domicílios**. Disponível em: https://cetic.br/pt/pesquisa/domicilios/indicadores. Acessado em: 12 abr. 2024.

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitano (2024b). **Transparência**. Disponível em: https://www.cptm.sp.gov.br/Transparencia/Pages/Manutencao-e-Operacao.aspx. Acesso em: 12 abr. 2024.

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (2024a). **Visão geral**. Disponível em: https://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/Pages/a-companhia.aspx. Acesso em: 12 abr. 2024.

Daganzo, C. & Ouyang, Y. (2019) **Public transportation systems: Principles of system design, operations planning and real-time control**. New Jersey, World Scientific, ISBN 9789813224087.

Daroncho, C.; Dalosto, J. A. D; Martínez, P. J. P. Trip generation by main modes of transport: analysis of the historical evolution in the Metropolitan Region of São Paulo (1967-2017). **South American Development Society Journal**, [S.l.], v. 9, n. 25, p. 200, abr. 2023. ISSN 2446-5763. DOI: http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v9i25p200-222.

Daroncho, C.; Martinez, P. J. P. (2024) Changing urban mobility habits in Sao Paulo: An analysis from 2017 to 2022. In: **2nd International Conference on Future Challenges in Sustainable Urban Planning & Territorial Management. SUPTM 2024**. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España. DOI: http://dx.doi.org/10.31428/10317/13610

DESTATIS – Statistiches Bundesamt (2024). **The largest cities worldwide 2023**. Disponível em: https://www.destatis.de/EN/Themes/Countries-Regions/International-Statistics/Data-Topic/Population-Labour-Social-Issues/DemographyMigration/UrbanPopulation.html. Acesso em: 12 abr. 2024.

EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (2024b). **Passageiros transportados de 2017 a 2023** [mensagem pessoal obtida via Lei de Acesso à Informação]. Mensagens recebidas em 14 de junho 2023 e 23 de fevereiro de 2024.

EMTU - Empresa Metropolitana de Transporte Urbano (2024a). **Institucional**. Disponível em: https://www.emtu.sp.gov.br/emtu/institucional/quem-somos.fss. Acesso em: 12 abr. 2024.

Florentino, R. (2011). Como transformar o direito à mobilidade urbana em indicador de políticas públicas? Uma contribuição. **e-metropolis: Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais**, 2(7), 44-56. Disponível em http://emetropolis.net/artigo/50?name=como-transformar-o-direito-a-mobilidade-em-indicadores-de-politicas-publicas-uma-contribuicao. Acessado em: 12 abr. 2024.

GS1 Brasil – Associação Brasileira de Automação (2024). **Tendência de Consumidores.** Disponível em: https://gs1br.org/indices-e-pesquisas/estudos-e-pesquisas/Documents/GS1_RelatorioTendenciaConsumidores_Mar24%201%20(1).pdf. Acessado em: 12 abr. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024) **Panorama**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama. Acesso em: 12 abr. 2024.

ITU – International Telecommunication Union. M**easuring digital development: Facts and Figures 2023**. Geneva, Switzerland. 2023. Disponível em: https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2023. Acessado em 12 abr. 2024.

Léfèbvre, H. (2008). **O direito à cidade**. São Paulo. 5ª Edição. Editora Centauro.

Metrô – Companhia do Metropolitano de São Paulo (2024a). **Quem somos**. Disponível em: https://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/quem-somos/index.aspx. Acesso em: 12 abr. 2024.

Metrô – Companhia do Metropolitano de São Paulo (2024b). **Portal da Transparência**. Disponível em: https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/demanda. Acesso em: 12 abr. 2024.

Moura, E. C.; Cortez-Escalante, J.; Cavalcante, F. V.; Barreto, I. C. De H. C.; Sanchez, M. N. & Santos, L. M. P. (2022) Covid-19: temporal evolution and immunization in the three epidemiological waves, Brazil, 2020–2022. **Revista de Saúde Pública**. 56:105. São Paulo 2022 Epub 18-nov-2022. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004907

National Geographic. (2024) **Estas são as 10 cidades mais povoadas do mundo em 2023**. Disponível em: https://www.nationalgeographic.pt/viagens/10-cidades-mais-povoadas-mundo-2023_3913 Acessado em: 14 abr. 2024.

Navidi, W. (2011). **Statistics for Engineers and Scientists** (3rd ed.). McGraw-Hill.

NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2022) **Anuário NTU 2021-2022**. Brasília. Disponível em: https://www.ntu.org.br/novo/ListaPublicacoes.aspx?idArea=9. Acessado em: 12 abr. 2024.

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (2020) **OECD Economic Outlook,** Volume 2020 Issue 2, OECD Publishing, Paris. DOI: https://doi.org/10.1787/39a88ab1-en

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde (2024) **Histórico da pandemia de COVID-19**. Disponível em: https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19. Acesso: 12 abr. 2024.

PDUI – Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (2024). **Região Metropolitana de São Paulo**. Disponível em: https://rmsp.pdui.sp.gov.br/?page_id=127. Acesso em: 12 abr. 2024.

São Paulo – Estado (2024) **Tudo sobre a quarentena**. Disponível em: https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/quarentena. Acessado em: 12 abr. 2024.

São Paulo (Cidade). Secretaria da Mobilidade e Trânsito (2023). **CET amplia medição do trânsito para todas as vias da cidade.** São Paulo, 03/03/23. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/noticias/?p=343373#:~:text=Trata%2Dse%20de%20uma%20amplia%C3%A7%C3%A3o,de%20dois%20indicadores%20de%20tr%C3%A2nsito. Acesso em: 12 abr. 2024.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. (2024a). **População**. Disponível em: https://populacao.seade.gov.br/. Acesso em: 12 abr. 2024.

Silva Jr., O. F. da. (2022) **Mercado de Vizinhança e a Acumulação Ampliada do Capital na Metrópole de São Paulo**. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em Geografia Humana. Universidade de São Paulo. DOI: https://doi.org/10.11606/T.8.2022.tde-30012023-181001

SPTrans – São Paulo Transportes (2024a). **Sistema de Transporte**. Disponível em: https://www.sptrans.com.br/sptrans. Acesso em: 12 abr. 2024.

SPTrans – São Paulo Transportes (2024b). **Passageiros Transportados**. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/mobilidade/institucional/sptrans/acesso_a_informacao/index.php?p=362878. Acesso em: 12 abr. 2024.

SPTrans – São Paulo Transportes. (2024a) **Sistema de Transporte**. Disponível em: https://www.sptrans.com.br/sptrans. Acessado em: 14 abr. 2024.

TSC – Transport Strategy Centre (2020) **How is the global transport sector responding to the Coronavirus (COVID-19)?** Transport Strategy Centre, Imperial College London. Disponível em: https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/research-centres-and-groups/centre-for-transport-studies/rtsc/covid-19/Imperial-College-TSC-Benchmarking---COVID-19-Key-Findings---July-2020.pdf. Acessado em: 12 abr. 2024.

UNASUS - Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (2024) **Coronavírus: Brasil confirma primeiro caso da doença.** Disponível em: https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doenca. Acesso: 12 abr. 2024.

ViaMobilidade (2024) **Passageiros Transportados**. Disponível em: https://www.viamobilidade.com.br/nos/passageiros-transportados. Acesso em: 12 abr. 2024.

ViaQuatro (2024) **Passageiros Transportados**. Disponível em: https://www.viaquatro.com.br/linha-4-amarela/passageiros-transportados. Acesso em: 12 abr. 2024.

WHO – World Health Organization (2024) **Timeline: WHO's COVID-19 response**. Disponível em: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline#! Acessado em: 12 abr. 2024.

A POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA DAS CIDADES DE MÉDIO PORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO: OPORTUNIDADES, DESAFIOS E CONTRADIÇÕES DOS PLANOS DIRETORES DE MOBILIDADE URBANA

R. C. Magagnin

RESUMO

O plano diretor de mobilidade urbana (PlanMob) é um instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana. No município, seu desafio é integrar as questões de transporte, trânsito e planejamento urbano, relacionando-as com instrumentos de controle urbano, uso do solo, controle ambiental, desenvolvimento econômico e inclusão social, visando minimizar as externalidades negativas decorrente do uso predominante do transporte individual motorizado. Para identificar temas e lacunas temáticas incorporadas nos PlanMob das cidades de médio porte paulistas, este artigo apresenta uma caracterização geral do seu conteúdo. A metodologia, exploratória e descritiva, é compreendida por 28 temas, que interferem na política municipal de mobilidade urbana e na implementação de ações voltadas ao desenvolvimento sustentável. Os resultados mostram que as cidades analisadas avançaram com a aprovação dos PlanMob. No entanto, nem todos os municípios entenderam o potencial que este documento pode trazer para a cidade, pois alguns temas não foram contemplados nestas leis.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil passou nas últimas décadas do século passado por um processo de urbanização que incentivou o êxodo rural e a ocupação do território, dando prioridade à expansão urbana e à baixa densidade espacial, o que teve um impacto direto na estruturação das cidades (Magagnin, 2023).

A adoção do transporte individual motorizado (automóvel) como principal meio de transporte para os deslocamentos urbanos também trouxe impactos negativos para as cidades brasileiras, como o baixo investimento em infraestrutura voltada para os modos ativos e mais sustentáveis como o modo a pé, a bicicleta e os transportes coletivos; aumento da poluição do ar; aumento do número de acidentes de trânsito; aumento dos congestionamentos; aumento do consumo de energia, dentre outros fatores (Magagnin, 2012; Carvalho, 2016).

Além desses problemas, o crescimento populacional e o aumento do índice de motorização das cidades são outros aspectos que interferem na mobilidade urbana dos municípios. As propostas para reduzir os impactos desses problemas têm um reflexo direto sobre a política de mobilidade urbana municipal, o que pode ser benéfico para a implementação de ações que incorporem a sustentabilidade. Além disso, outros fatores, como renda, idade e limitações permanentes ou temporárias na capacidade de locomoção dos indivíduos, também

interferem na política de mobilidade urbana, que incorpora o viés da sustentabilidade.

Instituída em 2003, a Política Nacional de Mobilidade Urbana brasileira adota os princípios da mobilidade urbana sustentável, através da integração entre o desenvolvimento urbano, a sustentabilidade ambiental e a inclusão social. Somente em 2012 que a lei de mobilidade foi aprovada pelo Congresso Nacional e sancionada pela presidência da República (Brasil, 2012).

Composta por 28 artigos, incluindo vetos, a Lei Federal Nº 12.587/2012, ao longo dos últimos 12 anos, passou por diversas alterações. Dentre elas, aquelas que envolvem o artigo 24, que identifica os temas que devem ser contemplados nos planos de mobilidade urbana das cidades brasileiras e o prazo para sua elaboração e aprovação, foi o que sofreu um maior número de mudanças. Outras alterações são referentes à regulamentação dos serviços de transporte privado coletivo (art. 11-A e 11-B) e do transporte individual de passageiros (art. 4, 12 e 12-A).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é fundamentada no aumento da "participação do transporte coletivo e não motorizado na matriz de deslocamentos da população" (Brasil, 2013, p. 22). Ela traz alguns avanços em relação à gestão da mobilidade urbana, como proporcionar a integração entre os diferentes modos de transporte e entre as demais políticas setoriais, proporcionar a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas, incluir a participação social no processo de planejamento e na avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana e do plano municipal de mobilidade urbana, propor diretrizes para regulamentar os serviços de transporte público coletivo e privado incorporando o direito dos usuários, definir mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana, promover a equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros, dentre outros aspectos (Brasil, 2012; Gomide *et al.*, 2012; Cortizo, 2018).

Apoiada em princípios e diretrizes (artigos 5º e 6º, respectivamente) que devem garantir a todas as pessoas um acesso amplo e democrático à cidade, seu desafio é integrar as questões de transporte, trânsito e planejamento urbano, relacionando a elas instrumentos de controle urbano, uso e ocupação do solo, controle ambiental, desenvolvimento econômico e inclusão social (Brasil, 2015).

Dentre os avanços que traz a lei de mobilidade urbana, o item VIII do artigo 5º, se aplicado no município, pode proporcionar maior equidade nos deslocamentos urbanos, pois reconhece "a existência de determinadas desigualdades tanto no uso do espaço público (vias e logradouros) como na externalização dos custos do uso dos diferentes modos de transporte (entre o transporte público e individual motorizado, por exemplo)" (Gomide *et al.*, 2012, p. 7). Essa externalidade negativa advinda do uso predominante do transporte individual motorizado tem impactos direto no aumento da poluição ambiental, nos congestionamentos e na diminuição da segurança viária, com o aumento no número de acidentes de trânsito, dentre outros (Gudmundsson e Höjer, 1996; Litman e Laube, 2002; Banister, 2008; Magagnin, 2008; Gomide *et al.*, 2012; Cheba e Saniuk, 2016; Canitez; Alpkokin e Kiremitci, 2020). Municípios que incorporarem esse princípio nos respectivos planos de mobilidade urbana podem implantar medidas de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado, por meio de "políticas de taxação ou subsídio, no sentido de priorizar modos de transporte mais sustentáveis e ambientalmente amigáveis (e.g. "pedágios urbanos", cobrança de estacionamento na via pública, subsídio às tarifas, etc.)" (Gomide *et al.*, 2012, p. 7, traduzida

pela autora). Outros instrumentos aderentes a esta proposta são listados no artigo 23 da presente lei.

A lei amplia a obrigatoriedade, estabelecida pelo Estatuto da Cidade, para a elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana e Transportes, e define o perfil desses municípios brasileiros obrigados a realizar este plano, associando essa obrigatoriedade ao recebimento de recursos federais. Assim, aproximadamente 3.065 municípios (mais de 55% do total de municípios brasileiros) deveriam desenvolver e aprovar os planos de mobilidade urbana no país (Brasil, 2012; Oliveira e Rodrigues da Silva, 2015). No entanto, em relação à sua aplicação legal, ela traz alguns desafios. No âmbito federal, por exemplo, o Ministério das Cidades aponta duas questões que merecem investigação. A primeira diz respeito à aprovação da lei no município e a segunda está associada ao conteúdo mínimo do plano, ambos objetos de análise deste artigo.

No que se refere à aprovação do Plano Diretor de Mobilidade Urbana nos municípios, a lei de mobilidade urbana não especifica claramente a obrigatoriedade de aprová-lo no formato de lei, há apenas uma recomendação. No entanto, para garantir sua aplicação no município, no caso de descontinuidades políticas, é importante essa aprovação pela administração municipal e pela câmara de vereadores para poder legitimá-lo (Brasil, 2015). O Ministério das Cidades menciona que "é possível que os municípios que declararam ter aprovado o Plano de Mobilidade Urbana em lei podem, na verdade, tê-lo somente em Decreto Municipal e não em lei municipal aprovada pelo Legislativo" (Semob, 2023, n.p.). Quanto ao conteúdo, embora a lei apresente um conteúdo mínimo obrigatório a ser incorporado nas discussões locais e inserido no documento final, essa definição não é garantia de que todos os temas tenham sido efetivamente discutidos nos municípios brasileiros (Brasil, 2015).

Neste contexto, este artigo apresenta o perfil dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana (PlanMob) das cidades de médio porte paulistas. Pretende-se com este estudo identificar se os municípios analisados estão adotando uma política de mobilidade urbana integrada e se os Planos Diretores de Mobilidade Urbana, além de cumprir uma exigência legal de aprovação dos planos de mobilidade urbana, estão efetivamente incorporando: i) os conteúdos mínimos exigidos pela Lei Federal Nº 12.587/2012, e ii) outros temas que impactam nos deslocamentos urbanos dessas cidades.

2 METODOLOGIA

2.1 Definição e delimitação do estudo de caso

O trabalho definiu avaliar as cidades de médio porte do estado de São Paulo. Adotou-se a definição do IBGE quanto ao porte demográfico dos municípios por porte demográfico, ou número de habitantes (Stephan, 2005). Alguns desses municípios desempenham funções de intermediação na rede urbana, o que não se restringe ao seu tamanho geográfico, mas inclui sua estruturação interna. Outros municípios desempenham a função de conectar as metrópoles com as cidades menores que compõem uma rede urbana (Sposito, 2004).

Assim, as cidades objeto de análise possuem uma população compreendida entre 100.001 e 500.000 habitantes, de acordo com dados do Censo de 2022. Dos 645 municípios do estado de São Paulo, esse recorte espacial é composto por 71 municípios, que correspondem a 11,0% do total de municípios do estado (IBGE, 2022) (Figura 1).

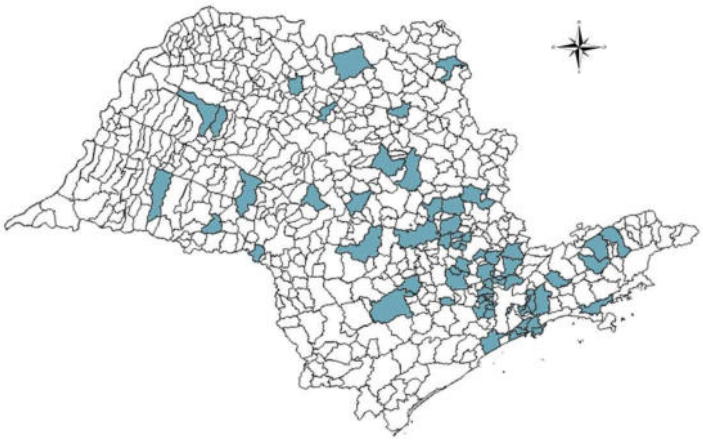


Fig. 1 Municípios de médio porte do estado de São Paulo definidos para análise a partir de dados do Censo 2022

2.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia, de caráter exploratório e descritivo, permite analisar o conteúdo dos planos de mobilidade urbana quanto à inserção de temas que interferem na política de mobilidade urbana das cidades de médio porte do estado de São Paulo.

O processo de avaliação dos Planos Diretores de Mobilidade e Transportes (PlanMob) adota os princípios de uma avaliação "ex-post", onde o documento do PlanMob é disponibilizado para análise após sua conclusão e aprovação no município (Oliveira, 2011; Rupprecht Consult, 2019). A estrutura de avaliação do conteúdo dos PlanMob adota as seguintes etapas: i) pesquisa documental para a obtenção dos planos diretores de mobilidade urbana, ii) definição dos parâmetros de análise dos planos diretores, e iii) avaliação dos documentos (leis e anexos).

A primeira etapa, intitulada pesquisa documental, visa obter o PlanMob de cada município. A consulta deve ser realizada no site oficial da prefeitura municipal ou na secretaria responsável pelo seu monitoramento. O plano, se aprovado legalmente no município, também pode ser obtido no sítio eletrônico da Câmara Municipal.

A segunda etapa refere-se à definição dos parâmetros de análise do conteúdo dos PlanMob. Neste artigo, é adotada a definição proposta por Magagnin (2023), que sugere a adoção de três critérios: i) caracterização geral do plano; ii) atendimento ao conteúdo mínimo presente no artigo 24 da Lei Federal Nº 12.587/2012; e iii) outros temas aderentes à política de mobilidade urbana municipal, mas não incorporados na lei de mobilidade urbana.

A caracterização geral do plano é compreendida por informações que permitem identificar: a disponibilidade e facilidade de acesso da lei, o ano de aprovação, o instrumento normativo que aprovou o plano (lei complementar, lei ordinária, decreto ou portaria), o número de artigos, a presença de anexos e o formato do documento. A análise detalhada do plano permite verificar atendimento ao conteúdo mínimo presente no artigo 24 da Lei Federal Nº 12.587/2012, além de outros temas importantes para a análise da política de mobilidade urbana municipal, conforme documentos publicados pela Secretaria de Mobilidade Urbana, órgão que rege a política brasileira de mobilidade urbana (Tabela 1).

Tabela 1 Temas para avaliação do PlanMob

Temas extraídos do artigo 24 da Lei Federal Nº 12.587/2012	Outros temas prioritários
Princípios	Tipos de serviços de transporte público coletivo
Objetivos	Priorização do transporte coletivo
Diretrizes	Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano
Serviços de transporte público coletivo	Serviços de transporte individual motorizado
Áreas de estacionamentos públicos e privados	Tipos de serviços de transporte individual motorizado
Circulação viária em condições seguras e humanizadas	Transporte escolar
Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé	Integração da mobilidade com o planejamento e ordenação do solo urbano
Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas	Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação
Acessibilidade Universal	Relatório ou estudo de Impacto de Trânsito
Integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados	Relatório ou estudo de Impacto Ambiental
Transporte de carga	Relatório ou estudo de Impacto de Vizinhança
Polos geradores de viagens	Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural
Áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada	Estruturação institucional
Instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado	
Revisão do PlanMob	

Obs. Os outros temas prioritários foram extraídos de um documento orientador, elaborado pela SeMob, para a elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade e Transportes. Dentre os assuntos, ele traz uma extensa lista de tópicos (destacados por porte de cidade) fundamentais para que os municípios possam incluir nas discussões municipais e incorporar nos respectivos planos de mobilidade (BRASIL, 2015).

A terceira etapa corresponde à análise dos PlanMob e utiliza a técnica de análise de conteúdo, na qual a identificação de um tema na lei é realizada por meio de uma conferência da existência ou não do item no corpo da lei (Bardin, 1977; Stephan, 2005; Magagnin, 2014; Carneiro, 2018). Adota-se como unidade de análise o termo 'item' e não o 'artigo' da lei (Stephan, 2005, p. 177). O conteúdo sobre determinado tema é identificado utilizando-se de palavras-chave, técnica conhecida como Análise Léxica (Bardin, 1977). Assim, as respostas devem permitir aferir se o conteúdo analisado está citado ou não no plano. Em alguns casos, deve-se identificar a data da informação (prazos legais) ou a descrição da informação (por exemplo, tipo de lei - ordinária, decreto), entre outras informações. Caso um conteúdo não seja identificado ou não esteja claro, é considerado como inexistente ou não identificado.

A coleta de dados dos PlanMob foi realizada até o dia 14 de março de 2023, e a respectiva análise ocorreu até o mês de maio de 2023. O conteúdo dos planos foi analisado de forma individual, por plano, para obter dados específicos da lei ou do anexo, e de forma global, o que permitiu identificar o perfil de mobilidade dos planos das cidades de médio porte paulistas. Essa análise é realizada de forma manual, pela leitura e identificação dos principais termos (palavras-chave) associados a cada parâmetro avaliado. Neste artigo, é apresentada apenas parte dos resultados. Também não há um detalhamento da análise; ou seja, foi identificada apenas a presença da palavra-chave ou termo no documento, independentemente de ela estar no corpo da lei ou em seu anexo (no preâmbulo teórico, na parte de diagnóstico ou prognóstico). Em função do caráter exploratório e descritivo deste artigo, não foram

utilizadas correlações estatísticas entre os diversos temas analisados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das páginas oficiais dos Municípios, das Câmaras Municipais ou do site Legislação Municipal, identificou-se que, das 71 cidades médias analisadas, apenas 49 municípios (69%) possuem um plano de mobilidade urbana aprovado, seja por Lei Ordinária, Lei Complementar ou Decreto Municipal. Dos municípios analisados, 17 planos (23,9%) foram aprovados por meio de Lei Complementar, 26 planos (36,6%) por meio de Lei Ordinária e 6 planos (8,5%) por Decreto Municipal. Outros 22 municípios (31%) ainda não aprovaram seus respectivos PlanMob. Estratificando esses municípios por faixa de população, eles são compreendidos por 14 cidades com população entre 100.001 e 200.000 hab., 7 cidades entre 200.001 e 300.000 hab., e uma cidade na faixa de 300.001 a 400.000 hab. Dentre esses municípios, apenas Araras, Barretos e Ourinhos, não tiveram informações identificadas sobre o desenvolvimento do Plano de Mobilidade Urbana. O plano de mobilidade de Marília encontra-se na Câmara Municipal em trâmite para aprovação. O município de Jacareí está com as audiências públicas suspensas por determinação judicial. Os demais municípios encontram-se em processo de elaboração dos PlanMob.

Quanto à publicidade dos documentos e informações produzidos sobre os planos de mobilidade urbana, a análise mostra que, assim como ocorre com os planos diretores municipais, nem todos os municípios disponibilizam esses planos em locais (no sítio eletrônico da prefeitura municipal) de fácil acesso à população. Alguns planos encontram-se disponíveis nas páginas das secretarias de Mobilidade ou Transportes, outros estão alocados no item Legislação das páginas das prefeituras. Há ainda planos que só foram localizados no site das Câmaras Municipais e outros no site Legislação Municipal. Além disso, nem sempre há informações complementares sobre as etapas de diagnóstico e prognóstico dos planos.

Quanto ao documento aprovado, a maioria dos planos de mobilidade (43,7%) é compreendida apenas pela Lei, sem outro documento complementar. Além disso, 19,7% dos PlanMob são compostos pela Lei e Anexos, e 5,6% compreendem Lei e Caderno Técnico.

Em relação ao ano de aprovação dos planos de mobilidade urbana, os dados revelam que apenas o município de Piracicaba (1,4% dos planos) aprovou o PlanMob antes da aprovação da lei de mobilidade urbana. Quanto ao atendimento do prazo legal instituído estabelecido na Lei Federal Nº 12.587/2012, e considerando as alterações ocorridas nos anos de 2018, 2019 e 2020, pode-se afirmar que a maioria cumpriu essa exigência após as alterações de prazo definidas na lei (Figura 2). A maioria dos planos foi aprovada a partir de 2014, com uma grande concentração no ano de 2019, prazo máximo definido pela Lei Federal Nº 13.683/2018, que alterou o prazo para a elaboração dos PlanMob definido pela Lei Federal Nº 12.587/2012. A última alteração da lei ocorreu em 2020, com a promulgação da Lei Federal Nº 14.000/2020. Nesta alteração, os municípios com população acima de 250.000 hab. teriam até 12 de abril de 2022 para aprovar seus PlanMob, enquanto os municípios com população até 250.000 hab. tinham o prazo até 12 de abril de 2023. Diante deste cenário, 22 cidades médias ainda não cumpriram essa exigência legal.

Em relação ao formato de apresentação do documento, a Lei Federal Nº 12.587/2012 apenas define os temas e o conteúdo mínimo que o plano deve atender. Todos os planos de mobilidade apresentam o conteúdo do documento no formato de lei. No entanto, a análise

da lei que aprovou os 49 PlanMob vigentes revela que o número de artigos que compõem essas leis municipais varia significativamente. Foram identificados planos com 2 artigos até 134 artigos (até 10 artigos - 15 planos, 11 a 30 artigos - 14 planos, 31 a 50 artigos - 6 planos, 51 a 90 artigos - 8 planos e acima de 91 artigos - 6 planos). O número de artigos não tem relação direta com o porte do município, mas sim com a forma como o município definiu apresentar os princípios, diretrizes e objetivos pertencentes a política de mobilidade urbana de acordo com a sua realidade. Alguns documentos trazem um maior detalhamento do conteúdo apresentado no formato de lei, enquanto outros apresentam esse detalhamento em um documento anexo ao plano. Este anexo é, muitas vezes, o caderno técnico do plano, que contém informações teóricas sobre mobilidade urbana, além do diagnóstico e prognóstico do município, incluindo temas aderentes à mobilidade urbana da cidade.

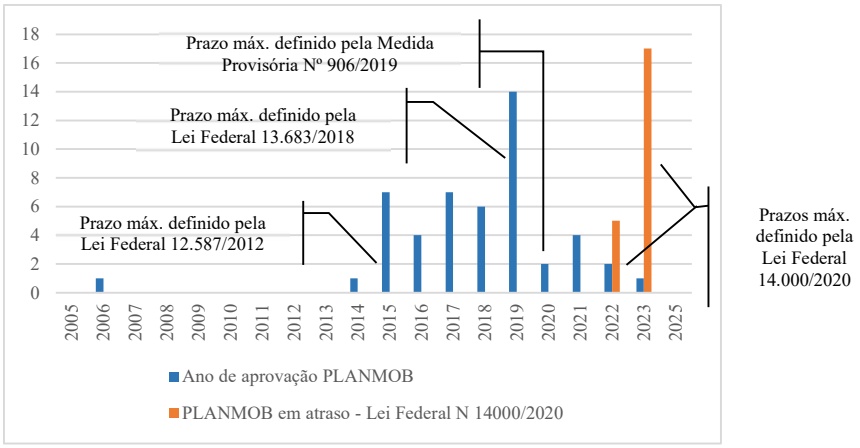


Fig. 2 Ano de aprovação dos PlanMob das cidades médias paulistas

A análise do conteúdo dos PlanMob revelou que, dentre os 28 temas analisados nos planos de mobilidade urbana, os 5 itens mais identificados foram: *Serviços de transporte público* coletivo; *Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé;* e *Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas* (1ª posição); *Circulação viária em condições seguras e humanizadas e Acessibilidade Universal* (2ª posição); *Priorização do transporte coletivo e Tipos de serviços de transporte público coletivo* (3ª posição); *Revisão do PlanMob* (4ª posição); e *Diretrizes da PNMU* e *Transporte de Carga* (5ª posição). Com exceção do tema *Tipos de Serviços de transporte público coletivo*, os demais temas fazem parte do conteúdo mínimo a ser incorporado nos planos de mobilidade urbana, conforme definido pela Lei Federal Nº 12.587/2012 (Tabela 2).

Os temas que aparecem nas três primeiras colocações no ranking estão relacionados às diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável, que visa dar prioridade à utilização "dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado", para melhorar a "acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do Município" (Brasil, 2012).

Embora, grande parte das cidades médias paulistas tenha incorporado na matriz de deslocamentos o modo a pé, o uso da bicicleta e do transporte coletivo, essa temática ainda é importante devido ao uso predominante do transporte individual motorizado (automóvel e motocicleta) e aos problemas de infraestrutura viária enfrentados por muitos usuários. A falta de acessibilidade universal em muitos espaços urbanos e a ausência de infraestrutura adequada para os deslocamentos utilizando modos de transportes mais sustentáveis

comprometem a equidade no uso do espaço urbano e a segurança das pessoas.

Tabela 2 Incidência e respectivo ordenamento dos temas que compõem a política de mobilidade urbana dos PlanMob das cidades de médio porte paulista

Temas	Temas incluídos nos PlanMob					
	100 mil[1]	200 mil[2]	300 mil[3]	400 mil[4]	Total[5]	
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	Ordem
*Princípios	24(63,2)	6(40,0)	8(72,7)	5(71,4)	43(60,6)	**6**
*Objetivos	24(63,2)	6(40,0)	8(72,7)	5(71,4)	43(60,6)	**6**
*Diretrizes	24(63,2)	5(33,3)	9(81,8)	6(85,7)	44(62,0)	**5**
Tipos de Serviços de transporte público coletivo	23 (60,5)	6(40,0)	10(90,9)	7(100,0)	46(64,8)	**3**
*Serviços de transporte público coletivo	24(63,2)	7(46,7)	10(90,9)	7(100,0)	48(67,6)	**1**
Priorização do transporte coletivo	24(63,2)	6(40,0)	9(81,8)	7(100,0)	46(64,8)	**3**
Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano	10(26,3)	6(40,0)	5(45,5)	4(57,1)	25(35,2)	**13**
Tipos de serviços de transporte individual motorizado	14(36,8)	5(33,3)	5(45,5)	5(71,4)	29(40,8)	**11**
Serviços de transporte individual motorizado	14(36,8)	5(33,3)	6(54,5)	5(71,4)	30(42,3)	**10**
Transporte Escolar	7(18,4)	2(13,3)	3(27,3)	5(71,4)	17(23,9)	**14**
Integração da mobilidade com o planejamento e ordenação do solo urbano	23(60,5)	4(26,7)	8(72,7)	6(85,7)	41(57,7)	**7**
Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação	20(52,6)	5(33,3)	5(45,5)	6(85,7)	38(53,5)	**9**
*Áreas de estacionamentos públicos e privados	20(52,6)	7(46,7)	6(54,5)	6(85,7)	41(57,7)	**7**
*Circulação viária em condições seguras e humanizadas	24(63,2)	7(46,7)	10(90,9)	6(85,7)	47(66,2)	**2**
*Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé	24(63,2)	6(40,0)	10(90,9)	7(100,0)	48(67,6)	**1**
*Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas	24(63,2)	6(40,0)	10(90,9)	7(100,0)	48(67,6)	**1**
*Acessibilidade Universal	23(60,5)	8(53,3)	10(90,9)	7(100,0)	47(66,2)	**2**
*Integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados	20(52,6)	5(33,3)	8(72,7)	6(85,7)	39(54,9)	**8**
*Transporte de Carga	22(57,9)	8(53,3)	8(72,7)	6(85,7)	44(62,0)	**5**
*Polos geradores de viagens	17(44,7)	4(26,7)	4(36,4)	3(42,9)	29(40,8)	**11**
Relatório ou estudo de Impacto de Trânsito	5(13,2)	2(13,3)	1(9,1)	1(14,3)	9(12,7)	**15**
Relatório ou estudo de Impacto Ambiental	1(2,6)	1(6,7)	0(0,0)	0(0,0)	2(2,8)	**18**
Relatório ou estudo de Impacto de Vizinhança	4(10,5)	1(6,7)	1(9,1)	0(0,0)	6(8,5)	**17**
*Áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada	10(26,3)	6(40,0)	5(45,5)	5(71,4)	26(36,6)	**12**
*Instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado	21(55,3)	3(20,0)	3(27,3)	2(28,6)	29(40,8)	**11**
Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural	2(5,3)	1(6,7)	2(18,2)	3(42,9)	8(11,3)	**16**
Estruturação institucional	4(10,5)	0(0,0)	1(9,1)	1(14,3)	6(8,5)	**17**
*Revisão do PlanMob	24(63,2)	7(46,7)	9(81,8)	7(100,0)	45(63,4)	**4**

Legenda:
* - Temas mínimos extraídos da Lei Federal Nº 12.587/2012.
Obs 1. Total de municípios pertencentes a essa classe: 38 municípios, dos quais 14 ainda não aprovaram o PlanMob.
Obs 2. Total de municípios pertencentes a essa classe: 15 municípios, dos quais 7 ainda não aprovaram o PlanMob.
Obs 3. Total de municípios pertencentes a essa classe: 11 municípios, sendo que 1 ainda não aprovou o PlanMob.
Obs 4. Total de municípios pertencentes a essa classe: 7 municípios, e todos aprovaram o PlanMob.
Obs 5. Os cálculos foram realizados utilizando o número total de municípios avaliados no estado, por classe ou total.

Fonte: Magagnin, 2023.

Em relação ao tema transporte público, a análise dos planos incorporou a presença de diretrizes gerais para o sistema de transporte público coletivo nos município. Os resultados confirmaram que, mesmo em municípios com população entre 100 mil e 250 mil habitantes, essa temática foi relevante, pois esse serviço pode estar em formação ou em consolidação

(Brasil, 2015). O *Tipo de serviço de transporte público coletivo* mais identificado nos PlanMob analisados foi o sistema por ônibus (46 planos, 93,8%).

Oferecer infraestrutura adequada para os deslocamentos urbanos (modo a pé, por bicicleta e transporte coletivo) contribui para tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, alinhadas aos objetivos globais da Agenda 2030 da ONU. Além disso, garantir segurança e autonomia para que todas as pessoas possam utilizar os espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, assim como as edificações e os sistemas de transporte, independentemente de sua condição física, visual, auditiva ou mental, é um princípio presente no Decreto Federal Nº 5.296/2004 e na Lei Federal Nº 12.587/2012 (Brasil, 2004; Brasil, 2012).

O inciso XI do artigo 24 da Lei Federal Nº 12.587/2012 estabelece que os planos de mobilidade urbana precisam ser avaliados e atualizados periodicamente, pois a cidade é dinâmica e está em constante mudança. A lei define um prazo máximo de 10 anos para essa revisão. A análise permitiu identificar que, dos 71 municípios analisados (49 planos existentes), a maioria inclui esse item no conteúdo do plano. Do total analisado, 42 planos (59,1%) definiram um prazo entre 4 e 10 anos, 3 planos (4,2%) definiram outro período de análise, e em 4 planos (5,6%) essa informação não pôde ser identificada.

O tema *Transporte de Carga* ficou na 5ª posição no ranking geral. Presente em 44 planos, a falta de uma política que gerencie e organize esse sistema no município pode interferir negativamente no aumento dos deslocamentos e na capacidade de distribuição de mercadorias. Assim, o plano de mobilidade urbana deve contemplar o disciplinamento desse modo de transporte por meio das "operações associadas (carga e descarga, estacionamento, rotas), para evitar problemas na circulação viária e mitigar impactos ambientais (vibrações, ruído, contaminação do ar, contaminação do solo, resíduos sólidos e líquidos, acidentes com cargas perigosas)" (Brasil, 2015, p. 181).

Por outro lado, os 5 temas menos identificados nos PlanMob foram: Relatório ou Estudo de Impacto Ambiental (2,8%), Relatório ou Estudo de Impacto de Vizinhança (8,5%), Estruturação institucional (8,5%), Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural (11,3%), Relatório ou estudo de Impacto de Trânsito (12,7%) e Transporte Escolar (23,9%), Tabela 2. Esses temas, embora relevantes para a dinâmica do município, não foram considerados prioritários na política de mobilidade urbana municipal de muitos municípios paulistas. Três desses temas estão relacionados ao impacto na infraestrutura de mobilidade urbana decorrente da implantação de empreendimentos que possam gerar externalidades negativas onde forem implantados e estão associados ao tema Polo Gerador de Viagem (Relatório ou Estudo de Impacto Ambiental, Relatório ou Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório ou Estudo de Impacto de Trânsito).

Outro tema não incorporado pelos planos analisados diz respeito à disponibilização de infraestrutura e serviços para a área rural. Embora o percentual de residentes na área rural dos municípios analisados seja menor em comparação com a área urbana, essa população deveria usufruir dos mesmos benefícios. Dessa forma, disponibilizar infraestrutura para escoar os produtos gerados nessas áreas e permitir que as pessoas se desloquem para a área urbana para realizar as atividades cotidianas, inclusive escolares, é proporcionar equidade de oportunidades para todos, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Em relação ao transporte escolar, apesar de regulamentado por legislação municipal

específica, este tema deveria estar inserido nos planos de mobilidade como parte das diretrizes municipais para os deslocamentos das crianças até a escola. Esse tema não está associado apenas à inclusão do gerenciamento do transporte escolar no município, seja no formato individual ou por fretamento, mas também a definição de uma proposta que se vincule à política pública municipal para a implantação de segurança no entorno das áreas escolares. Isso inclui a definição de rotas escolares seguras, realizada por meio da identificação e proposição de trajetos casa-escola, de modo a permitir que os estudantes residentes no entorno escolar possam utilizar modos não motorizados para esses deslocamentos.

Além dos temas propostos para avaliação neste artigo, pode-se observar a ausência de outros temas que podem influenciar a mobilidade urbana das cidades contemporâneas, como as novas tecnologias associadas à implantação de sistemas e serviços de mobilidade nas cidades, onde se aplica o conceito de Smart City e Smart Mobility. Esses temas não foram mencionados nos PlanMob analisados. Dentre esses serviços destacam-se: serviços de transporte público (aplicações de navegação, definição de rotas, reserva e emissão de bilhetes, fornecendo, por exemplo, informações em tempo real, sobre horários e rotas de transporte), partilha e aluguel de veículos para percorrer curtas distâncias, MaaS (Mobility as a Service), Mobility-on-Demand, sistemas de transporte autônomos, serviços de mobilidade inteligente nos transportes de mercadorias e logística, e drones e mobilidade aérea de baixa altitude (Martins, 2022, p. 21).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação da Política Nacional de Mobilidade Urbana representou um avanço significativo para o planejamento dos municípios. No entanto, a avaliação dos planos de mobilidade urbana das cidades de médio porte do estado de São Paulo evidenciou uma lacuna entre os temas efetivamente implantados nos PlanMob e aqueles indicados na Política Nacional de Mobilidade Urbana e em outros documentos elaborados pela SeMob.

Os cinco temas mais recorrentes nos 49 planos analisados estão associados à implantação e manutenção de infraestrutura adequada aos modos de transporte coletivo motorizado e para os modos individuais não motorizados, sendo fundamentais para a implantação de uma política de desenvolvimento sustentável. Oferecer infraestrutura adequada aos modos de transporte mais sustentáveis, incorporando segurança, princípios de acessibilidade universal e humanização no trânsito, contribui para tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, alinhando-se assim aos objetivos globais da Agenda 2030 da ONU.

A avaliação dos PlanMob das cidades de médio porte do estado de São Paulo revela que ainda existem muitos desafios para implementar a política de mobilidade urbana nos municípios brasileiros. No entanto, essa avaliação abre várias possibilidades para pesquisas futuras. Primeiramente, é importante investigar as razões pelas quais 21 municípios ainda não haviam aprovado seus planos de mobilidade urbana até o período da pesquisa, identificando barreiras políticas, administrativas ou financeiras que possam estar impedindo esse avanço. Além disso, o refinamento da metodologia de avaliação dos PlanMob, com maior detalhamento dos elementos analisados, é essencial para entender melhor as especificidades e lacunas presentes nos planos. A ausência de temas relacionados ao uso de novas tecnologias indica uma área promissora para futuros estudos, especialmente em cidades de maior porte, onde a aplicação de tecnologias inovadoras pode ter um impacto significativo na mobilidade urbana. Futuras pesquisas podem explorar como as grandes

cidades estão incorporando tecnologias emergentes, como sistemas de transporte autônomos e soluções de mobilidade inteligente, e avaliar como essas inovações podem ser adaptadas e aplicadas em cidades de médio porte para melhorar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de transporte. Essas investigações não apenas contribuirão para uma compreensão mais abrangente dos desafios e avanços na mobilidade urbana, mas também fornecerão informações valiosas para a formulação de políticas mais eficazes e adaptáveis às necessidades específicas de diferentes contextos urbanos.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

6 REFERÊNCIAS

Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, 15 (2), 73-80.

Bardin, L. (1977) **Análise de Conteúdo**. Edições 70. Lisboa.

Brasil. (2004) Decreto Federal Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

Brasil. (2012) **Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.** Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

Brasil. (2013) **Planejamento em mobilidade urbana: projeto diálogos setoriais**. Ministério das Cidades. Brasília.

Brasil. (2015) **PlanMob - Construindo a cidade sustentável**. Caderno de referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. SeMob. Ministério das Cidades.

Canitez, F.; Alpkokin, P. e Kiremitci, S. T. (2020) Sustainable urban mobility in Istanbul: Challenges and prospects, Case Studies. **Transport Policy**. 8(4), 1148-1157.

Carneiro, F. de M. (2018) **Análise de planos de mobilidade urbana sob a ótica da segurança no trânsito**. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasília.

Carvalho, C. H. R. (2016) **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília.

Cheba, K. e Saniuk, S. (2016) Urban mobility – identification, measurement and evaluation. **Transportation Research Procedia**. 14. p. 1230-1239.

Cortizo, G. L. (2018) **Análise da implementação da Política Nacional de Mobilidade por meio dos seus instrumentos**. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasília, DF.

Gomide, A. de Á.; Carvalho, C. H. R. de; Pereira, R. H. M.; Lima Neto, V. C. e Galindo, E. P. (2012) **A nova lei de diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Comunicados do Ipea 128. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

Gudmundsson, H. e Höjer, M. (1996) Sustainable development principles and their implications for transport. **Ecological Economics**, 19, 269-282.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2022) **Censo de 2022**.

Litman, T. e Laube, F. (2002) Automobile dependence and economic development. **Victoria Transport Policy Institute**. GTZ Transport and Mobility Group.

Magagnin, R. C. (2008) **Sistema de Suporte à Decisão na internet para o planejamento da Mobilidade Urbana**. Tese (Doutorado em Transportes). Universidade de São Paulo, São Carlos.

Magagnin, R. C. (2012) A questão da mobilidade urbana nos Planos Diretores municipais do Estado de São Paulo: Estudo de caso preliminar sobre as cidades de médio portes paulistas. In: **Anais ...** V Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS 2012: Reabilitar o Urbano. Brasília: UNB, v. 1. p. 1-12.

Magagnin, R. C. (2014) Os Planos Diretores Municipais do Estado de São Paulo e a questão da Mobilidade Urbana: Estudo de caso sobre algumas cidades de médio porte paulista. **Relatório de Pesquisa Regular FAPESP.**

Magagnin, R. C. (2023) **O planejamento da mobilidade urbana na cidade contemporânea: algumas contribuições sobre as cidades de médio porte do estado de São Paulo**. Tese (Livre docência). Universidade Estadual Paulista - UNESP. Bauru.

Martins, C. M. H. (2022) **Mobilidade Urbana Inteligente.** Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação). Universidade do Minho. Portugal.

Oliveira, G. M. de e Rodrigues da Silva, A. N. (2015) Desafios e perspectivas para avaliação e melhoria da mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo de municípios brasileiros. **Transportes**. 23(1), 59-68.

Oliveira, V. M. A. de. (2011) **Avaliação em planeamento urbano**. UPorto editorial.

Rupprecht Consult (editor). (2019) **Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan**. Second Edition,

Semob. (2023) **Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana.** Ministério das Cidades. Disponível em <https://antigo.mdr.gov.br/informativos-semob/233-secretaria-nacional-de-transporte-e-da-mobilidade/planejamento-da-mobilidade-urbana/4398-levantamento-sobre-a-situacao-dos-planos-de-mobilidade-urbana-nos-municipios-brasileiros> Acessado em 05/05/2024

Sposito, M. E. B. (2004) Novos conteúdos nas periferias urbanas das cidades médias do Estado de São Paulo, Brasil. **Invest. Geog** [online]. n. 54, 114-139.

Stephan, I. I. C. (2005) **A aplicação dos planos diretores e leis de controle do uso e ocupação do solo em cidades de médio porte demográfico, em Minas Gerais, no período 1988-1998**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo.

O PLANO DE MOBILIDADE URBANA DO MUNICÍPIO DE FRANCA/SP: ASPECTOS DISSONANTES DO CONTEÚDO DA LEI PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA POLÍTICA MUNICIPAL VOLTADA AOS MODOS DE TRANSPORTES MAIS SUSTENTÁVEIS

B. M. Pinto, R. C. Magagnin

RESUMO

Este artigo visa identificar se o Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Franca/SP adota os princípios da sustentabilidade ao abordar temas que favorecem a mobilidade e acessibilidade urbanas, promovendo equidade nos deslocamentos. A metodologia empregada avalia o plano em duas etapas: caracterização geral e análise do conteúdo do documento a partir de 23 temas. Os resultados mostram que 82,6% dos temas foram incorporados no PlanMob, sendo que no corpo da lei foram identificados 39,1% dos temas e no anexo 78,2%, evidenciando conteúdos distintos, mas complementares, entre a lei e seu anexo. Entretanto, observa-se que apenas 26,0% dos temas foram de fato incorporados e não apenas mencionados na lei. A falta de correlação entre o corpo da lei e seu documento complementar dificulta a implementação de uma política pública municipal de mobilidade urbana, uma vez que não há um alinhamento entre seus instrumentos.

1 INTRODUÇÃO

Proporcionar uma mobilidade urbana mais equitativa e acessível é um desafio enfrentado por muitas cidades brasileiras. O aumento do transporte individual no país cria grandes desafios para os gestores públicos de transporte, que precisam planejar políticas para mitigar as externalidades negativas dos transportes individuais motorizados e desenvolver sistemas de transporte alinhados ao desenvolvimento sustentável (IPEA, 2016).

O conceito de sustentabilidade, originado no Relatório de Brundtland de 1987 (WCED, 1987), integra diversas áreas do conhecimento, incluindo a mobilidade urbana. A partir deste conceito, a mobilidade urbana pode ser definida como um atributo relacionado aos deslocamentos realizados pelos indivíduos nas suas atividades, nesse contexto as cidades desempenham um papel crucial ao criar condições adequadas de mobilidade para as pessoas (Brasil, 2006). A mobilidade sustentável vai além da implementação de medidas de transportes, exige ações em diferentes frentes, como: a redução e substituição de viagens; incentivo aos modos de transportes mais sustentáveis; desestímulo do uso do automóvel; e medidas visando a redução das distâncias (Banister, 2008). De maneira geral, o transporte sustentável deve buscar equilibrar o desenvolvimento econômico, social e ambiental atual e de gerações futuras. Acredita-se que os padrões de tráfego e transporte atuais não são sustentáveis a longo prazo, uma vez que as suas externalidades negativas ainda prevalecem sobre seus valores sociais e econômicos (Steg e Gifford, 2005).

Para combater a lógica do uso massivo do transporte individual motorizado, as políticas públicas devem priorizar o transporte público e o não motorizado em detrimento do transporte individual motorizado. Isso implica em adotar medidas de compensação pelas externalidades produzidas pelos usuários de motocicletas e automóveis, onerando principalmente o uso e a propriedade desse tipo de transporte (taxação da gasolina, propriedade e seguro dos veículos, assim como o uso do espaço urbano), enquanto se adotam medidas de barateamento e estímulo ao uso do transporte público, como a implantação de faixas e corredores exclusivos para ônibus e redução do seu custo via diminuição de tributos e financiamento extra tarifário da operação dos serviços (IPEA, 2016). Estas estratégias requerem um desenvolvimento contínuo, com planejamento integrado e sustentável (EURFORUM, 2007).

Apesar dos esforços realizados na área de mobilidade urbana, ainda há desafios a serem superados, especialmente no que diz respeito à definição de políticas públicas e sua implementação (EURFORUM, 2007). No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), apresenta princípios, diretrizes e objetivos com o intuito de guiar a construção da mobilidade urbana sustentável nos municípios brasileiros, além disso, a promulgação da lei que institui as diretrizes da PNMU (Lei Federal N° 12.587/2012) fornece a segurança jurídica necessária para sua implementação. A PNMU iniciou em 2003, com a implantação do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional do Transporte e da Mobilidade Urbana - SeMob. Nove anos depois foi instituída a lei de mobilidade urbana, Lei Federal N° 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que tornou obrigatório o desenvolvimento de planos de mobilidade urbana como instrumento para efetivação da PNMU nos municípios brasileiros (Brasil, 2015).

O plano diretor de mobilidade urbana é um instrumento que permite aos governos municipais implementar diretrizes para a efetivação da política de mobilidade urbana sustentável em seu território. Este plano, além de incorporar princípios e diretrizes da mobilidade urbana (artigos 5° e 6°, respectivamente) deve garantir às pessoas e cargas um acesso amplo e democrático à cidade. Seu desafio é integrar as questões de transporte, trânsito e planejamento urbano, relacionando a elas instrumentos de controle urbano, uso e ocupação do solo, controle ambiental, desenvolvimento econômico e inclusão social (Brasil, 2015).

Um plano de mobilidade efetivo é produto e ferramenta do planejamento sistêmico da mobilidade no município, ele agrega os instrumentos de promoção da acessibilidade à cidade e os princípios de desenvolvimento sustentável (Brasil, 2013). A lei de mobilidade urbana (Brasil, 2012) apresenta no Art. 24 uma série de elementos que o plano de mobilidade urbana deve contemplar, com os princípios, objetivos e diretrizes da política, estes elementos são apresentados com o intuito de guiar a produção dos planos de maneira que contemple de forma efetiva a construção da mobilidade urbana sustentável.

A partir do preceito de que o plano de mobilidade urbana deveria ser o instrumento para a efetivação da política de mobilidade sustentável, é necessário avaliar se os princípios, objetivos e diretrizes desenvolvidos pela PNMU estão se concretizando nos planos de mobilidade dos municípios, uma vez que é responsabilidade deles desenvolver esta legislação. Neste estudo foi avaliado o caso do Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Franca (PlanMob de Franca) e sua incorporação dos temas abordados na PNMU, com parâmetros relacionados aos transportes mais sustentáveis, onde foi possível identificar diversos aspectos dissonantes na lei.

2 OBJETIVO

Este artigo visa identificar se o Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Franca/SP incorpora os princípios da sustentabilidade, a partir da inserção de temas que contribuem para a mobilidade e acessibilidade das pessoas no município.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada é exploratória e descritiva, e permite avaliar o conteúdo da lei municipal que instituiu o plano de mobilidade no município a partir de um rol de indicadores, propostos por Magagnin (2023), que contemplam os conteúdos mínimos exigidos pela Lei Federal N° 12.587/2012 e outros temas que impactam os deslocamentos urbanos (Tabela 1).

Tabela 1 Etapas e parâmetros de análise do plano de mobilidade

Etapas de análise	Parâmetros
Caracterização geral	Disponibilidade e facilidade de acesso.
	Ano de aprovação.
	Instrumento normativo.
	N° de artigos.
	Presença de anexos e formato do documento.
Análise do conteúdo do documento a partir de temas	1 Princípios da PNMU.
	2 Objetivos da PNMU.
	3 Diretrizes da PNMU.
	4 Integração da mobilidade com o planejamento e ordenação do solo urbano.
	5 Circulação viária - Segurança e humanização.
	6 Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação.
	7 Implantar e qualificar as calçadas e áreas de circulação a pé.
	8 Criar condições adequadas à circulação de ciclistas.
	9 Acessibilidade universal.
	10 Transporte público coletivo.
	11 Tipos de serviço de transporte público coletivo.
	12 Priorização do transporte coletivo.
	13 Política tarifária.
	14 Integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados.
	15 Serviços de transporte individual motorizado.
	16 Tipos de serviços de transporte individual motorizado.
	17 Áreas de estacionamento, públicos e privados.
	18 Instrumentos para o desestímulo ao transporte individual motorizado.
	19 Relatório ou estudo de impacto de trânsito.
	20 Relatório ou estudo de impacto ambiental.
	21 Relatório ou estudo de impacto de vizinhança.
	22 Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para área rural.
	23 Sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do plano de mobilidade urbana.

Para esta análise foi realizado um recorte da metodologia proposta por Magagnin (2023), foram selecionados apenas os temas diretamente ligados aos transportes que contribuem para a mobilidade urbana sustentável. A avaliação destes temas ocorreu através da técnica de análise de conteúdo, onde a identificação de um tema na lei é realizada por meio de uma

conferência manual da existência ou não do item no corpo da lei, ou em seu anexo. Os resultados permitiram aferir a localização do tema no texto e a abordagem do tema, conforme a classificação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 Análise dos temas no plano de mobilidade

Avaliação dos temas			
Tópico geral	**Parâmetro a ser avaliado**		**Tipo de resposta**
Localização do tema no texto*	Corpo da lei		Citar artigos - Artigos 1 ao 10.
	Anexo I	Referencial Teórico Geral	Citar os itens - Itens 1 ao 3.
		Diagnóstico	Citar os itens - Itens 4 ao 6.
		Prognóstico	Citar os itens - Itens 8 ao 9.
Abordagem do tema	Não cita		O item não está presente.
	Cita parcialmente		Apresenta subtemas relacionados.
	Referência outra lei		Apresenta o tema a partir da referência de outra lei.
	Cita		Apresenta o tema.
	Cita e descreve em detalhe		Apresenta o tema, estando presente no Diagnóstico e no Corpo da lei e/ou Prognóstico (Simultaneamente).

Obs.: O item 7 não foi considerado por se tratar dos procedimentos metodológicos do plano e o item denominado "Considerações finais" também não foi considerado para essa classificação.

4 O MUNICÍPIO DE FRANCA E A MOBILIDADE URBANA

O município de Franca foi elevado à condição de cidade em 1856 e está localizado no extremo nordeste do estado de São Paulo (Brasil) (Figura 1). Segundo o último censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a cidade possui um total de 352.536 habitantes (IBGE, 2024), é um município majoritariamente urbano, em 2020 a população urbana representava 98,2% da população total da cidade (SEADE, 2020).

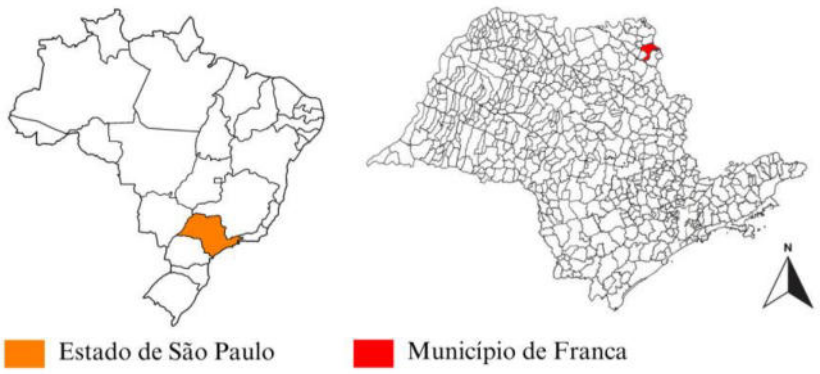


Fig. 1 Localização do município de Franca no Brasil e no estado de São Paulo

De acordo com estudos realizados por David e Garrefa (2021) sobre a produção do solo urbano em Franca, constatou-se que o espaço urbano do município é caracterizado por uma estrutura fragmentada. Essa configuração do espaço urbano, do ponto de vista da mobilidade urbana, resulta em um aumento nos custos com transportes à medida que a população se distancia do núcleo principal, onde estão concentrados os comércios e serviços. Isso evidencia a falta de sustentabilidade desse modelo de urbanização.

Com o intuito de desenvolver um panorama da situação dos transportes de Franca é apresentada a frota da cidade (Figura 2). É possível notar um crescimento constante na frota veicular, em especial dos modos de transportes individuais motorizados, no município. Entre os anos de 2001 e 2010 o índice de crescimento da frota de motos foi de 177,5%, comparado com 51,1% de crescimento da frota de automóveis no mesmo período. Após este período, entre 2010 e 2022 a taxa de crescimento das duas categorias de veículos individuais se manteve próxima, com os automóveis crescendo 55,8% e as motocicletas 46,1%. Durante os mesmos períodos os ônibus obtiveram um crescimento de 47,9% entre os anos de 2001 e 2010 e 27,1% entre os anos de 2010 e 2022 (SENATRAN, 2024).

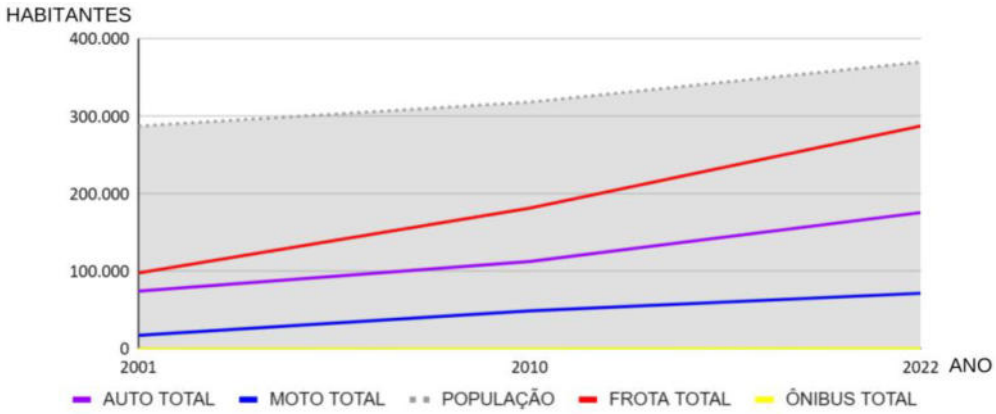


Fig. 2 Frota de Franca no período de 2001 a 2022

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir de 2012, com a promulgação da lei de mobilidade urbana (Lei Federal 12.587/2012), tornou-se obrigatório, para os municípios acima de 20.000 habitantes, o desenvolvimento de planos de mobilidade urbana (conforme o Art. 24). Em 2019, Franca instituiu seu plano de mobilidade urbana, 16 anos após a aprovação do plano diretor e da implementação da lei do plano viário. A Lei Complementar N° 314, de 16 de abril de 2019, que estabelece o Plano Municipal de Mobilidade Urbana do Município de Franca (PlanMob de Franca), não está disponível no site oficial da prefeitura, mas pode ser obtida no site "Leis Municipais" (Franca, 2019). Esta legislação, juntamente com seu anexo, foi elaborada pela Comissão do Plano de Mobilidade Urbana da Prefeitura de Franca, durante os anos de 2014 e 2015, e foi o primeiro plano de mobilidade da cidade. A lei atendeu ao prazo estipulado pela Lei Federal N° 14.000/2020, que alterou e atualizou os prazos para a elaboração do plano de mobilidade urbana na época em que foi instituído o PlanMob de Franca.

O Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Franca é composto pelo corpo da lei e um anexo. O documento principal (lei), é composto por 10 artigos, sem alterações até o momento, e o anexo possui 333 páginas, divididas em nove capítulos, além das considerações finais e referências (Franca, 2019). A análise do conteúdo do PlanMob de Franca está sistematizada na Tabela 3.

Os três primeiros parâmetros tratam dos princípios, objetivos e diretrizes da PNMU e fazem parte dos temas mínimos exigidos pela lei de mobilidade (Lei Federal N° 12.587/2012). No PlanMob de Franca, esses três temas são mencionados exatamente como está descrito na lei de mobilidade. Eles estão localizados no Anexo I, item 2, que é parte do referencial teórico

geral deste plano, onde a Política Nacional de Mobilidade Urbana é apresentada. A inclusão destes elementos da PNMU no corpo da lei é importante, pois orienta o desenvolvimento do plano e de projetos futuros.

Tabela 3 Análise do PlanMob de Franca

Indicadores	Corpo da Lei	Anexo I			Abordagem do tema				
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1 Princípios da PNMU.		✓							
2 Objetivos da PNMU.		✓							
3 Diretrizes da PNMU.		✓							
4 Integração da mobilidade com o planejamento e ordenamento do solo urbano.			✓						
5 Circulação viária - segurança e humanização.	✓	✓	✓						
6 Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação.		✓	✓						
7 Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé.	✓		✓	✓					
8 Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas.	✓	✓	✓	✓					
9 Acessibilidade universal.	✓	✓	✓	✓					
10 Serviços de transporte público coletivo.	✓	✓	✓	✓					
11 Tipos de serviços de transporte público coletivo.		✓	✓						
12 Priorização do transporte coletivo.	✓	✓							
13 Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano.		✓	✓						
14 Integração dos modos de transporte público e destes com os privatizados e os não motorizados.	✓			✓					
15 Serviços de transporte individual motorizado.		✓	✓						
16 Tipos de serviços de transporte individual motorizado.		✓	✓						
17 Áreas de estacionamentos públicos e privados.	✓		✓						
18 Instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado.									
19 Relatório ou estudo de impacto de trânsito.									
20 Relatório ou estudo de impacto ambiental.									
21 Relatório ou estudo de impacto de vizinhança.									
22 Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural.		✓							
23 Sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do plano de mobilidade urbana.	✓								
Total de itens atendidos	9	14	12	5	4	2	10	7	6

Legenda:
I: Referencial teórico geral; II: Diagnóstico; III: Prognósticos; IV: Não cita; V: Cita parcialmente; VI: Referência outra lei; VII: Cita; VIII: Cita e descreve em detalhe.

A "Integração da mobilidade com o planejamento e ordenação do solo urbano" é um dos temas abordados nas diretrizes da PNMU. O tema não aparece no corpo da lei, mas está mencionado no Anexo I, no item relacionado ao diagnóstico, ao referenciar o Plano Diretor Municipal de Franca (PDMF). No PDMF (Art. 6°) é estabelecido que é responsabilidade da

Administração Municipal ordenar o território de modo a "compatibilizar o desenvolvimento urbano com o uso e ocupação do solo, as condições ambientais, a capacidade do sistema viário e a oferta de transportes" (Franca, 2003a).

O parâmetro 5 trata da "Circulação viária - segurança e humanização", um dos temas mencionados no Art. 24 da lei de mobilidade (Brasil, 2012). No corpo da lei, esse tema é abordado nas diretrizes (Art. 3°, XVII), que propõe medidas para melhorar a segurança no trânsito e dos pedestres. Também está presente nos objetivos (Art. 4°, V), relacionado à redução de acidentes de trânsito. No Anexo I, o tema está presente no referencial teórico geral e nos diagnósticos, que inclui uma análise da circulação viária (item 4.6) e intervenções existentes para melhorar a segurança, como o recapeamento e sinalização de vias (item 5.3) e a instalação de câmeras de monitoramento (item 5.4), todos voltados à segurança do transporte motorizado e dos pedestres.

O sexto parâmetro, "Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação", não está presente no corpo da lei, mas foi identificado no referencial teórico geral do Anexo I, que aborda definições sobre o sistema viário, sua classificação, hierarquização e gestão. No diagnóstico, é mencionado nos itens 4.5.3 a 4.5.5, que tratam da rede viária atual e apresentam um mapa das principais vias e eixos de Franca, o tema também é citado no item 6, onde é referenciado o PDMF (2003a, Art. 9°), que apresenta a divisão do sistema viário (Franca, 2003a).

O parâmetro "Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé", é identificado no corpo da lei no objetivo (Art. 4°, IX), através da implantação do "Projeto Calçada Segura e Calçada Segura Acessível", detalhado nos itens 5.1 e 9.1 do Anexo I. Este tema é abordado em diferentes seções do Anexo I, incluindo o diagnóstico e o prognóstico. No diagnóstico são apresentadas as "Lombo faixas" (itens 4.5.22 e 5.6) como medida para melhorar a segurança e acessibilidade para pedestres e aqueles com mobilidade reduzida, o Projeto Calçada Segura (item 5.1) que visa promover acessibilidade universal e segurança aos pedestres, o Art. 56 do Plano Viário (Franca, 2003b) é referenciado, e apresenta diretrizes para as calçadas da cidade, e as calçadas verdes, por último, o tema aparece nas entrevistas com os pedestres (item 8.8). No prognóstico o tema está presente no item 9.1, que trata do projeto "Calçada verde, segura e acessível" que busca propor melhorias na locomoção e incentivar as pessoas a andarem a pé, proporcionando acessibilidade e segurança.

O parâmetro 8, versa sobre a "Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas", e está presente tanto no corpo da lei quanto no Anexo I. No corpo da lei, é mencionado nas diretrizes (Art. 3°, II e VI), visando promover modos não motorizados de transporte, em especial a bicicleta, por meio da criação de uma rede estrutural cicloviária, e complementar o sistema cicloviário. Nos objetivos (Art. 4°, X) é mencionado através da criação de infraestrutura voltada aos modos cicloviários. O Anexo I aborda o tema no referencial teórico geral (item 3.4.1.2), no diagnóstico (item 5.2) descreve as ciclovias e ciclofaixas existentes e referência o Plano Viário que caracteriza o Sistema Cicloviário de Franca, no prognóstico apresenta propostas de novas ciclovias, ciclofaixas, bicicletários e paraciclos (item 9.2).

O parâmetro intitulado "Acessibilidade universal" faz parte do conteúdo mínimo exigido pela Lei Federal N° 12.587/2012 e é um dos princípios da PNMU. É apresentado como diretriz no corpo da lei (Art. 3°, XX), mencionando a previsão de acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade, e no objetivo (Art. 4°, II) ao citar a

homogeneização das condições de macro acessibilidade entre diferentes regiões do Município. No Anexo I está presente no referencial teórico geral, conceituando o tema, no item 3.2 ao falar do planejamento viário que deve seguir os princípios da acessibilidade universal. Nos itens relacionados ao diagnóstico a acessibilidade aparece no objetivo do Projeto Calçada Segura (item 5.1), e no prognóstico é citado no objetivo do mesmo projeto.

A temática dos transportes públicos coletivos engloba os parâmetros "Serviços de transporte público coletivo" (10) e "Tipos de Serviços de transporte público coletivo" (11), temas que fazem parte do conteúdo mínimo do PNMU, e também a "Priorização do transporte coletivo" (12) e "Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano" (13). Dos quatro parâmetros, o 10 e o 12 estão presentes tanto no corpo da lei como no Anexo I, enquanto os outros dois são exclusivamente tratados no Anexo I.

O tema "Serviços de transporte público coletivo" é abordado nas diretrizes (Art. 3°, V, VII, IX, XII) e nos objetivos (Art. 4°, III) do corpo da lei. No Anexo I, é mencionado no referencial teórico geral, tratando do monitoramento dos serviços de transporte urbano, e nos itens 3.3 e 3.3.1 que detalham os serviços de transporte público. No diagnóstico (item 4.4), há referência ao Decreto N° 7.444/1997, que criou o Sistema de transporte integrado de Franca (SIT-Franca) e estabeleceu diretrizes do sistema Passe-Fácil, além do Decreto N° 7.375/1997, que criou o programa de modernização do sistema de transporte coletivo de Franca.

O diagnóstico também trata deste tema ao apresentar o SIT-Franca (item 4.4.4), ao referenciar o PDMF (Franca, 2003a) que apresenta a garantia do transporte e serviços públicos nas suas diretrizes, e o Plano Viário (Franca, 2003b) que apresenta os pontos de parada. Além das leis referenciadas também aborda este tema no item 8.2 e 8.3 nas pesquisas de opinião dos motoristas e usuários do SIT-Franca. No prognóstico, o item 9.3 trata do Transporte Urbano e traz propostas de implantação de faixas exclusivas de ônibus, criação de estações regionais, adequação de trajetos no centro e ampliação da capacidade operacional do terminal, entre outras.

Os "Tipos de serviços de transporte público coletivo", estão presentes no referencial teórico geral (item 3.4.2), no diagnóstico é apresentado o transporte escolar coletivo providenciado pelo município (itens 4.5.12 e 4.5.13) e a linha direta de transporte urbano (item 5.5). A "Priorização do transporte coletivo" é um tema que está citado no corpo do texto a partir de uma diretriz (Art. 3°, I) que menciona a priorização do transporte público coletivo e dos modos não motorizados. No Anexo I, este tema está presente apenas no referencial teórico geral (item 3.2.1.3) onde se discute a prioridade do transporte coletivo no uso do espaço viário.

O tema "Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano" está presente no Anexo I em dois momentos, primeiramente no referencial teórico geral conceituando o seu uso como um instrumento de ocupação equilibrada da cidade, e com um item próprio no diagnóstico (item 4.4.13), que trata da política tarifária atual, mas não trata da redução do custo do transporte, sendo, portanto, considerado uma temática parcialmente atendida.

O parâmetro 14, "Integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados", está presente no Art. 24 da PNMU. No PlanMob de Franca é mencionado no corpo da lei, em seus objetivos (Art. 4°, XII), trata da "interligação entre as modalidades de transporte" e no Anexo I está presente no prognóstico utilizando o mesmo termo (item

9.4). O Anexo I diz respeito aos objetivos do plano de estimular ações que estruturam a cidade de forma que pequenos deslocamentos sejam feitos a pé ou de bicicleta, e para isso os diversos modos de transportes devem ser interligados. As propostas ligadas a essa justificativa focam na integração apenas da bicicleta com o transporte público coletivo, por meio da construção de infraestruturas como bicicletários.

O parâmetro 15 se refere ao tema “Serviços de transporte individual motorizado”, ele está presente no referencial teórico geral (item 3.4.3) que trata dos modos motorizados individuais e no diagnóstico (item 8.5) que apresenta os resultados das entrevistas com os motoristas de táxis e mototáxis. No corpo da lei (diretriz e objetivos) é mencionado o uso do compartilhamento de automóveis, entretanto este tipo de serviço não é definido ao longo do Anexo, não ficando claro o seu funcionamento.

Os “Tipos de serviços de transporte individual motorizado”, no PlanMob de Franca estão presentes no Anexo I, representados pelos itens 3.3.2 e 3.3.3 no referencial teórico geral, abrange os serviços de táxis e mototáxis, respectivamente, e no diagnóstico está descrita a frota de táxis e mototáxis da cidade nos itens 4.5.10 e 4.5.11.

O parâmetro 17 está associado às “Áreas de estacionamentos públicos e privados", este tema está presente nas diretrizes do corpo da lei (Art. 3°, XI) que visa estabelecer instrumentos de controle da oferta de vagas de estacionamentos públicos e privados, e está presente em alguns trechos do documento de diagnóstico, Anexo I. No item 4.5.21 é apresentado um levantamento dos estacionamentos da região central, no item 4.6.2.2 são apresentadas avaliações sobre os estacionamentos públicos e rotativos e sobre os estacionamentos privados de uso público, além de referenciar, no item 6, a Lei do Plano Viário (Franca, 2003b) que traz as diretrizes para construção de novos estacionamentos conforme o porte da edificação.

Os parâmetros “Instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado” (18), o “Relatório ou estudo de impacto de trânsito” (19), “Relatório ou estudo de impacto ambiental” (20) e “Relatório ou estudo de impacto de vizinhança” (21) são os temas que não estão presentes no PlanMob de Franca. Os parâmetros 20 e 21 estão presentes apenas no plano diretor da cidade (Franca, 2003a, Art. 53), mas não são referenciados no PlanMob de Franca.

O parâmetro 22, “Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para área rural” é abordado parcialmente no referencial teórico geral do Anexo I. O item 3.1.3.4 trata da “Mobilidade em zonas rurais”, e foca no planejamento baseado em prever infraestrutura viária de transportes para o atendimento da população residente, sem especificar a questão da acessibilidade e do transporte coletivo e escolar, este tema não é mais mencionado em nenhuma outra parte da lei.

O último parâmetro trata da “Sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do plano de mobilidade urbana”, este faz parte do conteúdo mínimo exigido pela PNMU (Art. 24, XI) e está presente no corpo da lei, como parte das diretrizes da lei (Art. 3°, XXI), assim como está apresentado na lei de mobilidade urbana. É complementado pelo artigo 5° que institui a Comissão de Avaliação e Controle do PlanMob de Franca para realizar a avaliação e controle sobre a implementação do PlanMob, e o Art. 6° da mesma lei trata das revisões do plano, definidas em um prazo de no máximo de 10 anos, sempre em conjunto com o Plano Diretor de Franca.

Dentre os parâmetros avaliados, três estavam presentes em todas as partes da lei, ou seja, no corpo da lei, conceituado no referencial teórico, no diagnóstico e com propostas correspondentes. São eles a "Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas", "Acessibilidade universal" e "Serviços de transporte público". Os parâmetros relacionados aos princípios, objetivos e diretrizes da PNMU, e da "acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural" foram os que menos foram incluídos, estando presente apenas no referencial teórico a partir da citação da lei de mobilidade e sendo mencionado parcialmente no referencial teórico geral.

Ao avaliar o corpo da lei e o Anexo I os resultados mostram que eles apresentam conteúdos distintos, mas complementares. Pode-se identificar uma distinção entre o conteúdo presente no corpo da lei e o apresentado no Anexo I, em especial nos itens de prognóstico. A partir da avaliação dos parâmetros é possível observar que o corpo da lei incorpora 9 (39,1%) dos 23 parâmetros analisados, sendo a maioria apresentada em forma de diretriz ou objetivo. E, no anexo, foram identificados 18 temas (78,2%), entretanto, a maioria sem aprofundamento, análise e sem refletir nas diretrizes.

No anexo, os temas foram localizados em diferentes partes do texto, 14 temas estavam presentes no referencial teórico, 12 temas estavam presentes nos diagnósticos e 5 temas estavam presentes nos prognósticos. Quatro temas não foram citados na legislação, são aqueles relacionados com os relatórios de impacto de trânsito, ambiental e de vizinhança, e com os instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado. Com relação à abordagem dos temas, 10 apareceram através da referência de outras leis existentes (43,4%), 7 foram mencionados (30,4%); 6 apresentaram uma ampla análise ao longo da lei (26,0%), sendo incorporados nos itens "diagnóstico" juntamente com o corpo da lei ou o item "prognóstico". Uma pequena porcentagem teve sua abordagem de maneira parcial (8,6%), e alguns não foram incorporados na lei (17,39%).

Destacou-se que os parâmetros relacionados com a criação de infraestrutura apresentaram maior presença e desenvolvimento do que os que não incluíam diretamente a soluções de infraestrutura. Por exemplo, os parâmetros relacionados a infraestrutura de calçadas, ciclovias, e serviços de transporte público estavam presentes em quase todas as partes da lei, já temas relacionados aos princípios, diretrizes e objetivos da política ou a sistemática de avaliação do plano, foram temas que se apresentaram apenas uma vez na lei, e da mesma forma que são apresentados na lei de mobilidade urbana.

Com relação ao conteúdo do plano, notou-se que o PlanMob de Franca buscou desenvolver infraestruturas para os meios de transporte não motorizados (a pé e bicicleta) e melhorar os serviços de transporte público coletivo. Entretanto, mesmo com o desenvolvimento dos projetos voltados aos transportes mais sustentáveis, o transporte individual motorizado ainda mantém sua prioridade, sem o desenvolvimento de medidas para o desestímulo do seu uso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar o Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Franca/SP a partir dos temas que contribuem para a mobilidade e acessibilidade das pessoas, é possível notar que ele não incorpora efetivamente os princípios da sustentabilidade. Mesmo com a alta taxa de temas incorporados no plano (82,6%), ao avaliar a abordagem do tema na lei é possível notar que apenas 26,0% foi desenvolvido e não apenas citado.

A falta de correlação entre os temas presentes no conteúdo da lei e em seu documento complementar é mais um aspecto dissonante presente no plano. 39,1% dos parâmetros avaliados são abordados nos artigos da lei, e 78,2% estão presentes no Anexo I, isso demonstra que a maioria do conteúdo desenvolvido no anexo não é transferido para o corpo da lei.

A falta de correspondência entre o conteúdo da lei e seu documento complementar resulta em consequências negativas para a implementação de uma política pública municipal de mobilidade urbana. O foco do PlanMob de Franca foi alterar a infraestrutura para buscar a sustentabilidade a partir da promoção dos modos de transportes mais sustentáveis, mas não considerou outros parâmetros voltados aos princípios da sustentabilidade, como o planejamento e gestão do solo, a integração de todos os modos de transporte, o desestímulo dos meios motorizados individuais, os estudos de trânsito, ambiental e de vizinhança, ou seja, medidas que não são necessariamente voltadas à infraestrutura.

7 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

8 REFERÊNCIAS

Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**. n. 15. 73-80. Disponível em: doi:10.1016/j.tranpol.2007.10.005.

Brasil. (2006) **Curso Gestão Integrada da Mobilidade Urbana**, Ministério das Cidades, Brasília.

Brasil. (2012) Lei Federal N° 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Diário Oficial da União de 4 de janeiro de 2012.** Disponível em: https://legis.senado.leg.br/norma/589510 (Acessado em 17 de maio de 2024).

Brasil. (2013) **Política Nacional de Mobilidade Urbana, Cartilha da Lei Federal N° 12.587/2012.** Ministério das Cidades, Brasília.

Brasil. (2015) **PlanMob: Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana,** Ministério das Cidades, Brasília.

David, D. C. e Garrefa, F. (2021) Ocupação do território e expansão urbana da cidade de Franca, São Paulo: uma análise crítica, **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia,** 12(1), p. 54-81. Disponível em: doi: 10.14393/OREG-v12-n1-2021-59135.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2024) **IBGE Cidades, Município de Franca, São Paulo, Brasil.**

EURFORUM. (2007) **State of the art of research and development in the field of urban mobility.** European Research Forum for Urban Mobility, Union Internationale des Transports Publics.

Franca. (2003a) **Lei complementar N° 50, de 17 de janeiro de 2003.** Institui o Plano Diretor do município de Franca e dá outras providências. Câmara Municipal de Franca.

Franca. (2003b) **Lei complementar N° 57, de 18 de agosto de 2003.** Institui o Plano Viário do Município de Franca e dá outras providências. Câmara Municipal de Franca.

Franca. (2019) **Lei complementar N° 314, de 16 de abril de 2019.** Dispõe sobre o Plano Municipal de Mobilidade Urbana do Município de Franca, SP e dá outras providências.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2016) **Texto para discussão: Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil,** Rio de Janeiro.

Magagnin, R. C. (2023) **O planejamento da mobilidade urbana na cidade contemporânea: algumas contribuições sobre as cidades de médio porte do estado de São Paulo.** Livre-docência. Universidade Estadual Paulista, UNESP, Brasil.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. (2020) **População urbana, rural e grau de urbanização.** Disponível em: https://populacao.seade.gov.br/populacao-urbana-e-rural/. (Acessado em: 19 de maio de 2024)

SENATRAN, Secretaria Nacional de Trânsito. (2024) **Frota de Veículos - Estatísticas.** Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran. (Acessado em 19 de maio de 2024)

Steg, L. e Gifford, R. (2005) Sustainable transportation and quality of life. **Journal of Transport Geography**, 13(1), 59-69. Disponível em: doi: 10.1016/j.jtrangeo.2004.11.003.

WCED, World Commission on Environment and Development. (1987) **Our Common Future (The Brundtland Report).** Oxford University Press.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CAMINHABILIDADE EM CAMPUS UNIVERSITÁRIOS: O CAMPUS DA UNESP DE BAURU

B. C. Pires, R. C. Magagnin

RESUMO

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que avaliou a caminhabilidade em um campus universitário brasileiro utilizando multimétodos. O estudo de caso foi realizado no campus da UNESP em Bauru/SP. A metodologia utiliza indicadores de desempenho e um índice (WEIUC - Índice de Avaliação da Caminhabilidade em Campus Universitários) associado à análise da acessibilidade e visibilidade espacial utilizando a sintaxe espacial. Os resultados identificaram que os temas segurança, conforto e acessibilidade comprometem a caminhabilidade no campus. Foi identificada pouca conexão entre os caminhos de pedestres, o que torna os deslocamentos mais longos. Além disso, a presença de áreas com densa arborização dificulta a visibilidade das áreas internas do campus, o que, no período noturno, pode comprometer a segurança dos pedestres que utilizam a caminhada para se deslocarem no campus. Esses resultados indicam a necessidade de implementar algumas ações para melhorar a qualidade do espaço pedestre.

1 INTRODUÇÃO

Caminhar é o alicerce para uma cidade sustentável, pois promove benefícios ambientais, sociais e econômicos. O incentivo à caminhada como principal meio de transporte pode diminuir a dependência de veículos motorizados e incentivar uma maior interação social, aumentando o senso de comunidade, além de melhorar a saúde, entre outros fatores.

Diversos fatores interferem na escolha de um determinado meio de transporte para os deslocamentos diários. No caso dos deslocamentos a pé, a continuidade da malha de calçadas e passeios, bem como a presença de aspectos relacionados à segurança, conforto, conveniência e atratividade do trajeto, são elementos que podem contribuir positiva ou negativamente para essa escolha, especialmente em deslocamentos de curtas distâncias (Cambra, 2012; Grieco, Guimarães e Azevedo, 2020).

Tal e Handy (2012) complementam esses elementos incorporando outros dois parâmetros: proximidade e conectividade. Para os autores, a proximidade está associada à distância entre a origem do deslocamento e o destino; distâncias mais curtas podem favorecer o uso do modo a pé. Já a conectividade está relacionada à quantidade de conexões existentes em uma rede de caminhos e passeios; quanto maior o número de conexões, maior será a multiplicidade de opções de caminhos (ou rotas) que essa rede oferece ao usuário. No entanto, a qualidade da infraestrutura ofertada e o relevo são fatores que podem impactar

negativamente essa escolha (Sanches, Rosa e Ferreira, 2010; Magagnin, 2009).

Alguns campi universitários do Brasil, em função do número de pessoas (docentes, discentes, funcionários técnico-administrativos) que utilizam o local diariamente para cumprir diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração, podem ser comparados a uma cidade de pequeno porte demográfico (Asadi-Shekari, Moeinaddini e Zaly Shah, 2013). Nesse contexto, muitos dos problemas de mobilidade e acessibilidade enfrentados por essas cidades também podem ser encontrados em muitos campi universitários.

Uma tendência nos deslocamentos internos de muitos campi universitários brasileiros é a utilização do transporte individual motorizado para acessar curtas distâncias. Problemas relacionados à qualidade das calçadas, passeios e travessias podem contribuir para a diminuição dos deslocamentos a pé nesses campi (Sabino *et al.*, 2018). Incentivar o uso da caminhada para os deslocamentos internos no campus contribui para a universidade implante os princípios da mobilidade urbana sustentável (Silva, Glauser e Lima, 2019).

Oferecer infraestrutura destinada ao pedestre em um campus universitário pode incentivar os deslocamentos a pé. Outros elementos como facilidade de acesso às calçadas e passeios, conectividade das vias de pedestres, segurança e conforto, também contribuem para aumentar o número de deslocamentos pelo modo a pé (Lee e Shepley, 2020).

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para avaliar a infraestrutura destinada à caminhabilidade em campi universitários. Dentre as pesquisas realizadas no Brasil, a maioria tem utilizado indicadores de desempenho para essa análise (Sabino *et al.*, 2018; Silveira, Santiago, 2018; Gusberti *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020). Dentre os parâmetros avaliados, destacam-se as condições do pavimento, largura das calçadas, presença de obstáculos, proteção contra as intempéries, mobiliário urbano, iluminação noturna, uso ao redor das vias, travessias, segurança, dentre outros fatores relevantes.

A contribuição deste artigo é apresentar o resultado da aplicação de uma ferramenta que permite avaliar a caminhabilidade em campi universitários brasileiros através de multimétodos, incorporando aspectos relacionados à caminhabilidade, atratividade e conforto, orientação e legibilidade, seguridade e segurança. Os dados aqui disponibilizados constituem apenas uma parte do estudo maior que embasou o trabalho.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste artigo é exploratória-descritiva, de âmbito quantitativo-qualitativo. Ela combina indicadores de desempenho e um índice com ferramentas de análise espacial para realizar o diagnóstico de diversos aspectos relacionados à caminhabilidade em campi universitários. A metodologia foi desenvolvida em uma pesquisa conduzida por Pires (2018) e validada em dois campi universitários da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

O processo metodológico divide-se em duas etapas principais: (i) avaliação da infraestrutura de passeios e calçadas utilizando o Índice de Avaliação da Caminhabilidade em Campus Universitários (WEIUC - Walkability Evaluation Index in University Campus) e (ii) análise da malha das calçadas e passeios utilizando a sintaxe espacial.

Na primeira etapa, a infraestrutura de passeios e calçadas é avaliada por meio de um índice

e indicadores de desempenho. A aplicação deste índice envolve quatro passos: (i) identificação das estruturas relacionadas à caminhabilidade dentro do campus (por exemplo, calçadas, passeios e travessias) e atribuição de códigos numéricos correspondentes; (ii) seleção dos indicadores propostos e seus métodos de avaliação; (iii) coleta de dados; e (iv) análise dos resultados obtidos pelo índice.

Para identificar as estruturas relacionadas à caminhabilidade dentro do campus, é essencial identificar os três tipos de espaços mais comuns para os deslocamentos dos pedestres no interior do campus: (i) calçadas situadas ao redor das quadras; (ii) passeios dentro das quadras que conectam edifícios e espaços de convivência; e (iii) travessias que conectam diferentes partes do campus.

A estrutura hierárquica utilizada para avaliar a caminhabilidade em campi universitários inclui 37 indicadores agrupados em seis temas (Caminhabilidade, Atratividade e Conforto, Legibilidade, Segurança e Travessias), e três categorias (Passeio, Calçada de face de quadra e Travessia) (Tabela 1). Esses parâmetros foram selecionados a partir de pesquisas similares realizadas no Brasil e no exterior, refletindo a realidade da maioria dos campi universitários do país e abrangendo aspectos de configuração espacial, infraestrutura, segurança e conforto (Pires, 2024). Após esta seleção, foram realizadas as definições de cada tema e indicador, além da forma de avaliação correspondente (Tabela 2). Para essa etapa, além das pesquisas similares em campi universitários, foram utilizados estudos de outros autores que avaliam a caminhabilidade em áreas urbanas, cujos indicadores podem ser aplicados a campi universitários.

Tabela 1 Estrutura hierárquica para avaliação da caminhabilidade em campi universitário

Categoria	Tema	Indicadores
Passeio e Calçada de face de quadra	Caminhabilidade	Presença de calçada / Conectividade de calçadas e passeios / Largura total da calçada / Material do piso / Estado de conservação do piso / Inclinação transversal / Inclinação longitudinal / Desnível / Piso tátil direcional / Piso tátil de alerta / Presença de obstáculos aéreos / Presença de grelhas.
	Atratividade e conforto	Estética (construções e áreas verdes) / Presença de mobiliário urbano / Condição de manutenção do mobiliário urbano / Presença de arborização / Localização da arborização / Sombreamento / Áreas de descanso / Calçada ou passeio conectada a área de descanso.
	Legibilidade	Orientação e identificação / Orientação informativa tátil.
	Seguridade	Iluminação / Seguridade Diurna / Seguridade Noturna.
	Segurança	Sinalização / Velocidade do tráfego / Visibilidade (Visão de aproximação de veículos na travessia) / Conflito entre pedestres e veículos na intersecção / Conflito entre pedestres e veículos sobre a calçada ou passeio / Conflito entre pedestres e veículos na saída de áreas de estacionamento.
Travessia	Travessia	Presença de faixa de pedestres / Largura de faixa de pedestres / Manutenção da faixa de pedestres / Presença de rebaixo de calçada na travessia / Estado de manutenção do rebaixo de calçada / Piso tátil de alerta no rebaixo de calçada.

O cálculo do índice de caminhabilidade é realizado em cinco etapas: a) cálculo da nota individual dos 37 indicadores; b) cálculo individual da nota dos temas (Caminhabilidade, Atratividade e Conforto, Legibilidade, Seguridade, Segurança e Travessia) por categoria; c) cálculo das categorias (Calçada, Passeio e Travessia); d) avaliação parcial ou geral do campus; e e) cálculo da nota máxima que cada componente poderia atingir em uma avaliação ideal, realizado para cada etapa (Figura 1). Na sequência, deve-se avaliar a relação entre a

nota máxima possível para cada etapa e a nota obtida em campo. O resultado é um valor percentual que indica o alcance da nota real, permitindo a comparação da caminhabilidade na área avaliada em uma escala com cinco níveis (Figura 1). Esta classificação indica o quão favorável o campus universitário é para os deslocamentos de pedestres. A classificação percentual possibilita a comparação entre áreas e/ou trechos de diferentes dimensões, independentemente da nota obtida.

Tabela 2 Definição e método de avaliação do indicador Presença de calçada

Tema	Indicador | Referência	Critério de avaliação	nota
Caminhabilidade Avalia a presença e a qualidade da infraestrutura destinada aos deslocamentos a pé no Campus Universitário.	**Presença de calçada (CA01)** Avalia a presença de estrutura destinadas aos deslocamento a pé, para acesso aos diversos edifícios do Campus Universitário.	Presença de estrutura de calçada ou passeio em 100% do segmento.	1,00
		Presença de estrutura de calçada ou passeio entre ≤ 99% e ≥ 75% do segmento.	0,75
	Referências Murwadi; Dewancker (2017); Alyasari; Auda; Attya (2020); King *et al.* (2020); Memon *et al.* (2020); Ramakreshnan *et al.* (2020); Raswol (2020); Zhang; Fisher; Feng (2020); Zhang; Mu (2020).	Presença de estrutura de calçada ou passeio entre < 75% e ≥ 50% do segmento.	0,50
		Presença de estrutura de calçada ou passeio entre < 50% e ≥ 25% do segmento.	0,25
		Presença de estrutura de calçada ou passeio em < 25% do segmento.	0,00

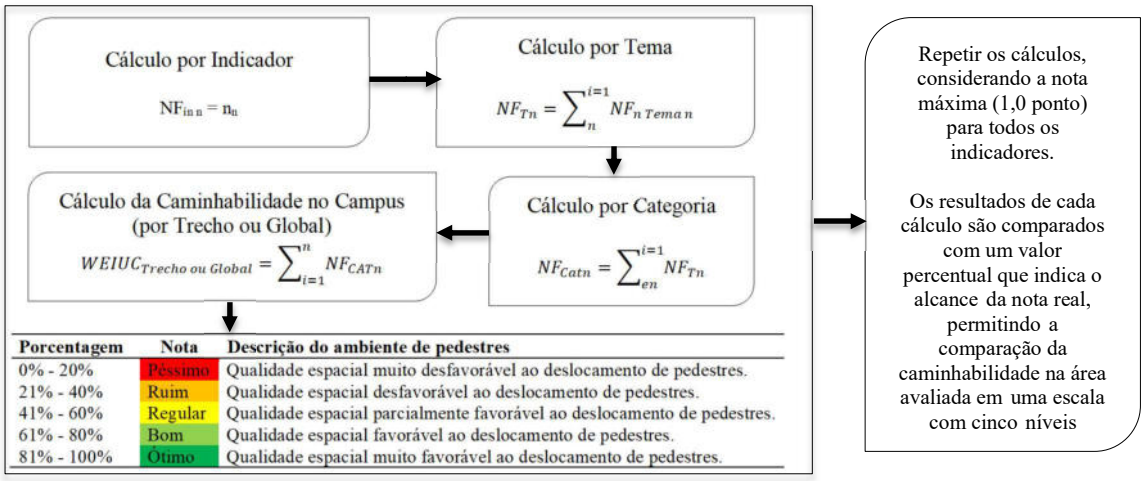


Fig. 1 Visão geral do processo de cálculo do Índice de Caminhabilidade - WEIUC

A segunda etapa envolve a análise da conectividade da malha viária para pedestres, dos espaços com potencial movimento de pessoas, e das conectividades dos campus visuais do campus universitário, utilizando o método da Sintaxe Espacial.

Para a elaboração do mapa axial do campus foi utilizado um mapa digital vetorial contendo todos os passeios e calçadas do campus. Para analisar o grau de acessibilidade ou integração e identificar os deslocamentos desejados, foram utilizados os softwares Depthmap® X-v.0.5.0 e QGIS. A integração global foi calculada pela média de integração de uma linha com todas as outras, gerando um mapa que avalia o potencial de movimento de cada segmento, representado por cores variando do vermelho ao azul.

Na sequência, foi realizada a análise da visibilidade espacial utilizando Grafos de

Visibilidade (VGA) e Isovistas. Os Grafos de Visibilidade analisam o grau de integração dos campos visuais. Espaços visualmente mais integrados são relevantes para identificar a legibilidade e locais potenciais para promover encontros. Essa análise foi realizada para dois limites métricos: leitura de emoções e expressões faciais a 25 m (VGA R25) e visibilidade de pessoas a 100 m (VGA R100). Os resultados permitem identificar os pontos que geram visibilidade em um espaço aberto ou de um conjunto de espaços abertos, possibilitando entender a percepção do usuário ao percorrer o espaço e a facilidade ou dificuldade de se orientar nele.

As Isovistas permitem identificar os impedimentos que podem interferir na apropriação do espaço pelos usuários e na definição de seus trajetos (Souto Filho, 2020). Neste artigo, os campos visuais são analisados por meio da identificação das barreiras relacionadas ao campo de visão (altura dos olhos) e físicas (altura dos joelhos) do movimento. Na análise das Isovistas, assim como no Grafo de Visibilidade (VGA), são avaliados dois tipos de campos visuais: i) Isovistas na altura dos olhos e ii) Isovistas na altura dos joelhos. Para essas análises, foi utilizado o software Depthmap.

Para definir os pontos de análise, utilizou-se o método "The gate method" de Vaugan, para a contagem de pedestres. Esses pontos foram definidos, em locais estratégicos do campus, como portões de entrada e saída, restaurante universitários, entre outros. O método adota a definição de uma linha imaginária para a contagem dos pedestres. No campus, foram definidos 13 portais, com contagem simultânea realizada por duas pessoas em locais específicos, como entradas de pedestres, entre os edifícios de salas de aula, edifícios administrativos e o restaurante universitário. A contagem foi realizada em dois dias úteis (quarta-feira e quinta-feira), nos três períodos de aula: 1° período da manhã (8:00 - 9:00), 2° período da manhã (9:30 - 10:30), 3° período da manhã (11:30 - 12:30), período da tarde (16:00 - 17:00), 1° período da noite (18:30 - 19:30), 2° período da noite (20:00 - 21:00), 3° período da noite (21:40 - 22:40), em função do fluxo de alunos no campus (Zampieri, 2006).

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado neste artigo foi realizado no campus da UNESP localizado na cidade de Bauru, na região leste da cidade. A escolha desse local deve-se a sua estrutura, que inclui calçadas ao longo das quadras, passeios e travessias, e por ser um dos maiores centros da Universidade em termos de número de estudantes e cursos. Implantado no final do ano de 1986, o campus abriga a Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC), a Faculdade de Ciências (FC), a Faculdade de Engenharia (FE) e a Administração geral do campus.



Fig. 2 Localização dos campi da UNESP no estado de São Paulo (a) e Mapa do campus de Bauru

O campus ocupa uma área de 456,68 hectares, com 71.087,52 m² de área construída que inclui edifícios de salas de aulas, laboratórios, biblioteca, departamentos de ensino e áreas

administrativas (Figura 2). Atualmente, o campus conta com 416 docentes, 496 servidores, aproximadamente 7.000 alunos matriculados em 26 cursos de graduação e 12 programas de pós-graduação, além do Colégio Técnico.

4 RESULTADOS

A primeira etapa da avaliação da infraestrutura destinada aos deslocamentos dos pedestres revelou que o campus de Bauru contribui parcialmente para a caminhabilidade, com avaliação regular, obtendo 2993,43 pontos, o que corresponde a 48% da pontuação máxima, Tabela 3.

Tabela 3 Resultados do índice global do campus de Bauru/SP

Categorias	Temas	$NF_{i\,n\,max}$	$NF_{i\,n}$	$NF_{i\,n\,(\%)}$	Rank
Calçada de face de quadra	Caminhabilidade	936,00	584,50	62%	6
	Atratividade e conforto	624,00	164,00	26%	3
	Legibilidade	156,00	14,00	9%	2
	Seguridade	234,00	60,79	26%	3
	Segurança	468,00	356,25	76%	9
	WEIUC Calçada	**2418,00**	**1085,04**	**45%**	--
Passeio	Caminhabilidade	1416,00	943,25	67%	8
	Atratividade e conforto	944,00	358,75	38%	5
	Legibilidade	236,00	0,00	0%	1
	Seguridade	354,00	124,14	35%	4
	Segurança	708,00	469,00	66%	7
	WEIUC Passeio	**3658,00**	**1895,14**	**52%**	--
Travessia	Travessia	120,00	13,25	9%	2
	WEIUC Travessia	**120,00**	**13,25**	**9%**	--
	WEIUC Global	**6196,00**	**2993,43**	**48%**	--
Legenda	PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO

Dentre as três categorias avaliadas, a Travessia obteve a avaliação mais baixa, com 13,25 pontos, representando 9% da pontuação máxima. A ausência de faixas de pedestres e a falta de rebaixos na calçada foram elementos que corroboraram para esta pontuação baixa e afetaram negativamente a segurança nos pontos de travessia de pedestres no interior do campus. Em segunda posição, classificada como “regular”, destaca-se a categoria Calçada, com 1085,04 pontos, ou 45% da pontuação máxima. Os temas que contribuíram para essa avaliação incluem legibilidade (9% - 14,00 pontos), classificado como péssimo, seguridade (26% e 60,79 pontos), atratividade e conforto (26% e 164,00 pontos), ambos classificados como ruins; e segurança e caminhabilidade, classificados como bons. Esses fatores representaram as avaliações mais baixas, indicando um espaço pouco favorável à caminhabilidade ou ao deslocamento de pedestres. A categoria Passeio obteve a classificação "regular”, com 52% da pontuação máxima, ou 1895,14 pontos.

Dos onze temas avaliados nas três categorias, aqueles que receberam as piores avaliações estão relacionados ao tema Legibilidade, que obteve a menor pontuação tanto na categoria passeio (1ª posição do ranking) quanto em Calçada (2ª posição do ranking), além de ocupar a segunda posição no ranking geral juntamente com o tema Travessia. Problemas de legibilidade estão associados à capacidade do pedestre em se deslocar e se orientar no campus. Em relação as faixas de pedestres e à ausência de rebaixos de calçada nas travessias, esses problemas diminuem a segurança do pedestre durante as travessias. O tema Seguridade também obteve uma avaliação negativa no campus de Bauru, ocupando a 3ª posição do

ranking para Calçadas e 4ª posição para Passeios; este tema está relacionado com a sensação de insegurança pessoal e a falta de iluminação do campus em diferentes períodos do dia. O tema Atratividade e Conforto (3ª posição do ranking, para Calçadas e 5ª posição para Passeios) está associado a condição de conforto e à estética do ambiente para os pedestres.

A análise dos indicadores por tema revelou que, no tema Caminhabilidade, tanto nas estruturas de calçadas como nos passeios, os indicadores *piso tátil direcional e o piso tátil de alerta* foram os mais críticos. O campus recebeu uma pontuação baixa nesse indicador, pois somente 3 segmentos possuem essas estruturas. A ausência desses indicadores compromete a acessibilidade das pessoas com deficiência visual, dificultando um deslocamento seguro, conforme descrito pela Lei de Acessibilidade Brasileira, Decreto Federal 5.296/2004 (Brasil, 2004), além das normas técnicas de acessibilidade NBR 9050/2021 (ABNT, 2021) e NBR 16537/2018 (ABNT, 2018). Outro ponto relevante para a avaliação da caminhabilidade no campus, que influenciou negativamente a avaliação na categoria Calçada, foi o indicador *largura total de calçada*, uma vez que algumas áreas têm largura inferior à recomendada pelas normas de acessibilidade brasileira.

A avaliação do tema Legibilidade revelou que os indicadores *Orientação e identificação* e *Orientação informativa tátil* precisam de melhorias tanto nos passeios quanto nas calçadas. Observou-se que as placas de orientação são predominantemente voltadas para motoristas, dificultando a leitura pelos pedestres, além de as informações estarem presentes apenas de um dos lado da placa, prejudicando aqueles que estão no fluxo contrário. Também não foram identificadas placas de orientação para leitura tátil ou em outros idiomas.

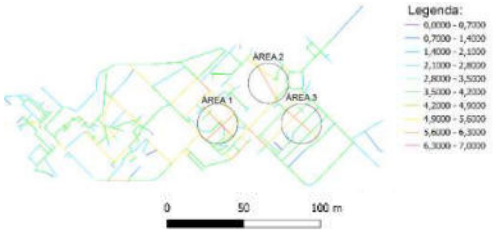
No tema Seguridade, aspectos relacionados à *iluminação* e à *seguridade noturna* ao longo da maioria dos passeios e calçadas contribuíram para diminuir a sensação de segurança pessoal no campus. Apesar de o campus ter postes de iluminação instalados ao longo dos passeios e calçadas, a iluminância aferida foi inferior a 20 lux, resultando em uma pontuação péssima. A baixa iluminância afeta diretamente a sensação de segurança, tornando o local muito escuro, e a pouca presença de pessoas em alguns horários e locais do campus, associada a baixa iluminação, contribuiu para a avaliação negativa deste indicador.

O tema Segurança permitiu avaliar o risco de conflito entre pedestres e veículos e o risco de acidentes no campus. A falta de sinalização e a falta de controle da velocidade de tráfego contribuiu negativamente para a avaliação desse tema.

Em relação ao tema Travessia, todos os 6 indicadores avaliados receberam baixa pontuação, considerada péssima. A ausência de faixas de pedestres e rebaixos de calçada na maioria dos cruzamentos viários do campus contribuiu para essa avaliação negativa.

A segunda etapa revelou uma baixa conectividade na malha de passeios e calçadas do campus de Bauru, especialmente nas extremidades norte e sul, onde estão localizadas a Faculdade de Engenharia, Restaurante Universitário e o Anfiteatro (Figura 3). As áreas 1 (conecta edifícios que abrigam salas de aula para cursos de graduação da FAAC), 2 (próxima à portaria principal, estão localizadas áreas administrativas e salas de aula da FAAC e FC) e 3 (acesso dos pedestres aos departamentos e laboratórios didáticos e de pesquisa da FAAC) são mais integradas. Nessa área há um pequeno bosque onde os pedestres podem "cortar caminho" para acessar outros espaços do campus, embora não haja mobiliário urbano para a permanência de pessoas. A falta de conexão na malha de passeios e calçadas, aliada ao tamanho do campus, pode levar os usuários a optarem pelo uso de automóveis para os

deslocamentos internos no campus.



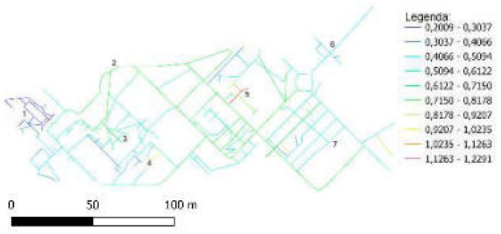


Fig. 3 Mapa de conectividade **Fig. 4 Mapa de Integração espacial**

As áreas menos integradas estão localizadas a oeste e leste (Figura 4), onde se encontram a Faculdade de Engenharia (FE) (ponto 1), o entorno do Restaurante Universitário e Anfiteatro (ponto 6). Embora esse último ponto apresente um maior fluxo de alunos durante o horário de almoço devido ao restaurante e a portaria, foi observado que muitos utilizam as ruas do entorno para acessar esses locais devido à largura inadequada da calçada. Além disso, observou-se um grande fluxo de veículos, nesse mesmo ponto.

Os resultados mostram também que há um eixo de caminhabilidade no campus que conecta a área norte à área sul ligando os principais pontos de interesse. Esse eixo inicia-se no ponto 3, na cantina da FE, passa pela Biblioteca e por várias salas de aula, e termina na portaria, ponto 6 (Figura 5).

A contagem de pedestres revelou que o fluxo de pedestres varia significativamente dentro do campus. Em geral, o pico de fluxo ocorre no último período da manhã, próximo ao Restaurante Universitário, devido ao fim do período das aulas (11h30 às 12h30). No entanto, o número de pedestres registrado nesta pesquisa foi mais baixo em comparação ao número de alunos matriculados nos campus. Isso se deve ao uso de automóveis e o período da contagem (Figura 6). Aqueles que optam por caminhar frequentemente utilizam as vias de automóveis devido à falta de calçadas adequadas, à falta de manutenção ou à largura insuficiente das calçadas, por exemplo.

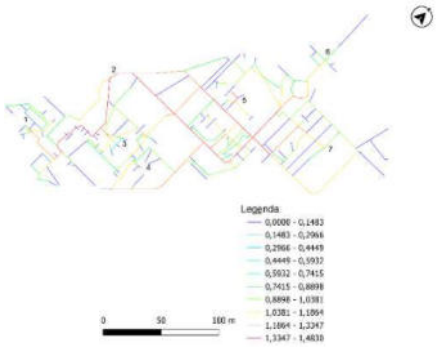




Fig. 5 Mapa INCH - Rn Global **Fig. 6 Mapa de contagem de pedestres**

O mapa de Grafos de Visibilidade na altura dos joelhos do campus de Bauru revela uma falta de conexão entre as estruturas de calçadas e passeios nas extremidades. A análise do R100 destaca que as extremidades, especialmente o lado leste, são menos conectadas e apresentam áreas mais isoladas, com destaque para o Anfiteatro, o Restaurante Universitário e os laboratórios da FAAC (Figura 7). Enquanto isso, no R25, a predominância da cor azul indica

baixa visibilidade para pedestres, especialmente em áreas abertas, como estacionamentos. Essa baixa visibilidade pode desencorajar a caminhada devido ao aumento do risco de acidentes com veículos (Figura 8).

Na Isovista, os pontos P1.1, P1.2 e P1.3 (azuis) oferecem visão abrangente do estacionamento e da cantina da FE, enquanto P1.4 (azul piscina) tem visão limitada à entrada da biblioteca (Figura 9). Avançando da esquerda para a direita, os pontos P2.1, P2.2, P2.3 e P2.4 (verdes) proporcionam visão da via e do estacionamento, permitindo a visualização dos veículos. P2.5 inclui a via e parte dos passeios próximos às salas de aula. P1.5 (amarelo) tem visão apenas da via da portaria, enquanto P1.6 (amarelo) oferece visão restrita à via onde o Restaurante Universitário está localizado. Os pontos P2.6 e P2.7 (vermelhos) oferecem visão completa da via. P1.4, P1.5 e P1.6 são os pontos com menor visibilidade, o que pode levar os pedestres a se sentirem inseguros e optar por caminhar nas vias destinadas a veículos.

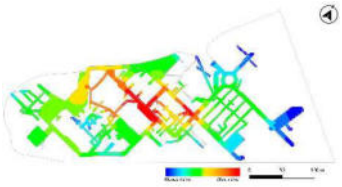


Fig. 7 Grafos de visibilidade R100 na altura dos joelhos

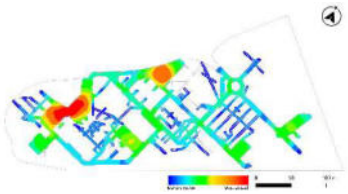


Fig. 8 Grafos de visibilidade R25 na altura dos joelhos

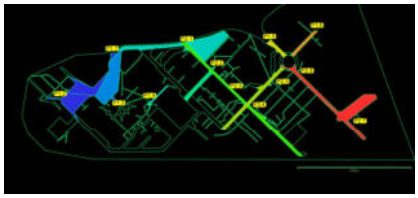


Fig. 9 Isovista na altura dos joelhos

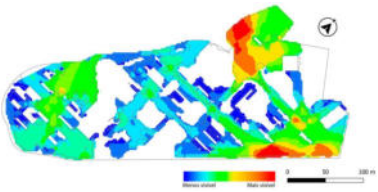


Fig. 10 Grafos de visibilidade R100 na altura dos olhos

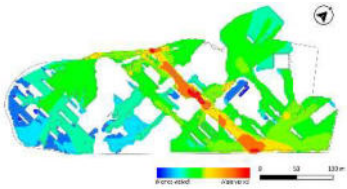


Fig. 11 Grafos de visibilidade R25 na altura dos olhos

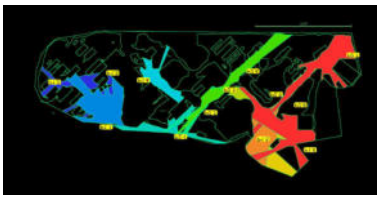


Fig. 12 Isovista na altura dos olhos

A análise dos grafos de visibilidade revelou baixa visibilidade em grande parte da área, especialmente no lado oeste (FE), refletida em um mapa predominantemente azul na Figura 10. Isso indica uma falta de visibilidade para os pedestres, conforme apontou o resultado dos indicadores. Na área central, foram observadas cores mais frias devido à densidade da arborização. No R25, a área central apresentou-se mais visível devido à distância limitada, mas a parte leste, na área da FE, permaneceu com cores mais frias. Em resumo, o campus apresenta baixa visibilidade, o que desencoraja os usuários a caminhar devido a dificuldades de segurança e de localização dentro do campus (Figura 11).

Na isovista na altura dos olhos (Figura 12), observou-se que o ponto P1.1 (azul), localizado

na portaria 2, oferece boa visão do estacionamento até a cantina da FE, enquanto P1.2 (azul escuro) tem visão parcial do estacionamento. O ponto P1.3 abrange tanto P1.1 quanto P1.2. P1.4 (azul piscina), onde está a biblioteca do campus, tem menor visibilidade devido ao bosque em frente, com arborização mais densa. P2.1 (verde água) tem visão parcial do estacionamento e da via, seguido por P2.2, P2.3 e P2.4 (tons de verde), todos com visão da via. P2.5 (vermelho) tem visão apenas da via. P1.5 (laranja) e P1.6 (vermelho) têm visão da via e do Restaurante Universitário. P2.6 e P2.7 (vermelhos) oferecem visão completa da via. P1.2 e P1.4 são os pontos de menor visibilidade devido à densidade da arborização. Essas áreas com baixa visibilidade aumentam a sensação de insegurança do pedestre e limitam a escolha de trajeto, levando-os a caminhar pelas vias ou a utilizar o automóvel ou a motocicleta para os deslocamentos internos no campus.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os resultados da aplicação de uma ferramenta para avaliar a caminhabilidade em campi universitários brasileiros, utilizando uma abordagem multimétodos que abrange as temáticas de caminhabilidade, atratividade e conforto, orientação e legibilidade, seguridade e segurança. A metodologia adotada inclui a análise da caminhabilidade por meio de um índice e indicadores de desempenho, a análise da conectividade da malha de calçadas e passeios por meio de mapas de integração e escolha de pedestres, e a análise da permeabilidade visual para os pedestres dentro do campus, utilizando grafos de visibilidade e isovistas, ambos na altura dos olhos e dos joelhos.

Os resultados revelaram deficiências significativas na infraestrutura para pedestres no campus, destacando problemas relacionados à acessibilidade, como ausência de rebaixos de calçada e pisos táteis. A análise também identificou falhas na segurança, particularmente em relação à iluminação artificial do campus, e na conectividade das calçadas, áreas que demandam intervenção prioritária dos gestores. Tais deficiências são comuns em outros campi universitários, tanto no Brasil quanto no exterior.

Diante disso, recomenda-se a aplicação da metodologia deste estudo em outros campi universitários para uma análise mais abrangente e adaptada às diferentes características morfológicas. Além disso, é importante abordar a baixa conexão entre passeios e faces de calçadas, que impacta negativamente o fluxo de pedestres e compromete a funcionalidade e segurança dos ambientes universitários. A implementação de melhorias estruturais e a promoção de uma maior conectividade e acessibilidade são essenciais para criar espaços mais inclusivos e seguros para todos os usuários.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2018) **NBR 16537**: Acessibilidade - sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021) **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

Alfonzo, M. A. (2005) To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. **Environment and Behavior**. v. 37, n. 6, p. 808–836.

Alyasari, H. I.; Auda, Z. e Attya, H. (2020) A geospatial approach to walkability quantification: case study of main campus of the University of Kerbala. **Anais ... IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. v. 671, p. 1-5.

Asadi-Shekari, Z.; Moeinaddini, M. e Zaly Shah, M. (2013) Non-motorised level of service: addressing challenges in pedestrian and bicycle level of service. **Transport Reviews**. v. 33, p. 166–194.

Brasil. (2004) Decreto Federal nº 5.296 de 2 dezembro de 2004. **Diário Oficial da União de 2 dezembro de 2004.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm (Acessado em 17 de abril de 2024).

Cambra P. J. M. de. (2012) **Pedestrian accessibility and attractiveness indicators for walkability assessment**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo e Ordenamento do Território). Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Grieco, E. P.; Guimaraens, D. P. e Azevedo, M. (2020) **O ambiente construído e sua influência na caminhabilidade.** PPGAU. p. 1-14.

Gusberti, C. M.; Santos, V. A. M.; Caus, G. L.; Portela, V.; Porto, E. R.; Lauermann, L. P.; Polese, P. H. e Rodighero, G. (2021) Aplicação do índice de qualidade das calçadas em campus universitário. Anais ... **9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Online, v. 1, n. 9.

King, S. B.; Kaczynski, A. T.; Knight Wilt, J. e Stowe, E. W. (2020) Walkability 101: A Multi-Method Assessment of the Walkability at a University campus. **SAGE Open**. v. 10, n. 2, p. 1-9.

Lee, J. e Shepley, M. M. (2020) College campuses and student walkability: assessing the impact of smartphone use on student perception and evaluation of urban campus routes. **Sustainability**. 12(23), 1-18.

Magagnin, R. C. (2009) Cidades Acessíveis: o planejamento da infraestrutura para a circulação de pedestres. In: Fontes, M. S. G. de C.; Constantino, N. R. T. e Bittencourt, L. C. (Org.). **Arquitetura e Urbanismo: novos desafios para o século XXI.** Canal 6. Bauru.

Memon, I.; Kalwar, S.; Sahito, N. e Qureshi, S. (2020) Average index modelling of campus safety and walkability: case study of the University of Sindh. Sukkur IBA **Journal of Computing and Mathematical Sciences**, 4, p. 37-44.

Pires, B. C. (2024) **Instrumento de avaliação da caminhabilidade em campus universitários: estudos de casos nos campus da UNESP de Marília e Bauru**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista, Bauru.

Ramakreshnan, L.; Fong, C. S.; Sulaiman, N. M. e Aghamohammadi, N. (2020) Motivations and built environment factors associated with campus walkability in the tropical settings.

Science of The Total Environment, v. 749, p. 1-11.

Raswol, L. M. (2020) Qualitative assessment for walkability: Duhok University campus as a case study. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 978, p. 1-12.

Sabino, L. P.; Stefanutti, R.; Cavalcante, A. P. e Pessoa, P. P. (2018) Índice de caminhabilidade para campi universitários: o caso do campus do PICI na Universidade Federal do Ceará. In: Anais ... **8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável.** Coimbra, Portugal.

Sanches, S. P.; Rosa, F. D. e Ferreira, M. A. G. (2010) Fatores que influenciam o modo de transporte de crianças para a escola. In: Anais ... **4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano-Regional Integrado Sustentável**, Farp (Portugal), p. 1-12.

Silva, C. C.; Glauser, R. C. A. e Lima, J. P. (2019) Determinação do índice de mobilidade sustentável para campus universitário (IMSCAMP) da Universidade Federal de Itajubá. In: Anais ... **33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. Camburiú. Santa Catarina.

Silva, O. H.; Gobbo, C. A. R.; Júnior, L. P. V. A. e Sanches, P. S. (2020) Instrumento para avaliação da caminhabilidade em campus universitários. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais.** Portugal, 1(54), 94-103.

Silveira, G. R. P. e Santiago, P. M. Z. (2018) Índice de caminhabilidade para campus universitários: o caso do campus do PICI na Universidade Federal do Ceará. Anais ... **8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Coimbra, Portugal, 1(8). 1-12.

Souto Filho, H. M. (2020) **Dimensões Projetada, Construída e Percebida: Reflexões sobre ambientes escolares e acessibilidade no Seridó Paraibano**. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.

Tal, G. e Handy, S. (2012) Measuring Nonmotorized Accessibility and Connectivity in a Robust Pedestrian Network. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**. Washington, D.C., n. 2299, 48-56.

Murwadi, H.; Dewancker, B. (2017) Study of quassessment model for campus pedestrian ways, case study: sidewalk of the University of Lampung. **Sustainability**, v. 9, n. 12, p. 1-16.

Zampieri, F. L. L. (2006) **Modelo estimativo de movimento de pedestres baseado em sintaxe espacial, medidas de desempenho e redes neurais artificiais.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Zhang, X. e Mu, L. (2020) The perceived importance and objective measurement of walkability in the built environment rating. **Environment and Planning B**: Urban Analytics and City Science, v. 47, n. 9, p. 1655-1671.

Zhang, Z.; Fisher, T. e Feng, G. (2020) Assessing the Rationality and Walkability of Campus Layouts. **Sustainability**. v. 12, n. 23, p. 1-21.

VELOCIDADES INSEGURAS E NÍVEL DE RENDA EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE CURITIBA

P. A. B. dos Santos, D. C. Borszcz, O. D. O. Sayago, J. T. Bastos

RESUMO

A prática de velocidades inseguras em áreas urbanas representa um desafio para a segurança viária, especialmente em cidades marcadas por desigualdades socioeconômicas. O objetivo deste estudo é verificar se há uma associação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda no cenário de Curitiba-PR. A metodologia envolveu a análise de indicadores de velocidades inseguras (obtidos a partir de uma base de dados naturalísticos de direção) e o percentual de rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* em salários mínimos. Indicadores auxiliares sobre a qualidade do pavimento, densidade de radares e semáforos foram considerados para explorar a influência da infraestrutura viária. Os resultados, evidenciaram maior ocorrência de velocidades elevadas em áreas de menor renda. Adicionalmente, verificou-se que quanto maior a renda, melhor a qualidade da infraestrutura viária. Constatou-se que a desigualdade na distribuição de investimentos em infraestrutura contribui para uma maior exposição ao risco em áreas de menor renda.

1 INTRODUÇÃO

De acordo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a velocidade excessiva ou inadequada contribui para aproximadamente uma em cada três mortes no trânsito em todo o mundo e que um aumento de 1 km/h na velocidade média dos veículos resulta em um aumento de 4% a 5% nos sinistros fatais (WHO, 2017). Velocidades abaixo dos 30 km/h reduzem significativamente o risco de mortes no trânsito, pois usuários mais vulneráveis das vias (pedestres, ciclistas e motociclistas) apresentam mais chances de sobreviveram a impactos de até 30 km/h. Já ocupantes de veículos apresentam boas chances de sobrevivência em impacto transversal em velocidade até 50 km/h e em impactos frontais em velocidade até 70 km/h (WHO, 2023a; WRI, 2016)

A Organização Mundial da Saúde menciona que, dos 163 países que informaram ter leis sobre excesso de velocidade, 57 estão em conformidade com as práticas recomendadas , estabelecendo que a velocidade máxima em vias urbanas seja de 50 km/h. Além disso, a OMS também recomenda que a velocidade máxima não exceda 30 km/h em áreas residenciais ou áreas com alta concentração de pedestres (WHO, 2023).

Fatores como o número de faixas, o tipo de via e o limite de velocidade estabelecido apresentam um impacto significativo sobre a propensão de exceder os limites de

velocidade (Wang *et al.*, 2022). Complementarmente, Bogdan *et al.* (2014) identificaram que quando os condutores estão sob pressão de tempo, eles tendem a desconsiderar os limites de velocidade. Ellison e Greaves (2015), por sua vez, observaram que os condutores tendem a superestimar a economia de tempo associada ao excesso de velocidade.

O tipo de via pode influenciar significativamente a prevalência do excesso de velocidade e suas consequências. Nos Estados Unidos, de acordo com dados sobre fatalidades em sinistros relacionados ao excesso de velocidade por tipo de via em 2021, 13% ocorreram em estradas interestaduais, rurais e urbanas combinadas, enquanto 87% das fatalidades relacionadas ao excesso de velocidade ocorreram em estradas não interestaduais (locais, estaduais, rurais) conforme relatado pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2021).

Olmez *et al.* (2021) destacam que a densidade populacional nas áreas urbanas das cidades é maior do que nas áreas rurais, o que significa que as pessoas estão mais expostas a sinistros de trânsito devido às demandas de deslocamentos derivadas das necessidades de trabalho, estudo, lazer, comércio, entre outras, em um ambiente dinâmico e complexo. Para Andrade *et al.* (2020), a segurança nas vias urbanas desempenha um papel fundamental nas decisões de moradia e localização comercial.

De acordo com Gomes *et al.* (2015), em áreas com menor poder aquisitivo, uma possível maior gravidade dos sinistros pode estar relacionada a uma maior quantidade de viagens não motorizadas ou a uma infraestrutura rodoviária precária. Além disso, segundo Obelheiro *et al.* (2019), vários fatores relacionados à renda podem influenciar o risco de sinistros, como a propriedade do veículo, a idade do veículo e as condições de manutenção, a tolerância ao risco e a qualidade geral do ambiente viário em áreas com diferentes níveis de renda.

Conforme apontado por Dumbaugh *et al.* (2022) em um estudo realizado na Flórida, as áreas de baixa renda tendem a se aglomerar fora do núcleo urbano, o que significa que é muito provável que uma parte significativa do tráfego nas principais artérias dessas áreas seja composta por pessoas que moram em outros lugares e passam por essas áreas para chegar ao centro da cidade. O estudo identificou que as vias arteriais estão associadas a três vezes mais mortes e ferimentos em áreas de baixa renda em comparação com áreas de renda mais alta. Os autores argumentam que tais disparidades parecem se dever menos à estrutura viária em si e mais ao fato de que as populações de baixa renda estão localizadas ao longo das principais vias arteriais regionais, principalmente localizadas na periferia, onde são transportados volumes muito maiores de tráfego do que em áreas mais ricas.

Utilizando o cenário de Curitiba (Brasil), Bittencourt e Faria (2021) abordam que as obras em áreas precárias da cidade geralmente são projetos de construção essenciais, mas não abordam a vulnerabilidade da infraestrutura viária nem melhoram a qualidade dos deslocamentos urbanos. Isso perpetua a desigualdade territorial, pois o investimento em pavimentação, iluminação e drenagem urbana não é distribuído de forma equitativa. Nas cidades brasileiras, essa desigualdade se reflete na distribuição espacial dos recursos, onde grandes projetos de infraestrutura viária, como pontes e viadutos nos centros urbanos, contrastam com o asfaltamento ou recapeamento limitado nas áreas periféricas. Essa segregação no investimento em infraestrutura viária perpetua as condições de desigualdade.

O objetivo deste trabalho é verificar se há uma relação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda no cenário de Curitiba-PR. O estudo incluiu obtenção de indicadores relacionados à prática de velocidades inseguras e indicadores relacionados ao nível de renda considerando a unidade geográfica dos bairros da cidade. Tais indicadores foram obtidos a partir de uma base de dados naturalísticos de direção existente para o município. Além disso, foram utilizados indicadores auxiliares relacionados à qualidade do pavimento, densidade de radares e densidade de semáforos para melhor explorar a interferência da infraestrutura viária disponível na relação sob investigação (velocidade insegura x renda).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata da análise das velocidades inseguras em relação aos níveis de renda dos 75 bairros que compõem a cidade de Curitiba, PR. As medidas de velocidade foram obtidas a partir de dados naturalísticos de direção. O termo "velocidade insegura" utilizado neste documento se refere a velocidades acima do recomendado para ambientes urbanos segundo a abordagem dos sistemas seguros, sendo considerado o valor de 40 km/h. O valor limite de 40 km/h foi adotado tomando como base o limite de velocidade das vias locais usualmente adotado na cidade sendo, portanto, um valor de referência para ambientes com prioridade de acesso. Foram também consideradas as categorias de velocidades inseguras acima de 50 e 60 km/h. Dessa forma, não é feita referência ao limite de velocidade da via que, por si só, já pode apresentar um valor de velocidade insegura.

Como dado de renda, foi utilizado o percentual de famílias segundo faixa de renda em cada bairro. Indicadores auxiliares sobre a qualidade do pavimento, a densidade de radares de velocidade e a densidade de semáforos também foram empregados para ampliar a compreensão de como aspectos físicos e operacionais da infraestrutura viária podem influenciar na relação sob investigação.

2.1 Dados naturalísticos de velocidade

A coleta de dados de velocidade foi realizada a partir do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS-BR*), uma pesquisa como foco o monitoramento da tarefa de condução cotidiana dos participantes. O veículo do próprio condutor participante foi instrumentado com câmeras de vídeo e receptor *Global Positioning System* (*GPS*). O receptor *GPS* permite o registro de dados de posição geográfica e velocidade segundo a segundo do início ao fim de cada viagem realizada.

A obtenção de dados do *NDS-BR* teve início em agosto de 2019 e estendeu-se até dezembro de 2021. Foram coletadas informações de 32 condutores participantes, os quais aderiram ao estudo por meio de divulgação em redes sociais. A faixa etária dos condutores variou entre 21 e 63 anos, com 18 participantes do sexo feminino e 14 do sexo masculino. A experiência de direção dos participantes variou de 2 a 38 anos, de todos eles 27 residiam em Curitiba, enquanto cinco moravam em cidades vizinhas dentro da Região Metropolitana.

A duração da coleta de dados para cada condutor oscilou entre 5 e 20 dias. A plataforma de coleta de dados foi desenvolvida para ser ativada e começar a coletar dados assim que o veículo for ligado. Ao todo, foram realizadas 1.002 viagens, totalizando 381,45 horas de

direção e uma distância percorrida de 9.443,83 km. É importante ressaltar que durante a coleta de dados não foram estabelecidas rotas definidas, o que significa que cada condutor tinha total liberdade para escolher quando fazer uma viagem e sua rota específica. Todos os dados foram agregados em uma única planilha, codificados por condutor e viagem, com registros a cada segundo, facilitando a visualização e análise dos dados, especialmente em relação à velocidade

2.2 Dados de renda e infraestrutura viária

A cidade de Curitiba, como muitas outras metrópoles, demonstra uma grande amplitude de níveis de renda, evidenciando uma diversidade socioeconômica entre suas distintas regiões e os bairros. Este estudo utilizou dados sobre os níveis socioeconômicos existentes em Curitiba registrados no censo demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Nesses dados foi possível verificar a qualificação dos níveis socioeconômicos de acordo com os domicílios particulares permanentes, por classes de rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* em salários mínimos na cidade de acordo com o (IPPUC, 2015a) conforme demonstrado na Figura 1. Vale ressaltar que o salário mínimo em 2010 era de R$ 510,00.

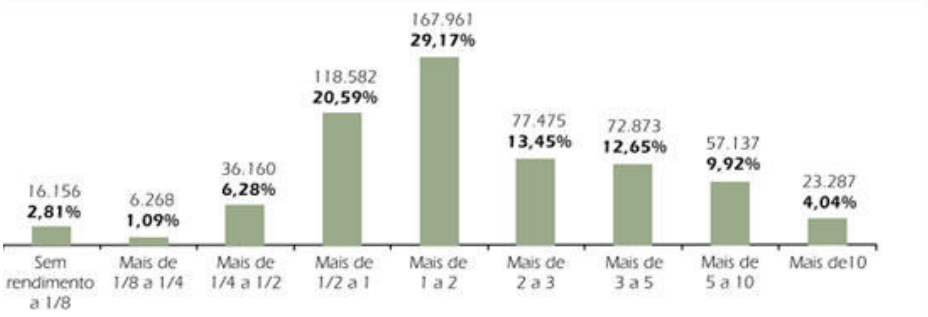


Fig. 1 Faixas de renda domiciliar per capita em salários mínimos – Curitiba. Fonte. (IPPUC, 2015a)

Os dados disponíveis são tabulados em domicílios particulares permanentes por classes de rendimento domiciliar *per capita* para cada bairro, variando de sem rendimento até mais de 5 salários mínimos. Esses dados foram utilizados para calcular os indicadores de porcentagem de domicílios com renda maior que 2, 3 e 5 salários mínimos em cada bairro de Curitiba.

Além dos níveis de renda, foram usados indicadores complementares associados à infraestrutura viária que abordam a qualidade do pavimento, a densidade de radares de velocidade e a densidade de semáforos, conforme mencionado acima, para melhor atingir o objetivo deste estudo.

Em relação ao pavimento, os dados também foram obtidos do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2022), através de um mapa relacionado à pavimentação. Os tipos de pavimentação representados no mapa incluem pavimentação alternativa, asfalto, bloco de concreto, calçadão, concreto, paralelepípedo, pedra irregular, saibro, tratamento superficial betuminoso (TSB) e TSB recape, como mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação de pavimentação

CLASSE	*TIPO*
ASFALTO	asfalto
CONCRETO	concreto
	bloco de concreto
	calçadão
PAVIMENTAÇÃO ALTERNATIVA	alternativo
	tsb recape
	tsb
PEDRA	paralelepípedo
	pedra irregular
SAIBRO	Saibro

Fonte. (IPPUC, 2022)

A base de dados geográficos dos dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade (radares) foi disponibilizada pela Secretaria Municipal de Defesa Social e Trânsito do Município de Curitiba (SETRAN, 2020). Com essa base georreferenciada, foi possível localizar esses dispositivos e calcular a densidade de radares por bairro. Da mesma maneira, os dados de localização dos semáforos foram disponibilizados pelo IPPUC (2021), possibilitando o cálculo da densidade de semáforos por bairros de Curitiba.

2.3 Cálculo dos indicadores e análise dos dados

Os indicadores referentes à prática de velocidades inseguras foram o percentual do tempo percorrido em faixas de velocidade acima de 40 (V_1), 50 (V_2) e 60 km/h (V_3).

Em relação à renda, foram calculados três indicadores: o percentual de domicílios com renda superior a 2 salários mínimos per capita (R_1), superior a 3 salários mínimos per capita (R_2) e a mais de 5 salários mínimos per capita (R3). Uma vez que os dados já foram coletados na forma da Tabela 2, não foi necessário realizar ajustes adicionais para o cálculo dos indicadores. Como esses dados de renda estavam desagregados por bairro, os demais indicadores de velocidade e pavimentação também foram calculados considerando essa mesma desagregação por bairro, permitindo assim fazer análises de correlação entre eles.

Os dados de pavimentação consistem em informações espaciais de geometria linear, que seguem a configuração da via. Por outro lado, os dados de velocidade são representados por geometria pontual, indicando as coordenadas para cada segundo de uma viagem de um condutor. Para associar os dados de pavimentação aos dados de velocidade, utilizou-se o *software* QGIS. Foram criados *buffers* que acompanham o lado direito e esquerdo da via, cada um com 10 metros de largura. Em seguida, utilizando junção espacial, uma nova tabela de atributos foi gerada. Essa tabela relaciona cada ponto de velocidade com seus atributos originais, além do tipo de pavimentação conforme a sobreposição com o *buffer* linear. Em relação à pavimentação, os indicadores foram o percentual do tempo percorrido sob asfalto, bloco ou concreto (P_1), consideradas as pavimentações de melhor qualidade, e o percentual do tempo percorrido sob pavimento alternativo, asfalto, bloco e concreto (P_2), também consideradas como pavimentos de boa qualidade, ainda que inferior à P_1.

Tabela 2. Indicadores segundo percentual de domicílios de renda per capita por bairro

Bairro	Indicadores			Bairro	Indicadores		
	R_1	R_2	R_3		R_1	R_2	R_3
Abranches	32,12%	19,06%	8,26%	Hugo Lange	75,11%	63,05%	41,32%
Água Verde	79,01%	65,54%	42,78%	Jardim Botânico	61,12%	45,58%	24,23%
Ahú	74,32%	62,45%	40,59%	Jardim das Américas	68,49%	50,44%	26,12%
Alto Boqueirão	24,64%	10,44%	2,46%	Jardim Social	79,15%	68,81%	47,29%
Alto da Glória	82,40%	69,84%	45,99%	Juvevê	80,59%	68,91%	47,75%
Alto da Rua XV	77,51%	63,68%	40,62%	Lamenha Pequena	11,65%	5,52%	1,84%
Atuba	37,08%	21,53%	8,42%	Lindóia	29,24%	14,80%	4,87%
Augusta	15,06%	5,97%	2,23%	Mercês	64,36%	49,18%	29,18%
Bacacheri	69,52%	51,54%	27,50%	Mossunguê	71,31%	60,67%	44,92%
Bairro Alto	34,79%	18,82%	6,89%	Novo Mundo	41,50%	24,85%	9,62%
Barreirinha	36,44%	20,49%	7,81%	Orleans	39,59%	24,54%	10,86%
Batel	76,90%	69,56%	54,48%	Parolin	35,69%	24,45%	12,21%
Bigorrilho	82,14%	71,95%	51,02%	Pilarzinho	36,68%	23,21%	10,64%
Boa Vista	51,45%	34,06%	16,18%	Pinheirinho	22,15%	9,95%	2,76%
Bom Retiro	62,75%	46,57%	26,66%	Portão	62,55%	45,00%	22,46%
Boqueirão	34,82%	18,54%	6,26%	Prado Velho	17,27%	9,22%	3,34%
Butiatuvinha	30,52%	18,73%	9,77%	Rebouças	67,56%	50,90%	28,84%
Cabral	81,30%	70,80%	50,45%	Riviera	14,28%	6,59%	1,10%
Cachoeira	19,39%	8,58%	2,57%	Santa Cândida	30,31%	16,58%	5,89%
Cajuru	23,49%	11,66%	3,83%	Santa Felicidade	46,06%	31,10%	16,05%
Campina do Siqueira	65,41%	49,05%	29,98%	Santa Quitéria	44,74%	29,59%	13,64%
Campo Comprido	46,60%	30,77%	16,85%	Santo Inácio	46,87%	31,85%	17,57%
Campo de Santana	9,31%	2,82%	0,51%	São Braz	37,49%	22,91%	11,09%
Capão da Imbuia	40,56%	23,28%	8,81%	São Francisco	69,47%	51,03%	28,71%
Capão Raso	35,95%	19,84%	6,89%	São João	35,75%	23,57%	14,68%
Cascatinha	56,47%	42,06%	25,47%	São Lourenço	65,88%	51,24%	30,91%
Caximba	7,22%	2,22%	0,97%	São Miguel	7,70%	2,81%	0,74%
Centro	69,33%	53,58%	32,52%	Seminário	73,83%	59,45%	39,37%
Centro Cívico	83,07%	69,76%	46,36%	Sítio Cercado	15,76%	5,34%	1,12%
Cidade Industrial	18,70%	7,45%	1,99%	Taboão	40,91%	26,74%	13,82%
Cristo Rei	80,43%	65,83%	41,60%	Tarumã	64,31%	47,77%	26,28%
Fanny	42,04%	23,92%	7,66%	Tatuquara	8,13%	2,21%	0,44%
Fazendinha	29,93%	14,96%	4,16%	Tingui	46,16%	29,29%	11,68%
Ganchinho	8,51%	3,04%	0,62%	Uberaba	30,30%	17,97%	7,83%
Guabirotuba	55,88%	39,31%	19,91%	Umbará	15,76%	5,90%	1,81%
Guaíra	39,59%	23,48%	9,39%	Vila Izabel	72,39%	57,80%	34,76%
Hauer	45,26%	27,33%	11,24%	Vista Alegre	54,38%	40,35%	22,93%
				Xaxim	30,11%	15,19%	4,96%

Nota: As porcentagens correspondem ao número de domicílios de acordo com as classes de renda nominal mensal per capita com relação ao total de domicílios por bairro.

Fonte. (IPPUC, 2015b)

O cálculo da densidade de radares (F_1) se baseou na razão entre a quantidade de radares e o comprimento total das vias dentro de um mesmo bairro, assim, resultado em um índice de quantidade por quilômetros de via. O cálculo de extensão de vias foi feito com base nos dados de eixos viários do *OpenStreetMap* (OpenStreetMap Contributors, 2024). O cálculo da densidade de semáforos (S_1) foi elaborado de forma similar.

2.4 Análise de correlações e testes de hipóteses

Para a verificação da relação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda foram obtidos os coeficientes de correlação de Spearman para os indicadores calculados, par a par. Na sequência, também par a par, foi conduzido o teste Mann-Whitney, separando-se os bairros em dois grupos: um com valores acima da média e outro com valores abaixo da média, sempre tomando como referência para a divisão o valor do indicador de velocidade insegura (V_1, V_2 ou V_3). Em ambos os casos, foram considerados apenas os valores estatisticamente significativos para um nível de confiança de 95%. A escolha do coeficiente de correlação de Spearman e do teste de comparação de medianas de Mann-Whitney justifica-se pela dispensa de verificação da normalidade dos dados para a realização dos testes de significância estatística. Os cálculos foram realizados com o uso da linguagem de programação R (R Core Team, 2024). O código utilizado está disponível no GitHub (Santos, 2024).

3 RESULTADOS

Os resultados são apresentados e discutidos a partir da análise das correlações entre os indicadores obtidos e a partir dos testes estatísticos de comparação de medianas. O correlograma da Figura 2 contém os coeficientes de correlação par a par entre os indicadores. Foi observada uma correlação inversa e estatisticamente significativa entre a prática de velocidades inseguras (indicador V_1 – percentual de tempo de viagem em velocidades superiores a 40 km/h) e o nível de renda (todos os indicadores – R_1, R_2, R_3) e a 40 km/h (V_1).

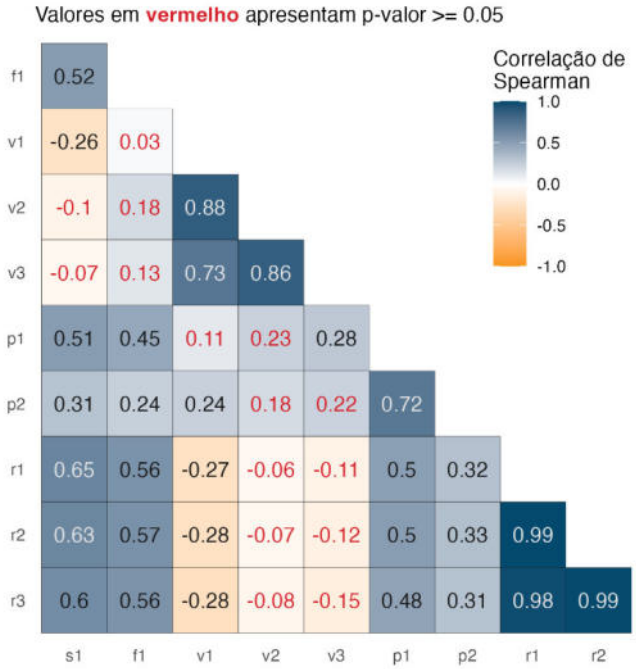


Fig. 2 Correlograma (Spearman). Fonte. Os Autores

Além disso, para obter uma compreensão mais ampla sobre os fatores envolvidos na correlação entre as velocidades praticadas e a renda dos bairros, foram obtidos indicadores auxiliares referentes à condição do pavimento (P_1, P_2), densidade de semáforos (S_1) e densidade de radares (F_1). Isso resultou em uma correlação direta e estatisticamente significativa entre P_2 e V_1 (0,24), indicando que quanto melhor a condição do pavimento, maior a velocidade praticada. Além disso, verificou-se uma correlação inversa e estatisticamente significativa entre S_1 e V_1 = -0.26, sugerindo que quanto maior a densidade de semáforos, menor a velocidade praticada.

Finalmente, foram observadas correlações diretas e estatisticamente significativas entre a renda e os indicadores de pavimento, semáforos e radares, ou seja, quanto maior a faixa de renda, melhor a qualidade do pavimento, maior a densidade de semáforos e maior a densidade de radares. Os valores obtidos para as correlações par a par "renda e qualidade do pavimento" encontram-se listados seguir: R_1 e P_1 = 0,50; R_1 e P_2 = 0,32; R_2 e P_1 = 0,50; R_2 e P_2 = 0,33; R_3 e P_1 = 0,48; R_3 e P_2 = 0,31. Os valores obtidos para as correlações par a par "renda e densidade de semáforos" foram: R_1 e S_1 = 0,65; R_2 e S_1 = 0,63; R_3 e S_1 = 0,60, indicando que quanto maior a renda, maior a densidade de semáforos. Os valores obtidos para as correlações par a par "renda e densidade de radares" foram: R_1 e F_1 = 0,56; R_2 e F_1 = 0,57; R_3 e F_1 = 0,56.

Os resultados para o teste de comparação de medianas de Mann-Whitney indicam que há diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o indicador de velocidade insegura (V_3) e os indicadores de nível de renda R_2 (estatística de teste W = 678 e p-valor = 0,047) e R_3 (estatística de teste W = 699 e p-valor = 0,025). Além disso, foi encontrada diferença estatisticamente significativa para a comparação entre o indicador de velocidade V_1 e o indicador de densidade de semáforos S_1 (estatística de teste W = 828 e p-valor = 0,043). Na Figura 3 a seguir podem ser visualizados os boxplots para os parâmetros com resultados estatisticamente significativos.

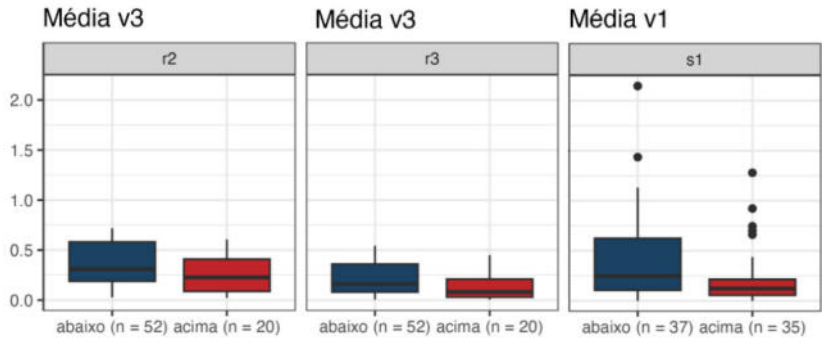


Fig. 3 Boxplots para os resultados estatisticamente significativos para o teste de Mann-Whitney. Fonte. Os Autores

Valores abaixo da média para o indicador de velocidade insegura V_3 correspondem a valores mais elevados para as medidas de posição indicadas no gráfico (mediana, 1º e 3º quartis) para os indicadores de renda R_2 e R_3 dos bairros. Adicionalmente, valores abaixo da média para o indicador de velocidade insegura V_1 correspondem a valores mais elevados para as medidas de posição indicadas no gráfico (mediana, 1º e 3º quartis) para o indicador de densidade de semáforos S_1.

4 CONCLUSÕES

A relação entre a renda da população residente nos diferentes bairros de Curitiba (representada por R_1, R_2 e R_3) e a velocidade (representada por V_1) pôde ser verificada neste estudo, tendo em vista o valor de correlação inversa estatisticamente significativo encontrado. A análise da correção com indicadores auxiliares proporcionou uma compreensão mais abrangente dessa relação, evidenciando que rendas mais altas estão associadas a maiores densidades de semáforos e radares, ambos dispositivos que contribuem para a gestão da velocidade e, consequentemente, para a redução das velocidades praticadas. Além disso, observou-se que bairros com maior renda tendem a apresentar um pavimento de melhor qualidade, o que, por sua vez, devido à presença mais intensa de semáforos e radares, mantém a direção da correlação entre a velocidade praticada e a renda. Os resultados do teste de comparação de medianas indicou diferenças estatisticamente significativas para a renda da população residente nos diferentes bairros de Curitiba (representada por R_2 e R_3) e a velocidade insegura (representada por V_3), assim como para a densidade de semáforos (S_1) e a velocidade insegura (V_1).

Dessa forma, a presente pesquisa evidenciou maior ocorrência de velocidades inseguras para o ambiente urbano em áreas de menor renda. Esse fenômeno representa mais um fator de vulnerabilidade para a população que utiliza meios de transporte a pé, bicicleta ou motocicleta. A vulnerabilidade desses modos de transporte às velocidades inseguras é acentuada devido à sua maior exposição aos riscos associados às práticas de condução de veículos automotores.

Adicionalmente, os resultados destacam a importância de que as medidas destinadas à melhoria das condições de rolamento do pavimento sejam complementadas por iniciativas de gestão da velocidade. A qualidade das vias, entendida como a adequação e a eficiência da infraestrutura viária para garantir um fluxo de tráfego seguro e confortável, desempenha um papel importante nesse cenário. A infraestrutura viária de qualidade não só oferece uma estrutura segura para a mobilidade, mas também atua como um regulador natural da prática de velocidades inseguras.

Embora semáforos e radares sejam exemplos comuns de tais medidas, as soluções não estão restritas a esses dispositivos. A implementação de estratégias que promovam uma condução mais segura, como a calibração adequada dos limites de velocidade, o desenho urbano que incentiva a prática de velocidades seguras e a conscientização dos condutores, também desempenha um papel crucial para reduzir a prática de velocidades inseguras estimulada pelo conforto na circulação.

Outro aspecto relevante revelado por esta análise é a aparente concentração de investimentos em medidas de controle de tráfego e gestão da velocidade em bairros de maior renda. Ainda que esta relação necessite ser melhor verificada, essa tendência contribui para a ampliação das disparidades em termos de infraestrutura urbana, acentuando as desigualdades em áreas de menor renda.

Finalmente, é importante mencionar que a correlação positiva entre a velocidade e a qualidade do pavimento como uma limitação do estudo. Esta correlação pode ser influenciada por variáveis não controladas que não foram abordadas na análise atual e capazes de afetar a relação entre a qualidade do pavimento e a velocidade do tráfego de maneiras complexas e não consideradas neste estudo. Portanto, para investigações futuras,

é recomendável incluir e analisar mais detalhadamente variáveis não controladas (por exemplo, a sinalização de trânsito e características de uso do solo). Estudos que levem em conta esses fatores podem fornecer uma compreensão mais completa e precisa da relação entre a qualidade do pavimento e a velocidade do tráfego, ajudando assim a gestão da segurança viária e a melhoria da infraestrutura urbana.

5 REFERÊNCIAS

Andrade, M. P., Brilhante, Í. da S., Braga, I. Y. G. de L., Andrade, N. P.; Dias, C., 2020. Diagnóstico das condições de infraestrutura viária de João Pessoa-PB com base no índice de mobilidade urbana sustentável. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. 100% Digital, Brasil. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Mobilidade%20e%20Acessibilidade/7_434_AC.pdf . Acesso em: 01/04/2024.

Bittencourt, T. A., Faria, J. R. V. de, 2021. Distribuição de investimentos públicos, infraestrutura urbana e desigualdade socioespacial em Curitiba. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana** 13. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190300 . Acesso em: 07/04/2024.

Bogdan, S. R., Havârneanu, G. M., Havârneanu, C. E., 2014. Contextual Determinants of Speeding: Time Pressure and Police Control in Urban and Non-urban Areas. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 127, 581–585. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.314 . Acesso em: 13/03/2024.

Dumbaugh, E., Li, Y., Saha, D., Marshall, W., 2022. Why do lower-income areas experience worse road safety outcomes? Examining the role of the built environment in Orange County, Florida. **Transportation Reseach Interdisciplinary Perspectives** 16, 100696. Disponível em: https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2022.100696 . Acesso em: 01/04/2024.

Ellison, A. B., Greaves, S. P., 2015. Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk? **Accident Analysis and Prevention** 85, 239–247. Disponível em: https://doi.org/10.1016/J.AAP.2015.09.018 . Acesso em: 08/12/2023.

Gomes, M. J. T. L., Torres, C. A., Oliveira Neto, F. M. de, Cunto, F. J. C., 2015. Análise exploratória para a modelagem da frequência de acidentes de trânsito agregados ao nível de zonas de tráfego. **Transportes** 23, 42. Disponível em: https://doi.org/10.14295/transportes.v23i4.927 . Acesso em: 10/04/2024.

IBGE, 2010. Censo Demográfico 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/23/22787 . Acesso em: 09/04/2024.

IPPUC, 2021. Dados Geográficos. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm. . Acesso em: 09/04/2024.

IPPUC, 2022. Malha Viária - Por Classe e Tipo de Pavimento. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: https://infocuritiba.ippuc.org.br/ . Acesso em: 02/04/2024.

IPPUC, 2015a. Perfil Físico-Territorial e Socioeconômico - Nossa Curitiba. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: https://ippuc.org.br/estudos-e-analises?backTo=to%255Bname%255D%3DPagina%26to%255Bparams%255D%255Bslug%255D%3Dpesquisa-e-informacoes%26page%3D%25C3%25A0%2520Pesquisa%2520e%2520Informa%25C3%25A7%25C3%25B5es . Acesso em: 05/04/2024.

IPPUC, 2015b. Perfil físico-territorial e socioeconômico - 75 bairros de curitiba. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: https://ippuc.org.br/estudos-e-analises?backTo=to%255Bname%255D%3DPagina%26to%255Bparams%255D%255Bslug%255D%3Dpesquisa-e-informacoes%26page%3D%25C3%25A0%2520Pesquisa%2520e%2520Informa%25C3%25A7%25C3%25B5es . Acesso em: 06/04/2024.

NHTSA, 2021. Traffic Safety Facts 2021 Data. **National Highway Traffic Safety Administration**, Estados Unidos. Disponível em: https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813473 . Acesso em: 28/03/2024.

OpenStreetMap Contributors, 2024. Planet dump retrieved from https://planet.osm.org. Disponível em: https://www.openstreetmap.org. Acesso em 21/02/2024.

Obelheiro, M. R., Silva, A. R., Nodari, C. T., 2019. Uma análise da relação entre ambiente construído e acidentes de trânsito em zonas de tráfego. **Anais do 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Balneário Camboriú, Brasil. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Tr%C3%A1fego%20Urbano%20e%20Rodovi%C3%A1rio/Seguran%C3%A7a%20Vi%C3%A1ria%20IV/6_789_AC.pdf . Acesso em 19/03/2024.

Olmez, S., Douglas-Mann, L., Manley, E., Suchak, K., Heppenstall, A., Birks, D., Whipp, A., 2021. Exploring the Impact of Driver Adherence to Speed Limits and the Interdependence of Roadside Collisions in an Urban Environment: An Agent-Based Modelling Approach. **Applied Sciences** 11, 5336. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app11125336 . Acesso em 11/02/2024.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**, 2024.

Santos, P. A. B. pluris-resumo-velocidades. , maio 2024. Disponível em: https://github.com/ONSV/pluris-resumo-velocidades

SETRAN, 2020. Radares em Curitiba - PR. Curitiba: **Secretaria Municipal de Defesa Social e Transito de Curitiba**. Disponível em: https://transito.curitiba.pr.gov.br/servicos/busca/1 . Acesso em: 09/11/2022.

Wang, C., Xia, Y., Chen, F., Cheng, J., Wang, Z., 2022. Assessment of Two-Vehicle and Multi-Vehicle Freeway Rear-End Crashes in China: Accommodating Spatiotemporal Shifts. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 19, 10282. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph191610282 . Acesso em 12/11/2023.

WHO, 2023a. Speed management - A road safety manual for decision-makers and practitioners, 2a Edição. **World Health Organization**. Disponível em: https://www.who.int/publications/m/item/speed-management--a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners.-2nd-edition . Acesso em 04/04/2024.

WHO, 2023b. Global status report on road safety 2023. **World Health Organization**. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517 . Acesso em 04/04/2024.

WHO, 2017. Speed management key to saving lives, making cities more liveable. **World Health Organization** Disponível em: https://www.who.int/news/item/05-05-2017-speed-management-key-to-saving-lives-making-cities-more-liveable . Acesso em 24/04/2024.

WRI, 2016. O Desenho de Cidades Seguras. **World Resources Institute – WRI Brasil**. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/o-desenho-de-cidades-seguras . Acesso em 03/04/2024.

ANÁLISE DE DEMANDA POTENCIAL DE USUÁRIOS DO APLICATIVO *INDRIVE* PARA VIAGENS URBANAS

M. S. Garcia, S. S. Jesus e C. S. Pitombo

RESUMO

O serviço de *ridesourcing* tem gerado impactos positivos e negativos na mobilidade urbana, relacionados à complementariedade e substituição do Transporte Público (TP), respectivamente. Assim, avaliar a demanda potencial de novos serviços de *ridesourcing* é de suma importância para as propostas de políticas em prol da mobilidade sustentável. Este artigo se propõe a analisar a demanda potencial de usuários do aplicativo *InDrive* para viagens urbanas. Para isso, foram aplicados questionários *online* de pesquisa de Preferência Revelada e Declarada e calibrado um modelo *Logit Multinomial* para a estimativa de parâmetros e análise dos cenários propostos. Os parâmetros estimados sugerem que pessoas com menor nível de renda e idade mais avançada tendem a escolher o *InDrive* em detrimento de outros aplicativos. Também, a possibilidade de negociar a tarifa atrai usuários que estão insatisfeitos com as tarifas apresentadas por outros aplicativos e buscam preços mais competitivos com a tarifa de TP. A despeito da ainda baixa popularidade do *InDrive*, a inserção de novos aplicativos de transporte sob demanda pode acarretar migração do TP para o *ridesourcing* de uma nova parcela da população, tornando-se necessário proposições de políticas de transporte com objetivo de mitigar possível comportamento.

1 INTRODUÇÃO

Os serviços de transporte sob demanda, também conhecidos como *ridesourcing*, surgiram no Brasil em 2014 e foram ganhando popularização com o aumento do uso de tecnologias (Costa, 2022; Sá e Pitombo, 2019). Diversos autores denominam esta forma de transporte como *ridesourcing* (Dawes, 2016; Henao, 2017; Rayle *et al.*, 2016; Sá e Pitombo, 2019), podendo-se encontrar outras denominações na literatura, como, *ride-hailing*, *real-time ridesharing*, *app-based ride services*, *transportation network companies*, e *tailored taxi*. Porém, todas remetem à mesma tecnologia tão presente na vida cotidiana atual, os serviços de transporte sob demanda por meio de aplicativos. No Brasil, atualmente os serviços mais conhecidos são o *Uber* e *99*.

Estes serviços de transporte podem influenciar o sistema de mobilidade urbana, na medida em que essas soluções ganham espaço como alternativa e complemento aos modos de transporte convencionais devido à praticidade e simplicidade, somados à insuficiência da infraestrutura e oferta de transporte público em muitas cidades brasileiras (Warwar e Pereira, 2022). Em relatório divulgado pela *Uber*, em parceria com a consultoria *Public First*, principal aplicativo de *ridesourcing*, em 2021 a plataforma obteve 30 milhões de usuários

ativos no Brasil, estimando uma geração de R$ 36 bilhões de valor, entre recursos repassados aos motoristas parceiros e o impacto em outras atividades. Entre os principais motivos citados pelos usuários, 75% afirmam ser mais fácil voltar para casa à noite do que antes da plataforma existir e 66% dizem utilizar para chegar em locais que o transporte público não chega (Estigarríbia, 2023).

Apesar de já existirem aplicativos considerados tradicionais, surgem cada vez mais concorrentes neste mercado. Entre estes, está o *InDrive*, aplicativo russo que surgiu da dificuldade de se encontrar viagens por aplicativo e táxi na Sibéria, que fossem realizadas por um preço mais acessível (InDrive, 2024). Como descrito no próprio *website* da empresa controladora do aplicativo de mobilidade, o *InDrive* opera nas maiores áreas metropolitanas, com os níveis mais altos de concorrência. O principal diferencial para os concorrentes é a forma como o preço da viagem é decidido, ou seja, o passageiro determina o preço da viagem e cabe ao motorista aceitar ou realizar uma contraoferta.

O transporte sob demanda pode funcionar como complemento do sistema de transporte público tradicional, ou seja, pode suprir demandas em regiões com baixa oferta de transporte ou atender à necessidade de deslocamento da "primeira/última milha" (Costa, 2022; Kong *et al.,* 2020; Tirachini e Gomez-Lobo, 2020). Entretanto, do ponto de vista da mobilidade sustentável, a ocorrência da substituição do TP pelo *ridesourcing* é mais frequente e preocupante uma vez que pode gerar muitos impactos negativos (Mckane e Hess, 2023; Erhdat *et al*., 2021; Mostofi *et al*., 2020.; Agarwal *et al*., 2019).

A substituição pode implicar em problemas como o aumento do congestionamento, maior emissão de poluentes e diminuição de receita dos sistemas de TP tradicionais (Erhdat *et al*., 2021; Kong *et al.*, 2020; Tirachini e Gomez-Lobo, 2020; Agarwal *et al*., 2019). Diante disto, é de suma importância que a demanda potencial de novos serviços de transporte sob demanda seja avaliada. Assim, é possível identificar os fatores que possam influenciar na escolha do *ridesourcing* em detrimento do TP e desenvolver políticas públicas para melhoria e promoção de modos de transporte sustentáveis.

O objetivo principal deste trabalho é analisar a demanda potencial de usuários do serviço de transporte sob demanda *InDrive* para viagens urbanas. Além disso, realizar uma análise comparativa de escolhas com outros serviços de transporte sob demanda (Uber, 99, etc.), para o caso de viagens urbanas e realizar uma análise qualitativa de cada serviço sob o ponto de vista dos motoristas, no intuito de fazer um levantamento de vantagens, desvantagens e diferenciais de cada plataforma de *ridesourcing.*

Este trabalho está organizado em 5 seções. Após uma breve introdução sobre o *ridesourcing* e suas implicações, é apresentado o *InDrive*, objeto deste estudo, na Seção 2. Em seguida, na Seção 3, são apresentados os materiais e o procedimento metodológico empregados na pesquisa. Na Seção 4 são apresentados os resultados e as discussões e, por fim, são realizadas as considerações finais na Seção 5.

2 DESCRIÇÃO DO SERVIÇO DO *INDRIVE*

O *InDrive,* que surgiu em 2013 na cidade de Yakutsk, na Rússia*,* chegou no Brasil em 2018 e está presente em 140 cidades brasileiras, incluindo todas as capitais estaduais e já soma mais de 22 milhões de *downloads* (InDrive, 2024; Estadão, 2023). O aplicativo oferece os serviços de transporte de passageiros por aplicativo para viagens urbanas, viagens

intermunicipais, além de entrega por entregadores (entrega de pequenos pacotes e mercadorias) e entrega de cargas (serviço de frete para cargas e volumes maiores) (InDrive, 2024). Como foco deste trabalho é avaliar a demanda potencial do aplicativo para viagens de passageiros, a descrição presente nesta seção é relacionada apenas a este tipo de serviço.

A princípio, o aplicativo mostra a localização atual do usuário e requisita qual o destino do passageiro e a forma de pagamento desejada. Baseando-se no destino e na oferta atual, o aplicativo indica uma **"tarifa recomendada"** para a rota. Entretanto, o passageiro pode determinar o quanto deseja pagar pela viagem. Após essa primeira etapa, a viagem demandada irá para os motoristas, que podem acatar a tarifa ou até fazer uma **contraoferta**, adequando ao que seja melhor para ambos. É importante ressaltar que em todos os casos, as viagens ainda dependem de uma avaliação final do passageiro. Nesse momento, aparecerá na tela todos os motoristas e as tarifas acatadas ou sugeridas, inclusive com informações básicas deles, como nome, distância até o passageiro, avaliação baseada em corridas anteriores e modelo do carro. Em seguida, caso seja aceita a corrida por ambas as partes, o motorista irá ao encontro do passageiro e a corrida será realizada conforme combinado.

3 MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi realizado em duas etapas principais. Na primeira etapa foram realizadas entrevistas com motoristas de aplicativo com a finalidade de fazer uma análise qualitativa a respeito dos aplicativos sob o ponto de vista dos motoristas. Na segunda etapa foram aplicados questionários *online* de pesquisa de Preferência Revelada (PR) e Declarada (PD) para análise da demanda potencial para viagens urbanas. Para a realização das análises, foram utilizados os pacotes *Stats, Caret, Rcompanion, Faraway, ResouceSelection, pRoc e Visreg* do *software* RStudio. O fluxograma metodológico da Figura 1ilustra as principais etapas necessárias para a conclusão de ambas as análises.

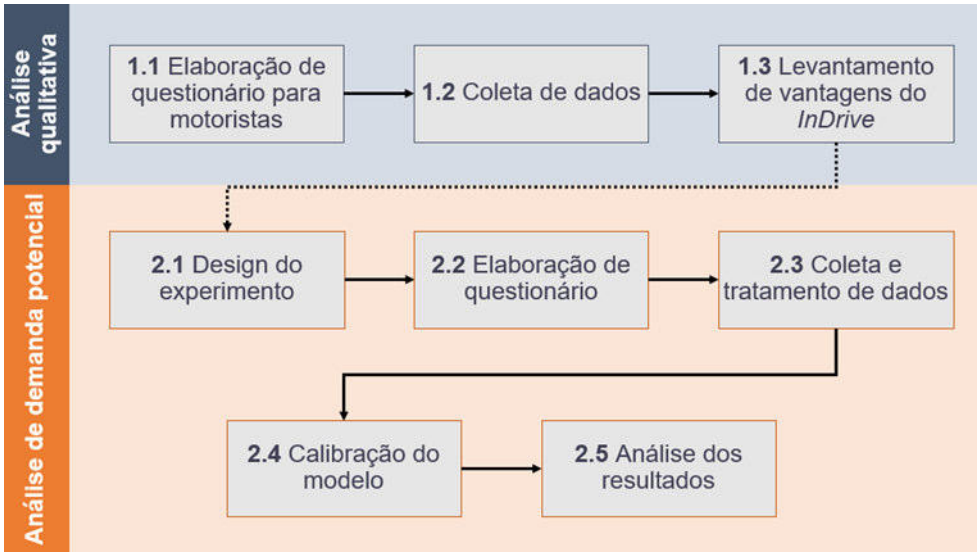


Figura 1 – Fluxograma de atividades associadas ao método

Para a análise qualitativa foram realizadas entrevistas com motoristas (*In-depth Interviews*) nas cidades de São Carlos (SP), São Paulo (SP) e Brasília (DF), entre 01/08/2023 e 31/08/2023 com o objetivo de levantar informações acerca de serviços de transporte sob demanda (*InDrive*, Uber, 99, etc.), a fim de entender melhor como funciona cada aplicativo sob o ponto de vista do motorista. Desta forma, foi elaborado um questionário para

identificar vantagens, desvantagens dos aplicativos e suas particularidades. Além disso, as entrevistas com os motoristas buscavam identificar as preferências de uso dentre os aplicativos existentes e a ciência da existência do *InDrive.*

Na segunda etapa, para a análise da demanda potencial, foi realizada uma análise comparativa de escolhas entre outros serviços de transporte por aplicativo e o *InDrive*, para o caso de viagens urbanas. Nesta etapa, foi definido o *design* ortogonal e determinados os atributos e níveis para obtenção dos cenários necessários para a análise. Em seguida, foi elaborado o questionário contendo dados socioeconômicos e as pesquisas de PR e PD. Assim, foram coletados dados de forma *on-line* e realizado tratamento para remoção de dados ausentes e inconsistentes. O conjunto de alternativas neste trabalho foi: (1) *InDrive*; (0) Aplicativos tradicionais.

Com base na literatura e na entrevista com motoristas, os atributos selecionados foram preço, forma de pagamento e avaliação do motorista (nota associada à quantidade de viagens realizadas). Para determinação do atributo "preço" foram simulados valores nos aplicativos *Uber* e *99* para corridas de aproximadamente 6 quilômetros em São Carlos (SP). Além disso, para o *InDrive*, buscou-se mensurar seu diferencial distintivo, o valor negociável.

Para o atributo "forma de pagamento" Os níveis foram definidos para pagamento diretamente pelo aplicativo, antes da execução da corrida, e para pagamento direto ao motorista ao final. É importante observar que, em algumas localidades, o *InDrive* ainda não disponibiliza a opção de pagamento diretamente pelo aplicativo. No terceiro atributo, "avaliação do motorista", buscou-se identificar se a avaliação dos motoristas teria influência na escolha dos passageiros. Além disso, caracterizou-se os motoristas do *InDrive*, considerando, além da sua nota, a quantidade de viagens realizadas. A Tabela 1 apresenta um resumo dos atributos e níveis para o conjunto de alternativas, tendo sido gerados um total de 6 cenários.

Tabela 1 Atributos e níveis para o conjunto de alternativas

Atributo	**Níveis associados *(InDrive)***	**Níveis associados (Outros Aplicativos)**
Preço (R$)	Valor Negociável; R$ 13,00	R$ 10,00; R$ 15,00
Forma de Pagamento	Pelo App; Acertar com o motorista	Pelo App; Acertar com o motorista
Avaliação do Motorista	5,0; 4,7 ★ (800 viagens)	5,0; 4,7 ★ (6.000 viagens)

Definidos todos os elementos necessários para a pesquisa de PD, foi elaborado o questionário *online*, que compreende 3 seções: (i) Dados Socioeconômicos; (ii) Preferência Revelada; (iii) Preferência Declarada. A coleta de dados foi realizada em diversas regiões do Brasil, em especial no estado de São Paulo, Distrito Federal e Espírito Santo. A pesquisa foi realizada no período de 10 a 20 de outubro de 2023 e coletou 199 respostas de indivíduos.

É importante destacar que método de amostragem não-probabilística conhecido como *snowball sampling*, aplicado neste trabalho, está sujeito a um viés de seleção, especialmente no que diz respeito a uma sobre-representação de indivíduos com maior grau de instrução e renda e em uma sub-representação de indivíduos de baixa renda (Olde-Kalter *et al.*, 2023). Após a coleta de dados, procedeu-se a calibração do modelo. O conjunto de alternativas

relacionadas a escolha pelo serviço/modo de transportes foi: (i) *InDrive*; (valor 1) (ii) Outros aplicativos (valor zero). Desta forma, foi calibrado um modelo *logit binomial* no intuito de verificar o impacto dos atributos das alternativas e dos indivíduos nas escolhas dos diferentes serviços de *ridesourcing*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise qualitativa

A pesquisa qualitativa, realizada com os motoristas de aplicativos, revelou valiosas percepções sobre o aplicativo *InDrive* em relação aos seus concorrentes, como *Uber* e *99*. Em geral, os motoristas demonstraram familiaridade com o *InDrive*, embora a maioria deles prefira utilizar o *Uber* e o *99* como seus aplicativos principais para atender aos passageiros. Várias razões foram apontadas para essa preferência, sendo que o principal motivo está relacionado ao volume de solicitações. Muitos motoristas alegaram que a grande base de usuários do *Uber* e do *99* resulta em uma frequência maior de corridas, tornando essas plataformas mais atrativas.

Além disso, os motoristas ressaltaram a importância do suporte oferecido pelas diferentes plataformas. A *Uber*, em particular, recebeu elogios por sua política de garantir o pagamento das corridas em caso de ocorrências externas ou problemas com passageiros. Essa abordagem proporciona uma maior sensação de segurança para os motoristas, o que é percebido como uma vantagem significativa em relação ao *InDrive* e, em menor grau, ao *99*.

Quando questionados sobre os principais aspectos do *InDrive*, os motoristas apontaram que a forma como as corridas são negociadas tende a diminuir o valor percebido pelos serviços prestados. Isso se deve ao fato de que o *InDrive* adota uma abordagem de concorrência direta, oferecendo a corrida a todos os motoristas disponíveis, ao contrário das demais plataformas que alocam corridas para um único motorista por vez. Essa abordagem gera uma competição intensa com foco no preço mais baixo, o que, por vezes, prejudica a remuneração dos motoristas.

Adicionalmente, os motoristas mencionaram que tendem a usar o *InDrive* principalmente para retornar aos "grandes centros" urbanos, onde as corridas oferecidas pelos aplicativos principais são mais frequentes e lucrativas. Isso sugere que o *InDrive* ainda não conquistou espaço como um dos aplicativos principais para a maioria dos motoristas. Em resumo, a pesquisa revelou que o *InDrive* não é amplamente adotado como o aplicativo principal pelos motoristas de aplicativos devido aos desafios relacionados ao volume de solicitações, suporte e ao modelo de negociação de corridas. A Tabela 2 apresenta um resumo das informações obtidas a partir das entrevistas com os motoristas.

Tabela 2 Vantagens e desvantagens do *InDrive* levantadas pelos motoristas

Vantagens	Desvantagens
Familiaridade com o aplicativo	Preferência por concorrentes
Mais uma alternativa de trabalho	Baixo volume de solicitações
	Suporte e segurança na plataforma deficiente
	Negociação das corridas reduzindo o valor a ser recebido

4.1 Análise da demanda potencial

A Tabela 3 resume as características socioeconômicas da amostra, com a frequência absoluta e relativa de cada variável socioeconômica categórica.

Tabela 3 – Caracterização socioeconômica da amostra

Gênero	**n**	**%**
Feminino	99	50%
Masculino	100	50%
Outro	0	0%
Idade	**n**	**%**
Até 18 anos	0	0%
De 18 a 24 anos	52	26%
25 a 30 anos	29	15%
31 a 40 anos	22	11%
41 a 50 anos	25	13%
51 a 60 anos	48	24%
Acima de 60 anos	23	12%
Grau de escolaridade	**n**	**%**
Ensino Fundamental	1	1%
Ensino Médio	8	4%
Ensino Superior Incompleto	68	34%
Ensino Superior Completo	48	24%
Pós-Graduação	74	37%
Renda (1 salário-mínimo no Brasil em 2023 = R$ 1.320,00)	**n**	**%**
Nenhuma renda	18	9%
Até 1 salário-mínimo	15	8%
De 1 a 3 salários-mínimos	37	19%
De 3 a 6 salários-mínimos	26	13%
De 6 a 9 salários-mínimos	21	11%
De 9 a 12 salários-mínimos	16	8%
Acima de 12 salários-mínimos	66	33%
Nº de automóveis no domicílio	**n**	**%**
0	35	18%
1	60	30%
2	69	35%
3	27	14%
4 ou mais	8	4%

Pode-se observar que a amostra é composta por pessoas com alto poder aquisitivo e alto nível de escolaridade. Dado que, 82% alegaram possuir no mínimo 1 automóvel em sua residência. Além disso, 33% declararam renda superior a 12 salários-mínimos e 61% ensino superior completo ou pós-graduação. A diferença ao se analisar estes mesmos parâmetros com a realidade brasileira é significativa. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, apenas 49,8% dos domicílios possuem automóvel e 20,9% apresentam nível de instrução superior completo ou maior. No entanto, a diferença mais marcante está na renda, pois 67,2% dos brasileiros ganham menos de 2 salários-mínimos (IBGE, 2022).

As características socioeconômicas da amostra não refletem a realidade, logo os seus resultados não podem ser considerados para a população brasileira como um todo. Esse viés amostral pode ser atribuído ao tipo de amostragem não probabilística e também ao tipo de pesquisa realizada - *online*. Ressalta-se que o viés amostral em pesquisas *online* por *snowball sampling* é uma restrição metodológica esperada (Campos *et al.,* 2021; Parker *et al*., 2019).

Em seguida, são caracterizadas as escolhas modais e variáveis relacionadas ao uso de serviços de transporte sob demanda por aplicativos (Tabela 4) considerando a amostra obtida.

Tabela 4 Caracterização do modo de viagem e da utilização de aplicativos de transporte sob demanda

Modo de transporte principal utilizado	**n**	**%**
Automóvel (como motorista)	129	65%
A pé ou bicicleta	22	11%
Aplicativos de transporte sob demanda (*Uber*, *99*, *InDrive* etc.)	20	10%
Transporte público (ônibus, metrô, trem etc.)	16	8%
Automóvel (como carona)	10	5%
Motocicleta	2	1%
Usa aplicativos de transporte sob demanda?	**n**	**%**
Sim	184	92%
Não	15	8%
Aplicativos utilizados	**n**	**%**
Uber	172	86%
99	11	6%
InDrive	0	0%
Outros	3	1%
Não utilizo aplicativos de transporte sob demanda	13	7%
Conhecia o *InDrive*?	**n**	**%**
Sim	81	41%
Não	118	59%
Frequência de utilização dos aplicativos	**n**	**%**
Não usou no último mês	36	18%
Entre 1 e 3 viagens no mês	70	35%
Entre 4 e 5 viagens no mês	41	21%
Entre 6 e 10 viagens no mês	28	14%
Mais de 10 viagens no mês	24	12%

Nota-se que 65% da amostra utiliza o "automóvel como motorista" como seu principal modo de transporte. Apesar disso, 92% utilizam os aplicativos de transporte sob demanda, com domínio dos aplicativos *Uber* (86%) e *99* (6%). É importante observar que o *InDrive* não foi citado com um dos aplicativos utilizados embora 41 % dos respondentes tenham afirmado que conheciam.

De acordo com a consultoria *Boston Consulting Group* (BCG), constatou-se que 55% dos brasileiros pertencentes às classes A, B e C afirmam fazer uso dos serviços de *ridesourcing* pelo menos uma vez por semana. Essa preferência pelo uso de serviços de transporte por aplicativos aumenta proporcionalmente com a classe social do usuário: na classe C, aproximadamente 52% das pessoas utilizam esses aplicativos semanalmente. Já na classe A, esse índice aumenta para expressivos 70% (Capelas, 2023). Valores estes que estão de acordo com o resultado obtido, dado que grande parte da amostra é formada por pessoas de alto poder aquisitivo.

Utilizando uma escala *Likert* variando de 1 a 5, na qual 1 quer dizer muito improvável e 5 muito provável, os usuários foram questionados a respeito do principal motivo de viagem associado à frequência de uso do *Ridesourcing.* A Tabela 5 apresenta os resultados amostrais obtidos.

Tabela 5 Frequência de uso do serviço de transportes por aplicativo para diferentes motivos de viagens.

Frequência de uso do *ridesorcing* por motivos de viagens		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Lazer	n	17	16	21	41	104
	%	9%	8%	11%	21%	**52%**
Trabalho	n	66	46	37	18	32
	%	**33%**	23%	19%	9%	16%
Compras	n	86	33	39	21	20
	%	**43%**	17%	20%	11%	10%
Estudo	n	84	29	42	19	25
	%	**42%**	15%	21%	10%	13%

1. Muito Improvável; 2. Improvável; 3. Neutro; 4. Provável; 5. Muito Provável

Observa-se uma preferência dos usuários a utilizar os aplicativos quando o motivo da viagem é lazer (nível 5 – 52%), enquanto situações mais corriqueiras como trabalho e estudo, geralmente levam o usuário a optar por outro modo de transporte tradicional. Este resultado corrobora os achados anteriores na literatura (Tirachine e Del Río, 2019; Zhong *et al.,* 2018; Rayle *et al.,* 2016). Os usuários também responderam sobre a qualidade dos serviços de transporte sob demanda. Neste caso, o valor 1 da escala *Likert* é para uma condição muito ruim e o valor 5 para uma condição muito boa. Os valores estão sintetizados na Tabela 6.

Tabela 6 – Avaliação da qualidade dos serviços de transportes por aplicativo

Indicador de qualidade do serviço de transporte por aplicativo		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Segurança	n	4	24	59	70	42
	%	2%	12%	**30%**	**35%**	21%
Conforto	n	3	25	76	62	33
	%	2%	13%	**38%**	**31%**	17%
Preço	n	7	30	84	56	22
	%	4%	15%	**42%**	**28%**	11%
Tempo de espera	n	9	29	68	70	23
	%	5%	15%	**34%**	**35%**	12%
Comportamento do motorista	n	5	11	55	84	44
	%	3%	6%	**28%**	**42%**	22%

1. Muito Ruim; 2. Ruim; 3. Regular; 4. Boa; 5. Muito Boa

Quando avaliada a satisfação sobre o uso dos transportes sob demanda por aplicativos, nota-se um nível razoável, já que cerca de 69% de todas as respostas se concentraram nos níveis 3 (Regular) e 4 (Boa) em relação aos aspectos avaliados: segurança, conforto, preço, tempo de espera e comportamento do motorista.

Após a caracterização da amostra segundo características socioeconômicas, Preferência Revelada e satisfação pelo serviço, foi realizada a calibração do modelo *logit multinomial*. Para a calibração de modelo, foi utilizado um banco de dados com 1.194 observações considerando que foram apresentados 6 cenários para cada um dos 199 respondentes. Inicialmente, todas as variáveis do banco de dados foram consideradas para a construção do modelo. No entanto, ao avaliar os coeficientes gerados, o modelo foi calibrado para reter apenas os coeficientes significativos para um nível de confiança de 90%. Dessa forma, permaneceram no modelo apenas variáveis associadas a parâmetros significativos, sendo elas: variáveis socioeconômicas de **idade** e **escolaridade**, variáveis de **frequência de uso dos aplicativos de transporte sob demanda para ir ao trabalho** e **satisfação quanto ao preço praticado nos aplicativos**, variáveis de **Preferência Declarada** relacionadas ao

preço e **forma de pagamento do *InDrive***. Os resultados globais do modelo e a estimativa dos parâmetros para a escolha do "*InDrive*" podem ser observadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa dos parâmetros do modelo *Logit* para "InDrive" (1) e "Outros Aplicativos" (0)

Variável	Parâmetro	Z	
Constante	-0,29727	-0,987	
Características Socioeconômicas			
Idade	0,22336	5,079	***
Escolaridade	-0,18116	-2,196	*
Caracterização dos aplicativos de ridesourcing			
Frequência - Trabalhar	0,14271	3,172	**
Satisfação – Preço	-0,21667	-3,197	**
Atributos Preferência Declarada			
Preço - *InDrive*	-1,07830	-7,475	***
Forma de Pagamento - *InDrive*	1,49725	10,302	***

Pseudo R^2 (Nagelkerke - Cragg and Uhler) = 0,184222
AIC=1.448,1
Significância: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1

Variáveis:
1. Idade: variável qualitativa ordinal, onde: 0 = De 18 a 24 anos; 1 = 25 a 30 anos; 2 = 31 a 40 anos; 3 = 41 a 50 anos; 4 = 51 a 60 anos; 5 = Acima de 60 anos
2. Escolaridade: variável qualitativa ordinal, onde: 0 = Ensino Fundamental; 1 = Ensino Médio; 2 = Ensino Superior Incompleto; 3 = Ensino Superior Completo; 4 = Pós-Graduação
3. Frequência - Trabalhar: variável qualitativa ordinal que caracteriza a propensão ao uso de apps para viagens ao trabalho, onde: valores correspondem à escala *Likert* (de 1 "muito improvável" a 5 "muito provável")
4. Satisfação - Preço: variável qualitativa ordinal que determina o nível de satisfação relacionado aos preços cobrados nos apps, onde: valores correspondem à escala *Likert* (de 1 "muito ruim" a 5 "muito boa")
5. Preço - *InDrive*: atributo de PD - variável binária, onde: 0 = Valor Negociável; 1 = R$ 13.00
6. Forma de Pagamento - *InDrive*: atributo de PD - variável binária, onde: 0 = Acertar com o motorista no final; 1 = Pelo App

A constante negativa obtida indica que, em geral, os usuários ainda mostram maior propensão para escolher os outros aplicativos em detrimento do *InDrive*. Os parâmetros relacionados às características socioeconômicas, idade e escolaridade, necessitariam de uma análise um pouco mais aprofundada para entender o real impacto na escolha, sobretudo considerando o viés amostral segundo a escolaridade. Todavia, com base nos valores resultantes do modelo, há uma maior probabilidade de escolha do *InDrive* para pessoas de menor escolaridade e idades mais avançadas.

Os parâmetros positivos relacionados à caracterização dos aplicativos apontaram que pessoas que utilizam com maior frequência os aplicativos de *ridesourcing* para viagens ao trabalho, apresentaram maior propensão ao uso do *InDrive*. Isso, porque geralmente o uso desses aplicativos para trabalho está vinculada a pessoas que fazem um uso corriqueiro desse modo de transporte, sendo assim, o *InDrive* pode ser percebido como mais uma opção conveniente e prática para deslocamentos diários, complementando os aplicativos já utilizados por esses indivíduos. No que diz respeito à satisfação com os preços praticados nos aplicativos em geral, observa-se que indivíduos que expressam satisfação apresentam uma menor propensão a utilizar o novo aplicativo. Esse fenômeno pode ser atribuído ao fato de que, geralmente, são os indivíduos insatisfeitos com as tarifas que se sentem atraídos pela oportunidade de negociar preços oferecida pelo *InDrive*. Esse público cativo do TP, que pode vir a migrar para o *InDrive* em busca de preços competitivos com as tarifas de TP, pode

ser um problema em prol da mobilidade sustentável, considerando um potencial aumento da migração de usuários do TP para diferentes serviços de *ridesourcing*.

Os atributos de Preferência Declarada reforçam as conclusões mencionadas anteriormente, destacando que a possibilidade de negociação de preços é um fator crucial na escolha do *InDrive*. Além disso, a segurança e a conveniência proporcionadas pelo pagamento direto no aplicativo são elementos-chave para atrair indivíduos que não demonstraram inclinação a adotar outras plataformas de *ridesourcing* além das mais tradicionais no mercado brasileiro: *Uber* e *99*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que novos serviços de transporte sob demanda podem conseguir incluir, entre os seus usuários, uma parcela da população que hoje utiliza o transporte público urbano, aumentando impactos negativos da substituição do TP pelo *ridesourcing*, este trabalho avaliou fatores que influenciam a possível demanda reprimida, associada a um novo serviço, o *InDrive*.

Ao considerar os valores estimados dos coeficientes significativos do modelo, notou-se que, de forma geral, os usuários ainda optam pelos "Outros Aplicativos" em detrimento do "*InDrive*". No entanto, aqueles que utilizam aplicativos de viagem sob demanda com maior frequência, especialmente pessoas que o utilizam para deslocamentos ao trabalho, demostram uma propensão maior a optar pelo *InDrive*, dado que as pessoas que utilizam frequentemente esses serviços, tendem a valorizar a opção de menor preço. Isso também está de acordo com variável "preço" da pesquisa de Preferência Declarada, que apontou que a negociação de preço é um fator crucial de escolha do *InDrive*, o que permite que motorista e passageiro acordem um preço antes da corrida. Além do mais, a segurança e conveniência no pagamento direto no aplicativo foi identificada como elemento-chave para atrair os usuários para o *InDrive*.

Com base nas entrevistas conduzidas com os motoristas de aplicativos, observa-se que, embora todos conheçam e utilizem o *InDrive*, há uma preferência pelos aplicativos já consolidados no mercado brasileiro, como *Uber* e *99*, que, de maneira geral, concentram o maior volume de solicitações de corrida. Além disso, os motoristas destacaram principalmente dificuldades de suporte com as demais plataformas, exceto a *Uber*. No entanto, ressaltaram a importância de novas plataformas entrando no mercado, pois isso facilita a obtenção de corridas, especialmente fora dos centros urbanos.

As constatações do modelo e das entrevistas, mostram que a competição entre os diferentes serviços de *ridesourcing*, podem beneficiar tanto os usuários quanto os motoristas com maiores opções de escolha. No entanto, com o aumento da quantidade de serviços oferecidos e da parcela da população que possa migrar do TP para o *ridesourcing*, torna-se necessário propor políticas públicas associadas às variáveis que podem ocasionar tal migração da demanda. Na amostra analisada, há uma preferência dos serviços de *ridesourcing* em relação ao transporte público, o que já é notado principalmente em regiões de difícil acesso e em períodos noturnos. Entende-se que a substituição é nociva para a mobilidade sustentável e democrática, embora quando tais serviços atuam de formas complementares, podem contribuir para a melhoria da mobilidade urbana (Warwar e Pereira, 2022; Estigarríbia, 2023).

6 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 165399/2023-6, Processo 403508/2023-1 e Processo 305973/2023-1).

7 REFERÊNCIAS

Agarwal, S., Mani, D. e Telang, R. (2019). The Impact of Ride-Hailing Services on Congestion: Evidence from Indian Cities. **Manufacturing & Service Operations Management**. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3410623.

Capelas, B (2023). No Brasil, *Uber* e *99* já são quase tão populares quanto carro. **Estadão**. Disponível em: < https://www.estadao.com.br/link/empresas/no-brasil-uber-e-99-ja-sao-quase-tao-populares-quanto-carro/>. Acesso em: 10/11/2023.

Campos, C. I. d., Pitombo, C.S., e Delhomme, P. (2021). What are the risk behaviors of Brazilian and Portuguese drivers? An exploratory approach using self-reported data, **Case Studies on Transport Policy**, 9, 1746–1756.

Costa, C. S. (2022). Análise da substituição do transporte público pelo serviço de ridesourcing durante a pandemia da COVID-19 no Brasil. 168 f. **Dissertação de Mestrado** – Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

Dawes, M. (2016). Perspectives on the Ridesourcing Revolution: Surveying individual attitudes toward *Uber* and Lyft to inform urban transportation policymaking. 2016. 84 f. **Dissertação de Mestrado -** Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, EUA.

Erhardt, G. D., Mucci, R. A., Cooper, D., Sana, B., Chen, M. e Castiglione, J. (2022). Do transportation network companies increase or decrease transit ridership? Empirical evidence from San Francisco. **Transportation**. V. 49, p.313– 342.

Estadão (2023). *InDrive* faz cinco anos no Brasil em plena expansão. **Estadão**. Disponível em: https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/indrive-faz-cinco-anos-no-brasil-em-plena-expansao/. Acesso em: 10/05/2024.

Estigarríbia, J. (2023). *Uber* atinge 30 milhões de usuários no Brasil e supera nível pré-pandemia. **CNN Brasil**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/uber-atinge-30-milhoes-de-usuarios-no-brasil-e-supera-nivel-pre-pandemia/>. Acesso em: 21/04/2023.

Henao, A. (2017). Impacts of Ridesourcing - Lyft and *Uber* - on Transportation Including VMT, Mode Replacement, Parking, and Travel Behavior. 2017. 109 f. **Tese de Doutorado** - University of Colorado at Denver, Civil Engineering, College of Engineering and Applied Sciences Denver, Denver.

IBGE (2023). PNADC - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/10070/64506>. Acesso em: 08/11/2023.

InDrive (2024). Nossos valores. Disponível em: https://indrive.com/pt/our-story/about-us/. Acesso em: 10/05/2024

Kong, H., Zhang, X. e Zhao, J. (2020). How does ridesourcing substitute for public transit? A geospatial perspective in Chengdu, China. **Journal of Transport Geography**, v. 86, 102769. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102769.

Mcfadden, D. (1974). The Measurement of Urban Travel Demand. **Journal of Public Economics**, 3, pp. 303-328

Mckane, R. G. e Hess, D. (2023). The impact of ridesourcing on equity and sustainability in North American cities: A systematic review of the literature. **Cities**. V. 133, 104122. https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104122.

Mostofi, H., Masoumi, H. e Dienel, H. (2020a). The Relationship between Regular Use of Ridesourcing and Frequency of Public Transport Use in the MENA Region (Tehran and Cairo). **Sustainability**, v. 12(19), 8134. https://doi.org/10.3390/su12198134.

Olde-Kalter, M. J., Geurs, K.T. e Wismans, L. (2023). Chapter one - The impact of COVID-19 on teleworking and commuting behavior - A literature review. **Advances in Transport Policy and Planning**, 11, pp; 1-48.

Parker, C., Scott, S. e Geddes, A. (2019) Snowball sampling, **SAGE Research Methods Foundations.**

Rayle, L., Dai, D. e Chan, N., Cervero, R. e Shaheen, S. (2016). Just a better taxi? A surveybased comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. **Transport Policy**, v. 45, p. 168–178.

Sá, A. L. S. e Pitombo, C. S. (2019). Avaliação de atributos para formulação de cenários de preferência declarada para análise da escolha de ridesourcing. Em: 33º congresso de pesquisa e ensino em transportes. **Anais** [...]. Balneário Camboriú, SC.

Tirachini, A. e del Río, M. (2019). Ride-hailing in Santiago de Chile: Users' characterisation and effects on travel behaviour. **Transport Policy**, V. 82, 46–57. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.07.008

Tirachini, A. e Gomez-Lobo, A. (2020). Does ride-hailing increase or decrease vehicle kilometers travelled (VKT)? A simulation approach for Santiago de Chile. **Transportation**, v. 14(3), pp. 187-204. https://doi.org/10.1080/15568318.2018.1539146.

Warwar, L. e Pereira, R. H. M. (2022). Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil II: **Características e padrões de consumo da mobilidade por aplicativo**. Rio de Janeiro: Ipea, (Texto para Discussão, n. 2781).

Zhong, J., Ye, X., Wang, K. e Li, D., (2018). A Modeling Analysis of Impact from E-Hailing Service on Non-Work Travel Mode in Shanghai, China. **Transportation Research Record**, 2672 (47), 125–134.

A BICICLETA FEMININA: FATORES DETERMINANTES PARA A PRÁTICA DO CICLISMO NA PERCEPÇÃO DE MULHERES DE MONTREAL E BELO HORIZONTE

P.D.D. Viola, J. Torres, L. Cardoso, G. Boisjoly

RESUMO

A influência dos fatores determinantes para a utilização da bicicleta pode variar entre indivíduos ou contextos urbanos e socioculturais. Realizada a partir de uma perspectiva comparativa, esta pesquisa explora as experiências vividas por mulheres ciclistas de Montreal e Belo Horizonte e baseia-se na análise de 46 entrevistas semiestruturadas. Durante as entrevistas, as participantes partilharam as suas opiniões sobre o contexto em que pedalam, os prós e os contras da utilização da bicicleta e os conflitos e medos que enfrentam. A análise dos seus depoimentos destacou as tensões entre os estereótipos de gênero e a imagem socialmente transmitida das mulheres ciclistas. O sentimento de insegurança viária mostrou-se particularmente importante para a prática do ciclismo na perspectiva das entrevistadas. Ao explorar os fatores e o seu nível de influência no ciclismo feminino, este trabalho contribui para uma melhor compreensão dos desafios contemporâneos da promoção do ciclismo numa perspectiva de gênero e global.

1 INTRODUÇÃO

O ciclismo tem muitas vantagens: é acessível, rápido, barato, faz parte de um estilo de vida mais ativo etc. Este veículo também tem potencial para melhorar a mobilidade de vários grupos de pessoas, incluindo mulheres (Pucher e Buehler, 2012). Contudo, em determinados casos, a bicicleta pode ter limitações, principalmente devido à ausência ou precariedade das infraestruturas cicláveis. Vários fatores determinantes do ciclismo podem ser considerados como subjetivos, como percepções em relação à atividade física, segurança, preocupações com o meio ambiente, custo da viagem etc. A cultura, as tradições e as normas sociais podem, por vezes, causar inibições indiretas ao ciclismo. Segundo Pucher e Buehler (2012), é essencial compreender por que alguns destes fatores são mais importantes em países onde a participação da bicicleta na divisão modal é baixa em comparação com países onde o ciclismo é mais difundido. É neste contexto que uma abordagem comparativa pode ser útil para compreender como cada fator pode ser determinante em diferentes contextos urbanos. O objetivo principal desta pesquisa é compreender a experiência de mulheres jovens em relação às suas práticas de ciclismo e seus determinantes, através de uma abordagem comparativa internacional (Montreal - Belo Horizonte) para responder a seguinte questão de

pesquisa: Quais são os fatores determinantes do ciclismo entre mulheres de Montreal (Canadá) e Belo Horizonte (Brasil)?

Para atingir estes objetivos, foi adotada uma metodologia comparativa mista. A pesquisa comparará alguns dados das pesquisas Origem Destino de Montreal e Belo Horizonte a partir de uma análise quantitativa descritiva com objetivo de entender o contexto recente da prática do ciclismo nas duas cidades. Em sua parte qualitativa, a metodologia inclui entrevistas semiestruturadas com jovens ciclistas e análise crítica do discurso através de codificação temática.

2 FATORES DE INFLUÊNCIA NO CICLISMO

No que diz respeito à escolha dos modos de transporte, diversas características pessoais ou ambientais podem ser decisivas no processo de tomada de decisão. Por exemplo, o uso de bicicletas em áreas urbanas depende de características do ambiente construído, condições climáticas e topográficas, bem como de políticas públicas para promover o ciclismo (como disponibilidade de bicicletas partilhadas e os tipos de infraestruturas cicláveis) (Cole-Hunter *et al*., 2015). A densidade populacional, a diversidade no uso do solo, a acessibilidade aos transportes públicos, a segurança rodoviária e a segurança pública são outros exemplos de fatores determinantes para a escolha da bicicleta (Sun *et al*., 2017). De modo geral, o planejamento urbano nas últimas décadas respondeu aos interesses da indústria automobilística, que criou condições desfavoráveis à mobilidade urbana ativa (Jacobs, 2000; Ferraz *et al*., 2017) diminuindo assim as possibilidades de aceitação social da bicicleta como meio de transporte (Rosas-Satizábal e Rodriguez-Valencia, 2019). No entanto, muitas cidades têm tomado medidas para se envolverem na luta contra as mudanças climáticas, os altos níveis de congestionamento rodoviário e a dependência do petróleo através de políticas de promoção do ciclismo (Fishman *et al*., 2013).

As atitudes em relação aos meios de transporte podem estar ligadas à importância que os indivíduos atribuem aos custos, ao tempo, à sensação de segurança e às questões ligadas à proteção do meio ambiental (Wang *et al*., 2015). Os fatores sociais também desempenham um papel importante na formação das atitudes individuais em relação ao ciclismo (Underwood *et al*., 2014). Um ambiente social favorável (ter apoio de amigos ou familiares) é decisivo para o ciclismo e deve, portanto, ser levado em conta na concepção de políticas públicas (Titze e al., 2008). Além disso, a existência de grupos organizados da sociedade civil (como associações de ciclismo) pode ter um impacto positivo no aumento do número de ciclistas nas cidades (Rosas-Satizábal e Rodriguez-Valência, 2019). Se os pais tiverem valores que dão menos importância ao transporte ativo, por exemplo, os seus filhos poderão ser menos incentivados à caminhar ou pedalar para a escola (Stewart *et al*., 2012). Ademias, se o ciclismo não for socialmente normalizado numa comunidade, os adolescentes poderão ser menos propensos a aceitá-lo (Underwood *et al*., 2014).

Assim, uma forma comum de estudar os fatores determinantes do ciclismo é distinguir entre fatores subjetivos e objetivos. Fatores subjetivos são condições não mensuráveis, como valorização do tempo, valorização da atividade física e do condicionamento físico, influência do ambiente familiar, hábitos, valores, aceitação social, entre outros (Viola, 2017). Os fatores objetivos são fatores físicos comuns a todos, por exemplo, condições climáticas, topografia, presença de ciclovias, condições de trânsito, acessibilidade, alternativas de transporte disponíveis, entre outros (Viola, 2017). Outros determinantes, mesmo que possam

ser mensuráveis com precisão, também podem ser subjetivos, uma vez que a avaliação varia de acordo com a experiência e características individuais (como idade, gênero, capacidade física, hábitos, renda), como é o caso da distância, a percepção de segurança (viária e urbana), custo etc. (Viola, 2017; Buehler et Pucher, 2021).

2.1 A influência do gênero na pratica do ciclismo

A percepção de distância, segurança rodoviária, comodidade, hábitos e valorização do exercício físico pode variar com a idade, o gênero, a renda e o local de residência. Andar de bicicleta é mais comum entre homens brancos de renda mais alta em Washington, Estados Unidos (Buehler, 2012). Nas grandes cidades brasileiras, como São Paulo e Belo Horizonte, a maioria das pessoas que andam de bicicleta são jovens adultos (menos de 40 anos) e homens de baixa renda (Viola, 2017). Da mesma forma, as mulheres têm menos probabilidade do que os homens de pedalar em Ohio, Estados Unidos (Wang *et al*., 2015), em Calgary, Canadá (Amiri e Sadeghpour, 2015), em Graz, Áustria (Titze *et al*., 2008) e Barcelona (Cole-Hunter *et al*., 2015).

A idade também tem uma influência significativa no ciclismo. Underwood *et al*. (2014) explicam que a baixa taxa de ciclismo entre adultos nos Estados Unidos pode ser parcialmente devida a experiências desagradáveis de ciclismo na infância. Normalmente, aqueles que andaram de bicicleta desde criança têm muito mais probabilidades de o fazer quando adultos (Pucher e Buehler, 2012; Underwood *et al*., 2014). A idade teve uma relação significativa com questões de segurança no ciclismo em Calgary (Amiri e Sadeghpour, 2015). As preocupações relatadas pelos pais sobre o trânsito estão normalmente associadas de forma significativa ao ciclismo das crianças (Stewart *et al*., 2012). Os receios dos pais também podem explicar por que é que as meninas têm menos probabilidade de ir a pé ou de bicicleta para a escola, uma vez que tendem a ser mais protegidas do mundo exterior do que os meninos (Stewart *et al*., 2012). Finalmente, Underwood *et al*. (2014) salientam que as meninas geralmente têm uma atitude menos positiva em relação ao ciclismo do que os meninos e que a cultura dos países menos favoráveis ao ciclismo resulta numa menor percentagem de mulheres e meninas que praticam o ciclismo.

A aceitação e a prática do ciclismo feminino estão diretamente ligadas aos papeis sociais de gênero. É comum que mulheres procurem trabalho perto de casa ou da escola dos filhos, porque elas geralmente têm necessidade de conciliar diversas atividades – domésticas, familiares, trabalho, estudos – com menos tempo para se deslocarem (Souza e Oliveira, 2016). Segundo Morissete (1994), o fato de as mulheres quase sempre serem responsáveis pelo transporte de outras pessoas (como crianças e pessoas mais velhas), aliado ao uso generalizado do automóvel (que aumentam a distância entre a casa e os diferentes serviços), torna a bicicleta uma opção pouco atrativa. Estas “obrigações” resultam na limitação dos espaços e movimentos das mulheres. Emond *et al*. (2009) enfatizam que as atividades domésticas exigem o transporte de pessoas e cargas e que as mulheres podem preferir a comodidade do carro para realizar todas essas atividades. Por outro lado, quando existem condições favoráveis à utilização da bicicleta que possibilitem deslocamentos independentes e seguros a pessoas de todas as idades, as mulheres podem beneficiar da obrigação de transportar ou acompanhar outras pessoas (Morissette, 1994; Pucher e Buehler, 2012; Buehler e Pucher, 2021). Além dos obstáculos de mobilidade causados pela multiplicidade de tarefas diárias, as mulheres são muitas vezes cativas dos modos de transporte público e utilizam menos os modos individuais. Segundo Lemos *et al*. (2017), é possível que o uso da bicicleta seja uma prioridade para os familiares do sexo masculino, repetindo o que já é

observado para os automóveis. Parece que os homens têm mais liberdade de escolha nos transportes, seja pela renda disponível, pela cultura ou pela redução da carga de atividades.

3 METODOLOGIA

Como campo de investigação, os estudos que fazem comparações entre cidades visam desenvolver o conhecimento, a compreensão e a diferenciação algum fato comum à diversas cidades e o que é fato em uma cidade específica em um determinado momento (Nijman, 2007). Este tipo de pesquisa é, portanto, útil para destacar características comparáveis entre diferentes cidades ao redor do mundo, bem como elementos específicos de um local e de uma cultura (Jacobs, 2012).

3.1 Estudo de caso: a escolha de Montreal e Belo Horizonte

Embora Belo Horizonte e Montreal sejam cidades muito diferentes entre si, a comparação pode ser feita na medida em que possuem características semelhantes (constantes), de modo que as diferenças (variáveis) possam evidenciar as especificidades de cada cidade (Robinson, 2011). Ambas as cidades são muito importantes no contexto nacional, estando entre as maiores cidades em termos de população e de grande importância na economia local. A localização geográfica de Montreal, combinada com a sua extensa rede rodoviária, permite que a cidade se conecte com outros grandes centros urbanos do Canadá, como Toronto e Ottawa. O mesmo acontece com Belo Horizonte, uma das capitais mais importantes do Brasil, que está geográfica e economicamente ligada às duas maiores cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro.

Montreal, fundada em 1642, é uma cidade mais antiga que Belo Horizonte, fundada em 1897. O município de Montreal tem aproximadamente 1,7 milhão de habitantes (Statistics Canada, 2021) e Belo Horizonte tem aproximadamente 2,5 milhões de habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021). Ambas as cidades têm uma infraestrutura de transportes que pode ser comparável, com ampla oferta de transportes públicos (incluindo numerosas linhas de ônibus e de metrô) e sistemas de bicicletas partilhadas. Em relação à participação da bicicleta na divisão modal, as pesquisas Origem Destino (OD) de 2012/2013 mostram que 2,9% das viagens em Montreal são feitas de bicicleta, enquanto em Belo Horizonte esse número é de apenas 0,5%. Além disso, a participação das mulheres como ciclistas nesta pesquisa é realmente diferente: em Belo Horizonte, as mulheres representam menos de 10% dos ciclistas regulares; em Montreal, as mulheres também estão sub-representadas, mas são mais de 40% dos ciclistas regulares. A fim de entender com mais profundidade os motivos dessas diferenças, este trabalho se propõe a fazer uma análise qualitativa, por meio de entrevistas. A análise dos dados das pesquisas OD nas duas cidades serviu como base para a elaboração de questões no guia de entrevistas. Assim, este trabalho permitirá captar elementos globais e contextualmente específicos das práticas do ciclismo entre mulheres que possam explicar essas diferenças.

3.2 A entrevista como estratégia de coleta de dados

As entrevistas como método de coleta de dados são indicadas quando são exigidas informações detalhadas de hábitos dos participantes (Gill *et al*., 2008). Se o objeto de estudo for baseado na experiência de pessoas pertencentes a um grupo específico, como por exemplo, mulheres ciclistas, o pesquisador pode se beneficiar da coleta de dados no discurso oral (Gauthier, 2003). A entrevista semiestruturada consiste em uma interação verbal flexível liderada pela pessoa pesquisadora. As entrevistas semiestruturadas permitem a descoberta ou elaboração de informações que são importantes para os participantes, mas que podem não ter sido previamente consideradas relevantes pela pessoa pesquisadora (Gill *et al*., 2008) e, assim, oferecem uma melhor compreensão do fenômeno (Gauthier, 2003). Neste trabalho, a entrevista foi realizada com auxílio de um guia e incluiu um breve questionário sociodemográfico. O guia confere rigor científico à pesquisa, pois evita que a entrevista se torne uma conversa informal e não objetiva, e promove a coleta de todos os indicadores ou dados necessários para testar ou validar as hipóteses da investigação (Sauvayre, 2013).

As entrevistas foram realizadas com mulheres ciclistas com idades entre 18 e 35 anos entre os meses de agosto e outubro de 2020. Ao todo foram realizadas 28 entrevistas em Montreal e 18 em Belo Horizonte. Cada participante recebeu um código único para ser preservada a sua identidade.

3.3 Análise qualitativa das entrevistas

Para analisar os dados coletados durante as entrevistas, utilizou-se a abordagem da análise crítica do discurso. Segundo Bryman (2012), a análise crítica do discurso enfatiza o papel da linguagem como um recurso ligado ao contexto e à mudança sociocultural. Ou seja, os fenômenos estudados não podem ser plenamente compreendidos sem referência às falas das pessoas que lhes dão sentido. As entrevistas foram transcritas no idioma original (francês, português ou inglês). Após leitura inicial de todas as transcrições, utilizou-se metodologia de codificação para classificação dos dados qualitativos. A codificação é um processo pelo qual os dados são divididos em partes, às quais são dados nomes (ou códigos). Os dados qualitativos codificados são então tratados como potenciais indicadores de conceitos-chave na análise (Bryman, 2012).

Assim, ao ler e reler as transcrições, a pesquisadora deixou anotações sobre algumas frases importantes enquanto tentava encontrar conexões com as demais entrevistas. Após algumas interações e releitura das transcrições, a codificação deu origem a uma estrutura cada vez mais original, gerada indutivamente por meio de temas emergentes, que não tinham necessariamente os temas inicialmente planejados. Posto isto, foi realizada uma análise dos códigos a partir de grandes temas, sendo os mais relevantes os fatores ambientais e os socioculturais.

4 A VOZ DAS MULHERES CICLISTAS: FATORES AMBIENTAIS

Embora a investigação se realize em duas cidades com contextos urbanos muito diferentes, de um modo geral a experiência das mulheres entrevistadas é semelhante. As mulheres ciclistas falaram majoritariamente sobre temas relacionados ao medo e às situações de vulnerabilidade, como segurança no trânsito, falta de respeito dos motoristas e falta de infraestrutura adequada.

4.1 A sensação de (in)segurança

O medo se mostrou um dos elementos mais significativos nas experiências das participantes, e em ambas as cidades, as mulheres entrevistadas relataram que o sentimento de insegurança é gerado pela falta de infraestrutura cicloviária, pela falta de respeito por parte dos condutores e dos pedestres, pelo risco de acidentes e pela vulnerabilidade à violência urbana. Este último será abordado com mais detalhes na próxima seção de fatores socioculturais.

Embora em ambas as cidades as mulheres pesquisadas tenham afirmado que gostariam de ter mais ciclovias disponíveis, por considerarem que as ciclovias tornam o percurso mais seguro, há um claro diferencial: em Belo Horizonte as mulheres ciclistas gostariam simplesmente de ter ciclovias disponíveis, enquanto em Montreal, os participantes falam frequentemente sobre a qualidade da infraestrutura.

> "Tem o problema de se sentir segura e, neste caso, sentir-se segura é o problema da [falta de] infraestrutura." Participante de Belo Horizonte, BHP08, 27 anos.

> "O que mais odeio são buracos no asfalto; se não, eu acho que as instalações para ciclismo [em Montreal] não são tão ruins." Participante em Montreal, MTLF01, 26 anos.

Outro fator que, segundo as mulheres entrevistadas, é fonte de medo e insegurança, é a falta de respeito dos condutores para com os ciclistas, principalmente no que diz respeito ao não respeito do espaço destinado às bicicletas. Nas duas cidades, os participantes relataram diversos casos de desrespeito, insultos e acidentes com veículos automotores. Entretanto, em Belo Horizonte os depoimentos de falta de respeito foram mais frequentes e todas as mulheres entrevistadas falaram da insegurança no trânsito e do medo ao andar de bicicleta.

Em relação às infraestruturas cicláveis de Montreal, os comentários foram geralmente positivos. É interessante salientar que muitas mulheres entrevistadas falam de forma muito positiva sobre o REV (Réseau Express Vélo – Figura 1). Além disso, os investimentos recentes que alargaram algumas ciclovias na cidade também geraram comentários elogiosos.

> "Mal posso esperar pela conclusão da Rede Expressa de Bicicletas. Se bem-feito, acho que realmente tornará os deslocamentos mais fácies. [É bom] ter um espaço limpo, separado dos carros e protegido." Participante em Montreal, MTLF28, 32 anos.



Fig. 1 Rede Expressa de Bicicletas (Réseau Express Vélo – REV) de Montreal

Há poucos comentários positivos em relação à infraestrutura cicloviária de Belo Horizonte. Quase todos os relatos positivos vieram de participantes que afirmaram ter o privilégio de morar próximo à região da Savassi, onde está concentrada a maior parte da infraestrutura cicloviária da cidade, mas muitas reconhecem que este não é o caso para a maior parte dos ciclistas.

> "Moro na Savassi […]. Entendo que isso [meu uso da bicicleta] é facilitado pelo fato de morar em um bairro central, com acesso a ciclovias e de fazer percursos curtos e relativamente seguros, por morar nesta localização privilegiada." Participante de Belo Horizonte, BHP20, 28 anos.

Assim como em Montreal, as principais reclamações dos ciclistas de Belo Horizonte entrevistados estão ligadas às grandes avenidas e com muito trânsito. Todos as participantes tiveram pelo menos um relato negativo em relação à infraestrutura cicloviária da cidade (ou falta dela), incluindo as avenidas Andradas, Afonso Pena, Teresa Cristina (Figura 2), Antônio Carlos, Cristiano Machado, Nossa Senhora do Carmo, Otacílio Negrão de Lima (Lagoa da Pampulha) e Via Expressa.



Fig. 2 Infraestrutura ciclável sem separação da circulação dos automóveis na Avenida Teresa Cristina, onde a velocidade máxima permitida é de 60 km/h.

4.2 Mudança de contexto urbano: andar de bicicleta em outro lugar

Várias mulheres entrevistadas tiveram experiências com a utilização da bicicleta em outros contextos urbanos. Essas experiências influenciaram sua percepção sobre a infraestrutura cicloviária e seu sentimento de segurança (rodoviária ou urbana) em comparação com Montreal ou Belo Horizonte. Em geral, as mulheres entrevistadas em Montreal tiveram experiências menos positivas com o ciclismo em outras cidades, particularmente nas cidades latino-americanas. As participantes de Montreal relataram experiências negativas (como assédio, acidentes e sensação de insegurança) no México, Bolívia, Peru, Argentina, França e Alemanha, bem como em algumas cidades da região metropolitana de Montreal.

Por outro lado, em Belo Horizonte, as mulheres entrevistadas foram influenciadas positivamente por suas experiências de ciclismo em outros lugares. Todas as participantes que pedalaram em cidades da Europa, Canadá e Estados Unidos continuaram pedalando em Belo Horizonte. Outras participantes também tiveram experiências positivas em outras cidades do Brasil, como Florianópolis (capital do estado de Santa Catarina), Franca (cidade do interior do estado de São Paulo) e Vitória (capital do estado do Espírito Santo). Contudo, o relato de experiências em cidades brasileiras não parece ter tanto impacto na vida das participantes quanto os relatos das entrevistadas que tiveram experiências em outros países.

5 A VOZ DAS MULHERES CICLISTAS: FATORES SOCIOCULTURAIS

As mulheres entrevistadas na pesquisa relataram como as expectativas ligadas ao gênero impactam as suas experiências com a bicicleta.

5.1 Iniciação ao ciclismo : diferenças de idade

A idade é um fator de grande influência no ciclismo e para as mulheres pode ser decisiva. Curiosamente, em Montreal, as participantes relataram aprender a andar de bicicleta mais jovens do que os participantes em Belo Horizonte. Em Montreal, o primeiro contato com a bicicleta ocorreu muitas vezes na primeira infância, com os pais no trailer da bicicleta, e muitas entrevistadas relataram que aprenderam a pedalar muito pequenas, entre quatro e cinco anos. Em Belo Horizonte, a maioria das participantes disse que aprendeu a andar de bicicleta mais tarde, por volta dos oito anos, e alguns até disseram que só aprenderam a pedalar na adolescência.

> "Considero que aprendi a andar de bicicleta relativamente tarde, tinha uns 13 ou 14 anos [...]. Sempre fui uma garota urbana e não tive muitas oportunidades de andar de bicicleta." Participante em Belo Horizonte. BHP20, 28 anos.

> "Eu tinha quatro ou cinco anos [...]. Lembro-me de dizer ao meu pai: "Papai, pode largar a minha bicicleta", mas ele já tinha largado a minha bicicleta!". Participante em Montreal. MTLF06, 31 anos.

5.2 Violência urbana

O medo da violência urbana se mostrou como um obstáculo para o ciclismo. Esse fator tem um componente coletivo (representado pela vulnerabilização social do corpo feminino), mas também pessoal (com experiências pessoais traumáticas). Em Belo Horizonte, todas as participantes indicaram temer roubo, violência, agressão ou assédio ao se deslocar de bicicleta. Várias relataram que evitam sair à noite ou sozinha e outras disseram que sempre pensam na roupa que vestem para tentar evitar assédio sexual. Apesar dos comentários em ambas as cidades sobre esse tipo de medo da violência urbana, entre as participantes de Belo Horizonte o medo do assédio apareceu com mais frequência do que entre as participantes de Montreal. Elas também temem o roubo da bicicleta ou até mesmo o assalto à mão armada. Em Montreal, a maioria das participantes falou do medo de serem vítimas de roubo de bicicletas, mas nenhuma entrevistada mencionou ter medo de assalto à mão armada.

5.3 Aceitação e sentimento de pertencimento ao grupo

A influência de amigos e familiares no incentivo ao uso da bicicleta foi geralmente mencionada de forma positiva pelas participantes. Por exemplo, fazer parte de grupos de ciclismo (que tem passeios organizados periodicamente) foi essencial para que algumas mulheres entrevistadas em Belo Horizonte se iniciassem no ciclismo. Em Montreal, o sentimento de pertencimento à um grupo também está presente, porém está mais ligado a grupos formados em redes sociais (principalmente Facebook), que dão origem a trocas de conhecimentos e conselhos, e menos a grupos que realizam passeios organizados. À luz dos depoimentos coletados parece que as mulheres ciclistas entrevistadas em Montreal têm

muito mais amigas ciclistas do que as mulheres entrevistadas em Belo Horizonte. Ou seja, ter outros ciclistas no seu círculo de amizades seria mais natural para as participantes de Montreal, se comparado com as participantes de Belo Horizonte. Por outro lado, para as entrevistadas de Belo Horizonte, uma forma de fazer amizades seria participando de grupos de ciclismo.

Se por um lado ter amigos ciclistas e pertencer ao grupo é importante para a iniciação ao ciclismo, por outro lado, o sentimento de não pertencimento pode ser uma barreira para muitas mulheres. Este sentimento de não pertencimento entre as participantes das duas cidades manifesta-se sob a forma de exclusão no espaço público, como se não tivessem o "direito" de circular na rua (sobretudo pela falta de infraestrutura dedicada à bicicleta), ou ainda por olhares ou julgamentos de ciclistas ou motoristas do gênero masculino.

> "Porque quando estou na rua o carro não quer que eu esteja ali, o ônibus não quer que eu esteja ali [...]. Aí eu vou na calçada e tem pedestre [...] então, também não é meu lugar. Então, onde eu me encaixo? Este ambiente não parece ser para mim de bicicleta." Participante em Belo Horizonte. BHP09, 35 anos.

5.4 Conflito de identidade : ser ciclista e feminina

À luz dos depoimentos das nossas participantes, um aspecto interessante se mostrou muito presente: aparentemente existe um conflito entre ser mulher e ciclista pois andar de bicicleta é considerado socialmente como uma atividade masculina. Diversas questões relacionadas à aparência e estética foram mencionadas pelas participantes. Algumas mencionaram que os equipamentos e eventos de ciclismo para mulheres são sempre cor de rosa, transmitindo uma imagem de fragilidade e como isso as incomoda. As participantes reclamam de não serem levadas a sério ou de sempre "precisarem de ajuda" por serem considerados "menos capazes" que os homens. Outras relataram que existe uma descrença na sua capacidade de reparar a sua própria bicicleta e sobre estereótipos de gênero, de que uma mulher que conhece mecânica é menos feminina ou lésbica. Segundo as participantes, a sociedade vê um conflito entre ser mulher e ser ciclista e isso colocaria até mesmo em dúvida a sua orientação sexual.

Por fim, em ambas as cidades, as ciclistas entrevistadas falaram de expectativas sociais de aparência que não seriam compatíveis com o ciclismo. Algumas mulheres dizem que se um homem chega ao trabalho suado, com roupa esportiva, ele é bem-visto, mas se uma mulher chega no mesmo estado, ela não está "apresentável", é desleixada na aparência e menos feminina. Muitas participantes também discorrem sobre um conflito de a mulher não poder se exercitar porque suar e ter músculos não é considerado algo feminino.

5.5 A bicicleta como uma ferramenta de emancipação

Algumas participantes de ambas as cidades mostram que estão mais engajadas nas agendas das lutas feministas e ciclísticas. Estas participantes consideram que a bicicleta pode ser um instrumento na luta pela ocupação do espaço público pelas mulheres. Além disso, elas também reconhecem como o ciclismo pode ser uma ferramenta importante para a autonomia e liberdade das mulheres, especialmente em países onde os direitos das mulheres são "menos avançados". Por exemplo, algumas mulheres entrevistadas, com e sem filhos, reconhecem que a carga de trabalho desigual entre homens e mulheres podem constituir um obstáculo à utilização da bicicleta, tanto nos deslocamentos diários de bicicleta como em termos de atividade esportiva.

> "Acho que a bicicleta é uma ferramenta valiosa para a independência. E não creio que todos os homens, em todos os países, queiram deixar as mulheres irem a qualquer lugar e a qualquer hora. [...] Então acho que é uma vantagem para a emancipação da mulher. E em locais com um patriarcado muito arraigado, é normal que isso [o ciclismo] não seja desenvolvido." Participante em Montreal. MTLF01, 26 anos.

6 CONCLUSÃO

O objetivo da realização deste trabalho foi compreender a experiência de mulheres ciclistas de Montreal e Belo Horizonte no que diz respeito às suas práticas ciclísticas e seus fatores determinantes, através de uma abordagem comparativa. Mais especificamente, esta investigação pretendia captar o contexto das práticas de ciclismo das mulheres e levar em conta o significado que as mulheres ciclistas das duas cidades atribuem ao ciclismo e os fatores que o determinam, a partir do seu discurso.

As expectativas sociais em relação ao gênero e à idade podem influenciar significativamente o comportamento das mulheres desde a infância. A sociedade sexista e patriarcal assume que existem papéis e expectativas específicas para um indivíduo com base no sexo biológico à nascença. Estas expectativas incluem comportamentos típicos, profissões e empregos específicos, tipos de vestuário e certas "obrigações" familiares.

Por exemplo, um resultado interessante deste trabalho que emerge da análise de codificação das entrevistas é o contraste de opiniões sobre a infraestrutura cicloviária em Belo Horizonte e Montreal. Embora a maioria das 46 mulheres entrevistadas nas duas cidades tenham afirmado que gostariam de ter mais ciclovias disponíveis, os participantes de Montreal falavam constantemente de questões relacionadas com a qualidade e conforto da infraestrutura, tais como largura, tipo de pavimento, presença de buracos, a direção das ciclovias (duplas ou simples), etc. Esse tipo de comentário foi bem menos presente entre os participantes de Belo Horizonte, pois a maioria gostaria apenas de ter acesso a ciclovias perto de sua casa ou trabalho

O sentimento de pertencimento foi apresentado como fator determinante para o ciclismo, principalmente ao longo das entrevistas. Vale reforçar a existência de um suposto "conflito de identidade", onde ser mulher e ser ciclista seriam coisas incompatíveis. A percepção do ciclismo como algo masculino advém de diversas construções sociais, como a forma natural como os meninos são incentivados a praticar esportes e a correr riscos. Nesse sentido, ter valores, comportamentos e características percebidos como femininos (estar sempre bem-vestida, com cabelo arrumado e de maquiagem), pode ser percebido como algo incompatível com o ciclismo e gerar um sentimento generalizado de não pertencimento entre as mulheres.

Este trabalho traz uma contribuição científica para o planeamento e mobilidade urbana pois trata-se de uma pesquisa que compara duas cidades e dois contextos culturais muito distintos (Norte e sul Global). Utilizando este enquadramento, o trabalho de coleta e análise de dados empíricos permitiu identificar a avaliar os resultados a partir de uma perspectiva que vai além da descrição de fatores que influenciam o ciclismo, mas tenta compreender em profundidade o impacto desses fatores na vida das mulheres ciclistas.

Assim, a desigualdade de gênero na prática do ciclismo é um dos reflexos de uma sociedade ainda ancorada numa cultura sexista, onde as mulheres sofrem os mais diversos preconceitos

e enfrentam muitos obstáculos, simplesmente por serem mulheres. A forma de diminuir esta lacuna é, acima de tudo, através de uma grande mudança cultural. Porém, esse tipo de mudança não acontece instantaneamente. Seria necessário um esforço comunitário contínuo, ao longo dos anos, para investir em infraestrutura e políticas públicas para promover o ciclismo. É necessário também promover uma mudança nas normas sociais em relação aos comportamentos e atividades consideradas femininas. Assim, mulheres e meninas, desde muito jovens, podem ver o ciclismo como uma oportunidade para prática esportiva, para se divertirem e para se deslocarem, sem o peso dos estereótipos e preconceitos que ainda hoje afetam muitas mulheres.

7 REFERÊNCIAS

Amiri, M., & Sadeghpour, F. (2015). Cycling characteristics in cities with cold weather. **Sustainable Cities and Society**, 14, 397-403.

Bryman, A. (2012). **Social research methods**. Oxford university press.

Buehler, R. (2012). Determinants of bicycle commuting in the Washington, DC region: The role of bicycle parking, cyclist showers, and free car parking at work. **Transportation research part D: Transport and Environment**, 17(7), 525-531.

Buehler, R., e Pucher, J. (Eds.). (2021). **Cycling for sustainable cities**. MIT Press.

Cole-Hunter, T., Donaire-Gonzalez, D., Curto, A., Ambros, A., Valentin, A., Garcia-Aymerich, J., e Rodriguez, D. (2015). Objective correlates and determinants of bicycle commuting propensity in an urban environment. Transportation Research Part D: **Transport and Environment**, 40, 132-143.

Cole-Hunter, T., Donaire-Gonzalez, D., Curto, A., Ambros, A., Valentin, A., Garcia-Aymerich, J., & Rodriguez, D. (2015). Objective correlates and determinants of bicycle commuting propensity in an urban environment. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 40, 132-143.

Emond, C. R., Tang, W., & Handy, S. L. (2009). Explaining gender difference in bicycling behavior. **Transportation Research Record**, 2125(1), 16-25.

Ferraz, I. S., Gomes, N. S., Kobs, F. F., da Silva, M. C., e Júnior, E. F. C. (2017). Avaliação do uso da primeira Via Calma em Curitiba/PR para ciclomobilidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 9(2).

Fishman, E., Washington, S., e Haworth, N. (2013). Bike share: a synthesis of the literature. **Transport reviews**, 33(2), 148-165.

Gauthier, B. (2003). **Recherche sociale: de la problématique à la collecte des données**. Puq.

Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. **British dental journal**, 204(6), 291-295.

Jacobs, J. M. (2012). Commentary—Comparing comparative urbanisms. **Urban Geography**, 33(6), 904-914.

Lemos, L. L., Harkot, M. K., Santoro, P. F., & Ramos, I. B. (2017). Mulheres, por que não pedalam? Por que há menos mulheres do que homens usando bicicleta em São Paulo, Brasil?. **Revista Transporte y Territorio**, (16), 68-92.

Morissette Claire (1994). **Deux roues, un avenir: le vélo en ville**. Montréal: Éditions Écosociété.

Nijman, J. (2007). Introduction—comparative urbanism. **Urban Geography**, 28(1), 1-6.

Pucher, J. R., e Buehler, R. (Eds.). (2012). **City cycling** (Vol. 11). Cambridge, MA: MIT Press.

Robinson, J. (2011). Cities in a world of cities: the comparative gesture. **International journal of urban and regional research**, 35(1), 1-23.

Rosas-Satizábal, D., e Rodriguez-Valencia, A. (2019). Factors and policies explaining the emergence of the bicycle commuter in Bogotá. **Case studies on transport policy**, 7(1), 138-149.

Sauvayre, R. (2013). **Les méthodes de l'entretien en sciences sociales**. Dunod.

Souza, C. V.; Oliveira, M. F. de (2016). Los espacios de movilidad urbana de las mujeres y los significados de las restricciones sociales, culturales y materiales. Traducción: Ana Marcela Ardila. In: Martinez, A.; Serrudo, N. A. G. La sociabilidad y lo público: experiencias de investigación. Bogotá: **Editorial Pontificia Universidad Javeriana**. p.336-370.

Stewart, O., Moudon, A. V., e Claybrooke, C. (2012). Common ground: eight factors that influence walking and biking to school. **Transport Policy**, 24, 240-248.

Sun, Y., Mobasheri, A., Hu, X., e Wang, W. (2017). Investigating impacts of environmental factors on the cycling behavior of bicycle-sharing users. **Sustainability**, 9(6), 1060.
Titze, S., Stronegger, W. J., Janschitz, S., e Oja, P. (2008). Association of built-environment, social-environment and personal factors with bicycling as a mode of transportation among Austrian city dwellers. **Preventive medicine**, 47(3), 252-259.

Underwood, S. K., Handy, S. L., Paterniti, D. A., e Lee, A. E. (2014). Why do teens abandon bicycling? A retrospective look at attitudes and behaviors. **Journal of Transport & Health**, 1(1), 17-24.

Viola, P. D. D. (2017). Demanda potencial de viagens por bicicleta em Belo Horizonte: uma proposta metodológica com base na pesquisa Origem e Destino de 2012. (Dissertação de mestrado Universidade Federal de Minas Gerais).

Wang, C. H., Akar, G., e Guldmann, J. M. (2015). Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University. **Journal of transport geography**, 42, 122-130.

DETALHANDO O IMPACTO DA TOPOGRAFIA NAS CONDIÇÕES DE CAMINHABILIDADE EM ÁREAS DE ADENSAMENTO URBANO

C. H. O. Okamoto, K. R. C. Marins

RESUMO

A teoria do Desenvolvimento Orientado ao Transporte surge como uma das respostas à urbanização crescente, visando integrar o desenvolvimento urbano com o transporte público. Para o sucesso da sua implementação, a acessibilidade eficiente às estações de transporte coletivo é essencial. Este estudo analisa o impacto da topografia na acessibilidade às estações de metrô e trem em São Paulo, Brasil. Avaliou-se a declividade das vias, o uso do solo, o fluxo de pessoas e as condições das calçadas num raio de 1,5 km das estações selecionadas. Com base no estudo, foi identificado que as áreas com maior declive tendem a ter calçadas precárias, menos uso comercial e menor circulação de pessoas. Ademais, apesar da topografia não ser identificada como o principal fator para a caminhabilidade pelos entrevistados, ela influencia diretamente na qualidade das calçadas e no fluxo de pessoas, sendo um fator crucial no planejamento de políticas de transporte público e desenvolvimento urbano sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Em meio ao cenário crescente de urbanização, surge a teoria do Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), que visa estruturar formas de integrar e compatibilizar o desenvolvimento urbano com a oferta e a expansão de sistemas de transporte público (BID, 2021; SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2013). Uma das primeiras etapas para a implementação do DOT em determinada área é a definição da sua área de influência, a qual representa um limite físico para receber os planos e projetos de intervenção urbana (BID, 2021). Por exemplo, é nessa área que podem ser estabelecidos parâmetros urbanísticos com foco no adensamento populacional no entorno das estações de transporte público de massa.

As áreas de influência das estações podem considerar o alcance via diferentes modos de transporte (BID, 2021), porém, para a área de influência primária da estação, considera-se a área que poderia ser acessada por meio da caminhada (JUN, *et al.* 2015). Ademais, Calthorpe (1993) coloca que a chave para o funcionamento do DOT é a caminhabilidade, sendo que um dos elementos que determina a área de influência das estações são os fatores que condicionam o deslocamento a pé, como a topografia, conectividade, entre outros.

Alguns municípios brasileiros têm estabelecido planos diretores e leis de zoneamento que definem áreas de adensamento urbano próximas a eixos de transporte de massa, tais como

os municípios de São Paulo (PMSP, 2014), Curitiba (PMC, 2015), Mogi das Cruzes (PMMC, 2019), Diadema (PMD, 2019), entre outros. Todos eles, quando da definição dessas áreas de adensamento, utilizam um raio simples de 500-600 metros para se avaliar e definir áreas de influência de polos de atração de viagens, na perspectiva dos pedestres (GEHL, 2010; ITDP, 2016; AMANCIO e SANCHES, 2008; WRI, 2018). Entretanto, é importante considerar que o alcance de pedestres pode variar de acordo com as características locais, tais como forma urbana, uso do solo, topografia, condições da calçada, entre outros fatores (HUMBERTO, *et al.* 2018, PADILLO, *el al.* 2018; OTSUKA, *el al.* 2021). Assim, a adoção de uma distância estática em políticas e projetos urbanos pode ser questionada, como corroboram JUN, *et al*. (2015); ZUO, WEI e ROHNE (2018) e R. PUEBOOBPAPHAN, S. PUEBOOBPAPHAN e SUKHOTRA (2022).

Com base na bibliografia relacionada ao tema da caminhabilidade, destacam-se o uso do solo, as condições das calçadas, a priorização da circulação dos pedestres, a integração viária, a densidade e a topografia como fatores que influenciam no alcance de pedestres (PADILLO, *et al.* 2022; JEHLE, *et al.* 2022; BONATTO E ALVES, 2022; BASE e SEVTSUK, 2022; SEVTSUK, *et al.* 2021; OTSUKA, *et al.* 2021; D'ORSO e MIGLIORE, 2019; PADILLO, *et al.* 2018; HUMBERTO, *et al.* 2018; SUN, *et al.* 2017).

A topografia é mencionada por alguns autores como um dos fatores que podem impactar na caminhabilidade, sendo observado que, quanto maior a declividade longitudinal da via, menor é a caminhabilidade do trecho, dado que há um aumento na distância percebida pelo pedestre (PADILLO, *et al.* 2022; JEHLE, *et al.* 2022; BONATTO E ALVES, 2022; BASE e SEVTSUK, 2022; SEVTSUK, *et al.* 2021; OTSUKA, *et al.* 2021; D'ORSO e MIGLIORE, 2019; PADILLO, *et al.* 2018; HUMBERTO, *et al.* 2018).

Nesse contexto, este estudo investiga o impacto da topografia na caminhabilidade no entorno de áreas de adensamento urbano, discutindo a necessidade de inclusão da sua análise em diferentes perspectivas, no contexto de elaboração de políticas associadas ao DOT, já que se trata de um elemento ainda não incorporado na definição dessas políticas.

2 MÉTODO

O método deste estudo foi dividido em três etapas principais, conforme Figura 1.

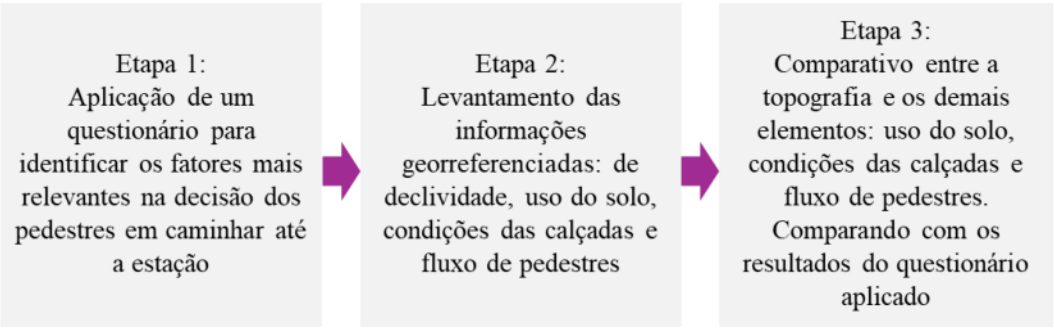


Fig. 1 Fluxograma da metodologia aplicada no estudo

Na Etapa 1, com base nos fatores identificados na bibliografia que influenciam na caminhabilidade (uso do solo, condições das calçadas, priorização da circulação de pedestre, integração viária, densidade e topografia) foi aplicado um questionário online

para compreender quais desses fatores mais influenciam os pedestres na decisão de caminhar até as estações de transporte coletivo de massa. Para isso, foi elaborada uma pergunta objetiva para os respondentes, solicitando que eles classificassem por ordem de importância os fatores que influenciam na seleção do modo de mobilidade a pé. Esse questionário foi aprovado segundo o parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CAEE 40197720.9.0000.5421 e disponibilizado online de 01/05/2023 a 10/06/2023.

Após a obtenção das respostas do questionário, foi realizada uma análise com relação à recorrência do peso de cada um dos fatores, traçando uma hierarquização média entre eles. Para calcular o total de votos de cada fator, a partir dos resultados do questionário, utilizou-se uma escala de importância assinalada (Sem importância – 1, Pouco importante – 2, Importante – 3, Muito importante – 4, Extremamente importante – 5). Após somar todas as notas obtidas por cada fator, foram obtidos os totais de votos finais de cada um dos fatores.

Para este estudo, foram selecionadas cinco estações de metrô e trem (Fig. 2) localizadas no município de São Paulo, Brasil (Brás, Butantã, Lapa Tucuruvi e Vila Mariana), selecionadas por apresentarem características distintas em relação aos principais fatores mencionados nos resultados do questionário, permitindo sua comparação.

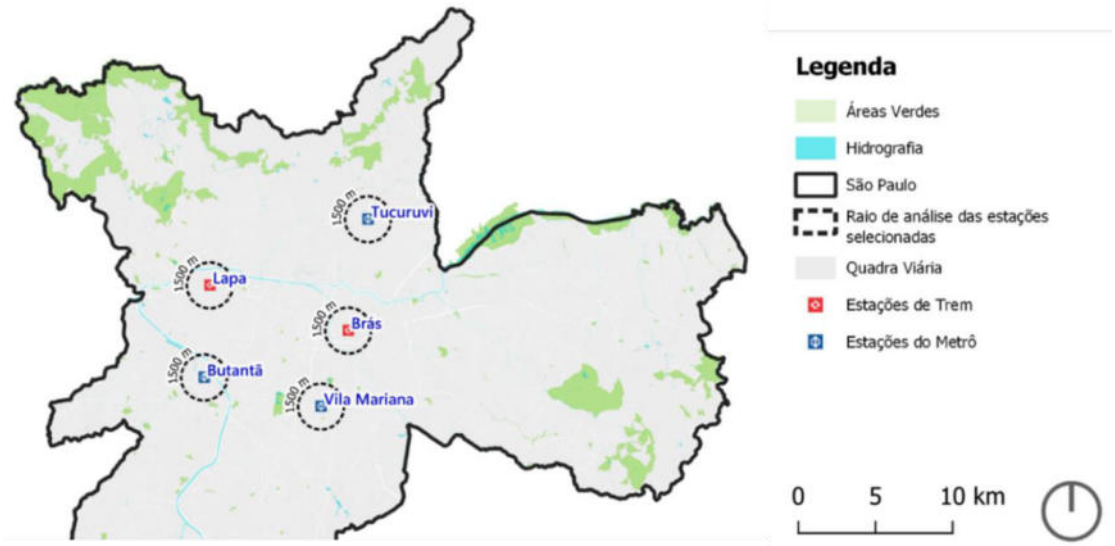


Fig. 2 Estações selecionadas para estudos de caso no município de São Paulo

Na Etapa 2, foi realizado o levantamento da declividade viária, do uso do solo, das condições das calçadas e do fluxo de pedestres, caracterizando o entorno das estações, em um raio de 1,5 km a partir das estações selecionadas. Esse perímetro de análise foi utilizado por representar uma aproximação simplificada de uma distância média de 20 minutos de caminhada, sendo um recorte inicial da área de influência primária das estações de transporte coletivo de massa. Para analisar a topografia, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação do Topodata, disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). Para avaliar a declividade das ruas das áreas em estudo foi utilizado o software ArcGIS, aplicando a ferramenta *Add Information Surface*, que permite adicionar, aos trechos de vias, as informações de elevação máxima, elevação mínima e declividade média do trecho, a partir do modelo digital de elevação.

Também na Etapa 2, para levantamento do uso do solo, foi utilizada a camada "IPTU" no Portal Geosampa (2022), disponibilizada pela Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal da Fazenda, permitindo a identificação do uso de cada lote da área de estudo e que, neste trabalho, foram agregados em uso do solo residencial e não residencial. A Prefeitura de São Paulo também disponibiliza a camada "Calçadas" no Portal Geosampa (2019), mapa digital da Cidade de São Paulo que possibilita a delimitação das calçadas e apresenta a informação sobre as larguras média e mínima delas, medidas em cada face de quadra. Em relação a continuidade da superfície das calçadas foi realizada a identificação e contagem, por meio da ferramenta do *Google Street View*, de buracos e degraus que dificultam ou inviabilizam a circulação pela calçada.

Complementando o levantamento da Etapa 2, foram realizadas contagens *in loco* para compreender o fluxo de pessoas que circulam no entorno das estações. Para a realização da contagem, foi utilizado o método do portal de Grajewski e Vaughan (2001). Este define uma rota de portais imaginários que o observador utilizará para contar a passagem de pedestres por um intervalo de tempo de até 5 minutos em cada portal. Cada percurso foi realizado em até duas horas durante os horários de maior pico (manhã e tarde), realizando o percurso em dois dias diferentes, percorrendo o circuito em sentidos contrários, para balancear o efeito do tempo nos dados coletados. O período de levantamento foi entre 16/11/2023 e 29/11/2023.

Por fim, na Etapa 3, procedeu-se à análise integrada das características levantadas na Etapa 2 com ênfase na questão topográfica, relativamente aos estudos de caso, permitindo avaliar o impacto da topografia nos demais fatores que influenciam a caminhabilidade.

3 RESULTADOS

Na Etapa 1, o questionário online registrou 382 respostas, obtendo-se a distribuição conforme mostrado na Fig. 3. A partir desses resultados, foi possível obter a hierarquia dos fatores mais relevantes para os menos relevantes (Fig. 4), abrangendo: pessoas na rua (densidade), condição da calçada, menor presença de ladeiras (topografia), comércios voltados para a rua (uso misto do solo) e menor circulação de veículos (priorização da circulação do pedestre). Portanto, a topografia ficou na terceira posição entre os fatores mais relevantes para a decisão de caminhar.

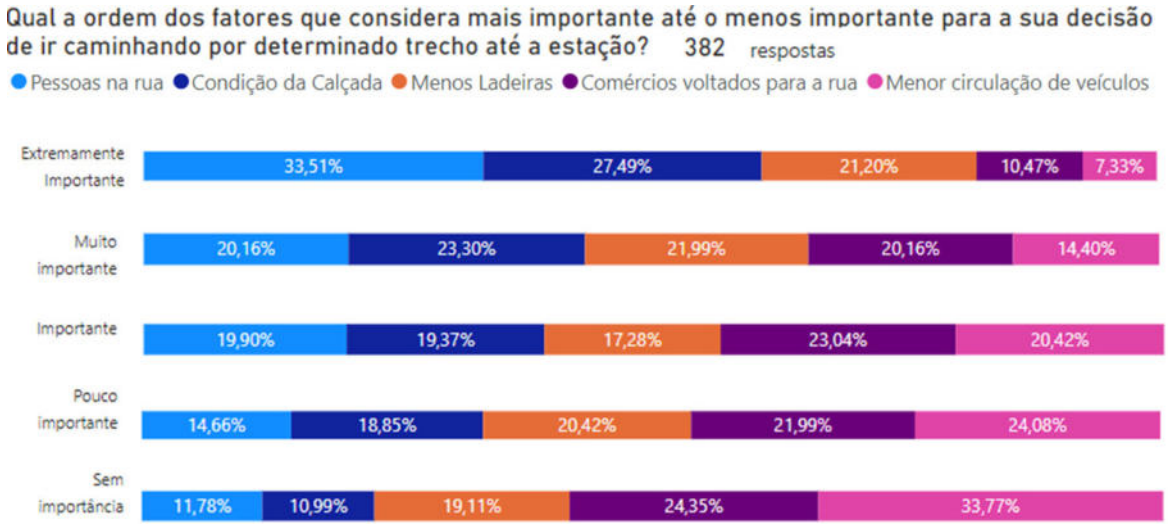


Fig. 3 Resultados do questionário aplicado, relativamente aos fatores condicionantes da caminhabilidade, nos estudos de caso



Fig. 4 Resultado final dos fatores mais importantes para os menos importantes para a caminhabilidade do ponto de vista dos pedestres, nos estudos de caso

Seguindo os procedimentos descritos na Etapa 2 do método, foram levantadas todas as informações do entorno das estações em estudo, consolidadas na Tabela 1, que identifica a média dos fatores avaliados no entorno das estações em estudo. Verifica-se que, geralmente, as estações com maior declividade viária apresentam menor volume de pessoas por portal, menor percentual de uso residencial e calçadas em condições piores, tanto em relação a largura quanto em relação à condição da superfície da calçada.

Tabela 1 Resumo das características analisadas no entorno das estações em estudo

	Declividade média viária (%)	Volume médio de pessoas por portal	Percentual de área não residencial	Percentual de calçadas com largura ótima	Percentual de calçadas com superfície ótima
Brás	2,26%	143	81,58%	79,83%	77,71%
Vila Mariana	5,20%	45	68,71%	72,32%	55,66%
Butantã	3,72%	33	61,73%	75,97%	62,57%
Tucuruvi	6,33%	40	24,57%	25,60%	47,69%
Lapa	3,01%	43	70,26%	80,21%	77,31%

Essa relação se intensifica quando se observa a distribuição das características por cada trecho viário no mapa, podendo-se verificar uma maior correlação. A Fig. 5, apresenta o mapeamento no entorno da estação do Brás, da CPTM de São Paulo. Essa estação encontra-se em uma região com baixas declividades (Fig. 5 - A), apresentando elevada

concentração de pessoas (Fig. 5 – B) e atividades comerciais (Fig. 5 - C). Além disso, a região apresenta, em grande maioria, ruas com calçadas com largura adequada (Fig. 5 - D) e ótima condição da superfície da calçada (Fig. 5 - E). Na Fig. 6, o entorno da estação Vila Mariana, do Metrô de São Paulo, apresenta regiões com maior declividade (Fig. 6 - A), sendo essas regiões que apresentam menor concentração de pessoas (Fig. 6 – B), menor presença de atividades comerciais (Fig. 6 – C) e calçadas com largura e condições piores (Fig. 6 – D e E). A mesma situação da estação Vila Mariana, foi observada nas demais estações: Butantã (Fig. 7), Tucuruvi (Fig. 8) e Lapa (Fig. 9).

Destaca-se a estação Tucuruvi do Metrô-SP, com o entorno com maior declividade (Fig. 8 – A) entre as estações em estudo, apresentando maior concentração de usos residenciais (Fig. 8 – C), piores condições das calçadas tanto de largura (Fig. 8 – D) quanto de continuidade da superfície das calçadas (Fig. 8 – E), tendo uma maior circulação de pessoas (Fig. 8 – B) apenas nos trechos com atividades comerciais.

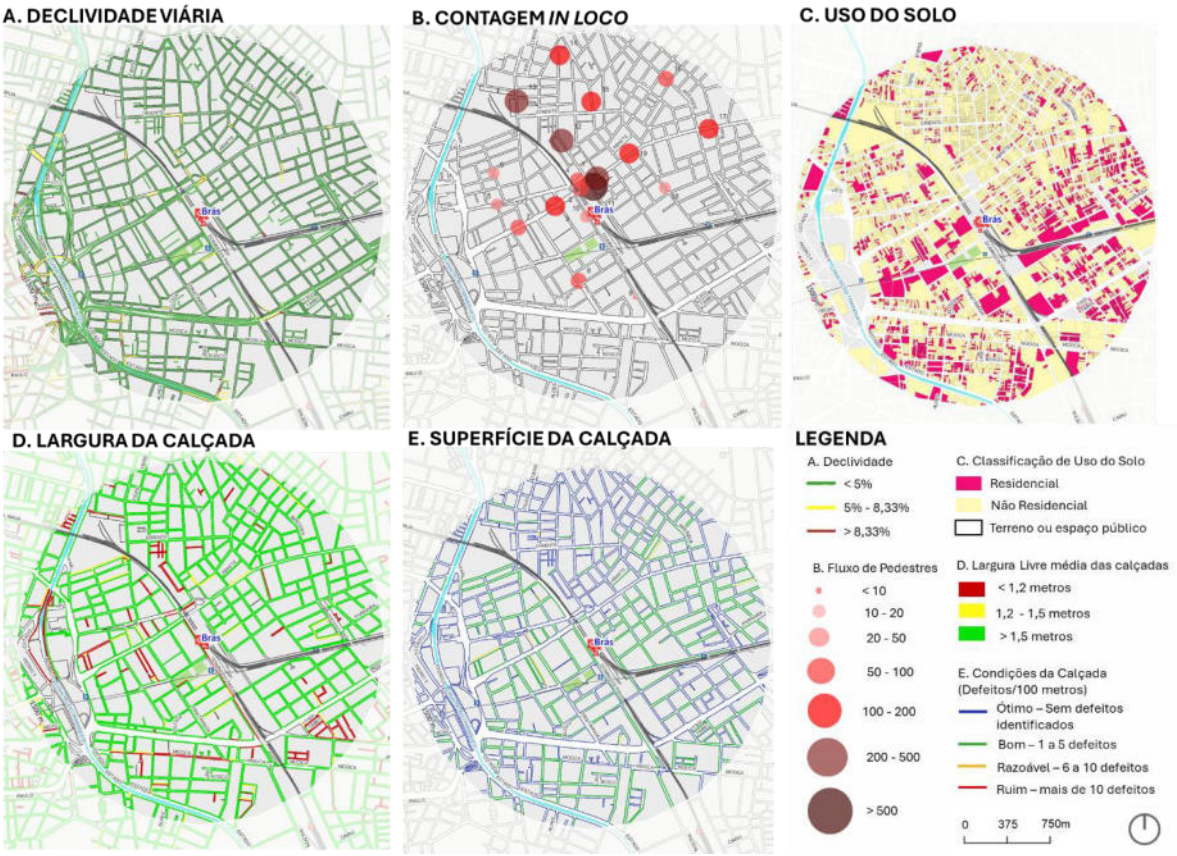


Fig. 5 Informações levantadas no entorno da estação Brás da CPTM de São Paulo

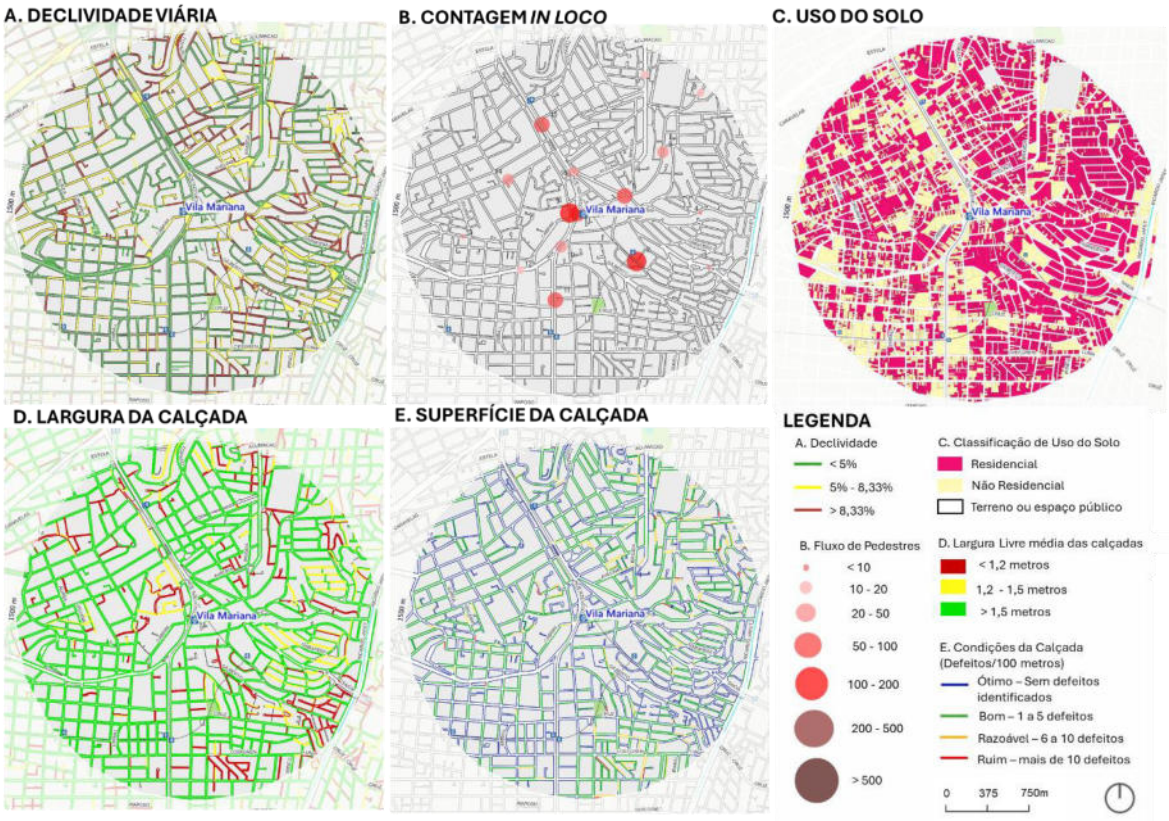


Fig. 6 Informações levantadas no entorno da estação Vila Mariana do Metrô-SP

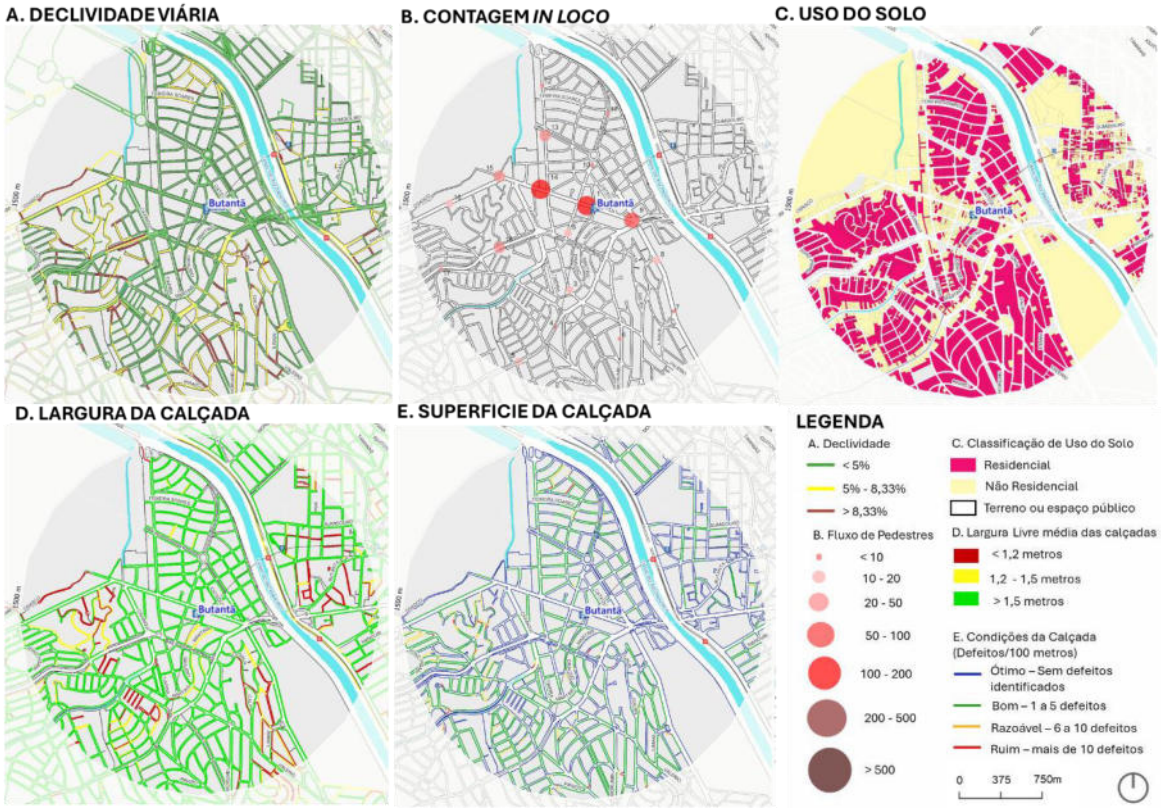


Fig. 7 Informações levantadas no entorno da estação Butantã do Metrô-SP

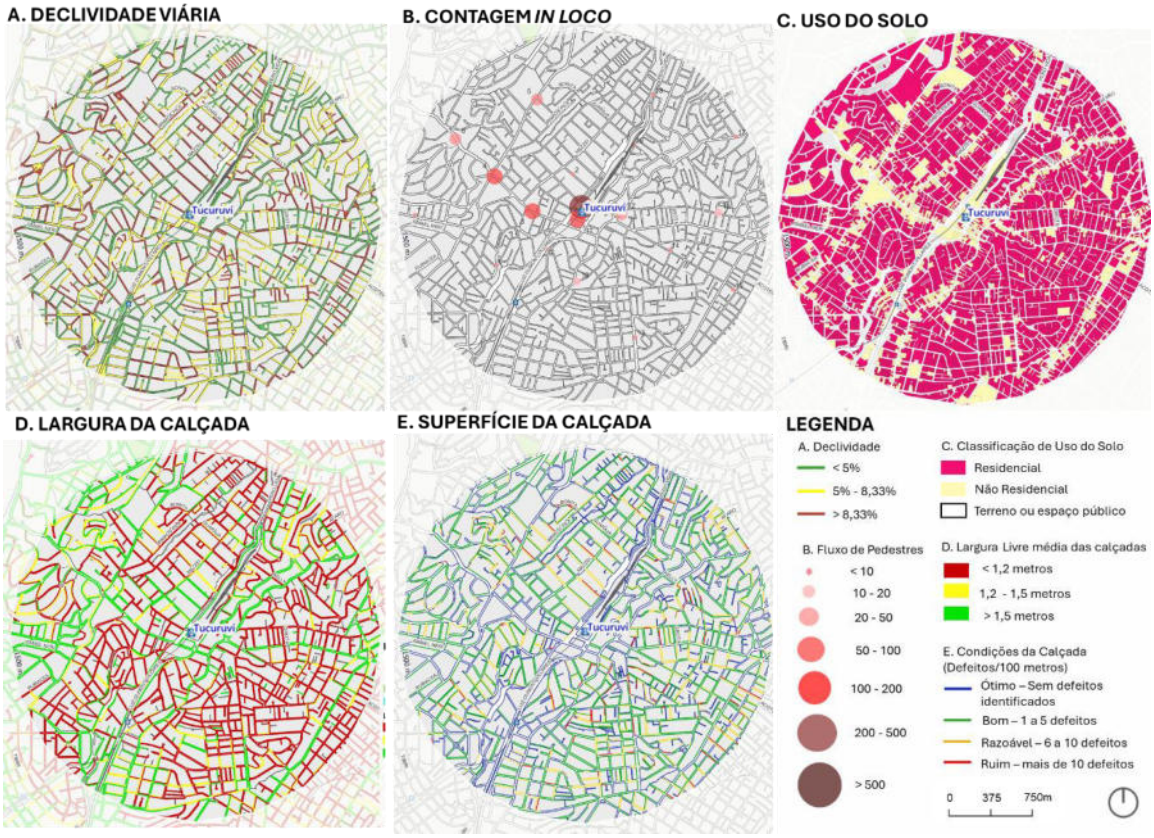


Fig. 8 Informações levantadas no entorno da estação Tucuruvi do Metrô-SP

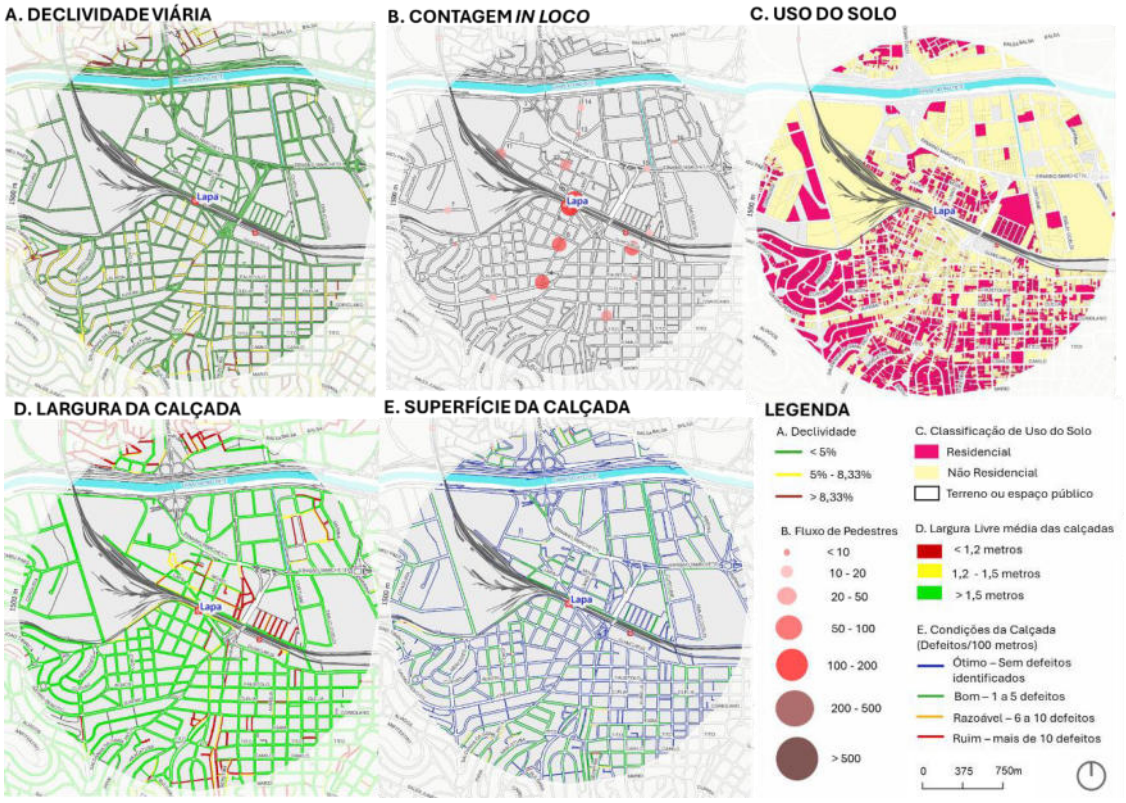


Fig. 9 Informações levantadas no entorno da estação Lapa da CPTM-SP

Os resultados encontrados não são causados em sua totalidade pelo efeito exclusivo da topografia, existindo um sistema de causalidade circular, que cada fator possa gerar influências recíprocas nos demais fatores. Por exemplo, as ruas com elevada declividade podem desincentivar a caminhada devido a maior necessidade de esforço físico e a maior presença de calçadas irregulares, que, por sua vez, desincentivam a instalação de comércios de rua por causa da menor presença de pedestres. Por outro lado, a inexistência de comércios de rua pode levar a menor presença de pessoas caminhando e uma menor manutenção das calçadas devido à inexistência da preocupação com a circulação dos clientes. Ademais, outros fatores, além dos avaliados, podem impactar a decisão de caminhar até as estações.

Entretanto, é possível observar que, de modo geral, as áreas com maior declividade são aquelas que geralmente apresentam condições de calçadas menos favoráveis, menor uso não residencial e menor circulação de pessoas. Apesar da topografia não ter se destacado como o principal fator para a decisão de caminhar entre os respondentes do questionário, observa-se que ela impacta nos demais fatores mais relevantes, como condições da calçada e fluxo de pessoas na rua. Isso significa que regiões com aclives/declives acentuados tendem a ter um ambiente menos propício para a circulação de pedestres, nas áreas estudadas.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou investigar o impacto da topografia na caminhabilidade no entorno de áreas de adensamento urbano, a partir da análise de um conjunto de cinco estações de metrô e trem em São Paulo.

A partir dos resultados, conclui-se que a topografia é um fator essencial na análise da caminhabilidade, especialmente em áreas densamente povoadas no contexto do DOT. Regiões com maior declive podem ter uma área de influência de transporte inferior às de menor inclinação, sendo importante a consideração desse fator para a definição da melhor localidade para a construção de uma nova estação ou para incentivo ao adensamento populacional visando a uma política de DOT. Ressalta-se que certos problemas gerados pela topografia podem ser amenizados; por exemplo, a remoção de degraus nas calçadas; e uma maior oferta de outros modos de transporte complementares, como bicicletas assistidas ou bondes, melhorando o acesso às estações. Portanto, destaca-se a importância de incorporar a topografia na estruturação de políticas públicas, garantindo maior atenção a esse aspecto na melhoria da mobilidade urbana e no desenvolvimento de cidades mais sustentáveis.

Ressalta-se que, embora a topografia seja um importante fator na definição do alcance de pedestres, ela não configura instrumento único suficiente para definir áreas propícias para o adensamento urbano. Além da topografia, outros elementos como tempo de caminhada, capacidade da infraestrutura, entre outros, são fundamentais no detalhamento de políticas voltadas à orientação do adensamento urbano, tais como zoneamento e desenvolvimento de policentralidades urbanas.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa produtividade em pesquisa.

5 REFERÊNCIAS

Amancio, M. A. e Sanches, S. (2008). A forma urbana e as viagens a pé – estudo de caso em uma cidade brasileira de porte médio = The urban form and foot travel – a case study in a mid-size Brazilian city. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 3, p. 263-270.

Basu, R. e Sevtsuk, A. (2022). How do street attributes affect willingness-to-walk? City-wide pedestrian route choice analysis using big data from Boston and San Francisco. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 163, 1-19.

BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (2021). **Desenvolvimento orientado ao transporte: como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas.** Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Desenvolvimento-orientado-ao-transporte-Como-criar-cidades-mais-compactas-conectadas-e-coordenadas.pdf>. Acessado em: 10 de abr. 2024

Bonatto, D. e Alves, F. (2022). Application of Walkability Index for Older Adults' Health in the Brazilian Context: The Case of Vitória-ES, Brazil. **Int. J. Environ. Res. Public Health.** v 19(3), p. 1483.

Calthorpe, P. (1993) **The Next American Metropolis: Ecology. Community, and the American Dream.** 1st ed. Princeton Architectural Press.

D'Orso, G. e Migliore, M. (2020). A GIS-based method for evaluating the walkability of a pedestrian environment and prioritised investments. **Journal of Transport Geography**, v. 82, p. 102555.

Gehl, J. (2010). **Cidade para pessoas.** 2º Edição. Editora Perspectiva, 2014.

GEOSAMPA (2019). **Condições das calçadas no município de São Paulo.** Disponível em: < https://metadados.geosampa.prefeitura.sp.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search;jsessionid=2163FC1E19B6BC80B67B9DD10E5FDC0F#/metadata/47693d2d-7d15-4122-b002-12a5a7b221a5>. Acessado em: 10 de jul. de 2022.

GEOSAMPA (2022). **IPTU do município de São Paulo**. Disponível em: < https://metadados.geosampa.prefeitura.sp.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search;jsessionid=2163FC1E19B6BC80B67B9DD10E5FDC0F#/metadata/b971efa1-aad5-42f3-ad28-18f1f4efe270>. Acessado em: 10 de jul. de 2022.

Grajewski, T. e Vaughan, L. (2001). **Space Syntax Observation Manual.** Lonson: University College London. 18p.

Humberto, M., Laboissière, R., Giannotti, M., Marte, C. L., Cruz, D. A. e Primon, H. (2019). Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 23-36.

INPE. **Topodata: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acessado em: 26 de jul. de 2022.

ITDP BRASIL. **Índice de Caminhabilidade Ferramenta.** 2016. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/01/ITDP_TA_CAMINHABILIDADE_V2_ABRIL_2018.pdf>. Acessado em: 8 de abr. 2024

Jehle, U., Coetzee, C., Büttner, B., Pajares, E. e Wulfhorst, G. (2022). Connecting people and places: Analysis of perceived pedestrian accessibility to railway stations by Bavarian case studies. **Journal of Urban Mobility**, v. 2, p. 100025.

Jun, M., Choi, K., Jeong, J., Kwon, K. e Kim, H. (2015). Land use characteristics of subway catchment areas and their influence on subway ridership in Seoul. **Journal of Transport Geography**. 48. 30-40. 10.1016/j.jtrangeo.2015.08.002.

Otsuka, N., Wittowsky, D., Damerau, M. e Gerten, C. (2021). Walkability assessment for urban areas around railway stations along the Rhine-Alpine Corridor. **Journal of Transport Geography**, v. 93, p. 103081.

PMC – PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (2015). **Plano Diretor do município de Curitiba**. Lei nº 14.771, de 17 de dezembro de 2015. Disponível em: < https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-curitiba-pr>. Acessado em: Acessado em: 8 de abr. 2024

Padillo, A., Oestreich, L., Torres, T., Rhoden, P., Larranaga, Ana. e Cybis, H. (2022). Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case. Transportation Research Part D, 109, 103392. doi: 10.1016/j.trd.2022.103392.

Padillo, A., Pasqual, F., Uriarte, A. e Cybis, H. (2018) Application of multi-criteria decision analysis methods for assessing walkability: A case study in Porto Alegre, Brazil. **Transportation Research Part D**, 63, 855-871.

PMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (2015). **Plano Diretor do município de Curitiba. Lei Complementar nº 14.771 de dezembro de 2015**. Disponível em: < https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-curitiba-pr>. Acessado em: 12 de abr. 2024

PMD - PREFEITURA MUNICIPAL DE DIADEMA (2019). **Plano Diretor do município de Diadema. Lei Complementar nº 473 de dezembro de 2019**. Disponível em: < https://www.cmdiadema.sp.gov.br/legislacao/leis_integra.php?chave=10047319>. Acessado em: 10 de abr. 2024

PMMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES (2019) **Plano Diretor do município de Mogi das Cruzes. Lei Complementar nº 150, de 26 de dezembro de** Disponível em: < https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/pagina/secretaria-de-urbanismo/plano-diretor-vigente#:~:text=A%20Lei%20Complementar%20n%C2%BA%20150,Pol%C3%ADtica%20de%20Desenvolvimento%20Urbano%2C%20nos>. Acessado em: 10 de abr. 2024

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (2014). **Plano diretor do município de São Paulo.** Disponível em: <

https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/texto-da-lei/>. Acessado em: 10 de abr. 2024

Pueboobpaphan, R., Pueboobpaphan, S. e Sukhotra, S. (2022). Acceptable walking distance to transit stations in Bangkok, Thailand: Application of a stated preference technique. **Journal of Transport Geography,** v. 99, p. 103296.

Sevtsuk, A., Basu, R., Li, X. e Kalvo, R. (2021). A big data approach to understanding pedestrian route choice preferences: Evidence from San Francisco. **Travel Behaviour and Society.** 10.1016/j.tbs.2021.05.010. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/352414322_A_big_data_approach_to_understanding_pedestrian_route_choice_preferences_Evidence_from_San_Francisco>. Acessado em: 02 de mai. de 2022.

Sun, G., Webster, C. e Chiaradia, A. (2017) Objective assessment of station approach routes: Development and reliability of an audit for walking environments around metro stations in China. **Journal of Transport & Health**, v. 4, p. 191-207.

Suzuki, H., Cervero, R. e Iuchi, K. (2013). **Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use TIntegration for Sustainable Urban Development.** Urban development. Washington, DC: World Bank. World Bank. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12233>. Acessado em: 6 de abr. 2024.

WRI (2018). **Dots nos Planos Diretores: Guia para a inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano.** Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/DOTS_nos_Planos_Diretores_abr18.pdf>. Acessado em: 06 de abr. 2024.

Zuo, T., Wei, H. e Rohn, A. (2018). Determining transit service coverage by non-motorized accessibility to transit: Case study of applying GPS data in Cincinnati metropolitan area. **Journal of Transport Geography**, v. 67, p. 1-11.

EXPLORANDO O USO DO TRANSPORTE PÚBLICO PARA SERVIÇOS DE CROWDSHIPPING

L. Dexheimer, D .F. O. Silva, J. V. O. Miranda e L. K. Oliveira

RESUMO

No *crowdshipping*, a entrega de mercadorias é realizada por indivíduos que aproveitam seus deslocamentos diários para obter uma remuneração extra. Os serviços de *crowdshipping* utilizando o transporte público têm benefícios sociais, ambientais e econômicos. Neste artigo é explorada a viabilidade espacial do uso do sistema de transporte público para serviços de *crowdshipping* em duas cidades brasileiras: Belo Horizonte e Porto Alegre. Para tanto, a oferta (comércio e serviço) e a demanda (população) são combinadas por meio de análise espacial ao longo dos corredores de transporte. Os resultados indicam as áreas com potencial oferta e demanda por serviços de *crowdshipping* nos corredores de transporte público em Porto Alegre. Por fim, os resultados indicam que corredores de transporte público planejados e implementados considerando os princípios do transporte orientado ao desenvolvimento tem maior potencial para esta solução.

1 INTRODUÇÃO

O transporte urbano de carga é essencial para o desenvolvimento econômico. No entanto, várias externalidades estão relacionadas a esta atividade, afetando diretamente a qualidade de vida da população. O aumento da população residente nas áreas urbanas gera um aumento na demanda por bens de consumo para atendimento às suas necessidades. Ao mesmo tempo, o crescimento acentuado do comércio eletrônico e a mudança nos modelos de negócios relacionados a carga urbana produziram um aumento significativo nas entregas domiciliares. O processo de entrega de mercadorias se tornou um desafio para as empresas. Encomendas menores, mais frequentes e com prazos cada vez mais reduzidos provoca um aumento na circulação de veículos gerando uma série de externalidades negativas como, por exemplo, congestionamentos, aumento nas emissões de poluentes e acidentes (Dexheimer *et al.,* 2013; Cebeci, 2021; Oliveira *et al.,* 2018; Nascimento *et al.*, 2023).

A possibilidade de minimizar os efeitos negativos e melhorar a qualidade do processo de entregas tem levado gestores e empresas a investir em soluções inovadoras para otimizar as atividades (Oliveira *et al*., 2018). O *crowdshipping* é uma destas soluções com foco na redução dos impactos negativos oriundos do transporte urbano de carga (Buldeo *et al.*, 2017; Gatta *et al.*, 2019; Strulak-Wójcikiewicz *et al.,* 2021; Karakikes *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2022; Fessler *et al.*, 2023a, Fessler *et al.*, 2023b; Nascimento *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2024). Nesta modalidade, qualquer pessoa pode realizar entregas de encomendas aproveitando os deslocamentos que já realizam para as suas atividades diárias e utilizando

qualquer meio de transporte, seja automóvel, moto, ônibus, trem, bicicleta e até mesmo o deslocamento a pé (Buldeo *et al.*, 2017). Oferta e demanda são conectadas através de uma plataforma digital em que os interessados em atuar como *crowdshippers* se cadastram comunicando seu comportamento de viagem, como, por exemplo, seu deslocamento diário de ida e volta para o trabalho e o meio de transporte utilizado, enquanto um algoritmo combina as ofertas de transporte com a demanda pelas entregas (Wyrowski *et al.*, 2024).

O uso do transporte público para os serviços de *crowdshipping* é reportado como mais sustentáveis por apresentarem maiores benefícios sociais, ambientais e econômicos como, por exemplo, a redução dos congestionamentos, dos custos de entrega, das emissões de poluentes, dentre outros (Buldeo *et al.*, 2017; Serafini *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2022; Cheng *et al*, 2023; Nascimento *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2024). A maioria dos estudos de crowdshipping focam na identificação da disposição dos indivíduos serem *crowdshipper* ou entregadores. No entanto, a oferta de serviço de transporte público na Europa (onde se concentra a maioria dos estudos) e no Brasil é muito diferente. Desta maneira, *a priori* desta avaliação, faz-se necessário mapear as infraestruturas de transporte público para relacionar potencial oferta e a demanda ao longo destas infraestruturas.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo explorar a viabilidade espacial do uso do sistema de transporte público para serviços de *crowdshipping* em duas cidades brasileiras: Belo Horizonte e Porto Alegre. Para tanto, a oferta (comércio e serviço) e a demanda (população) são combinadas por meio de análise espacial ao longo dos corredores de transporte.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O uso do transporte público para o serviço de *crowdshipping*, integrando passageiros e cargas, tem sido abordado na literatura como uma forma entrega de mercadorias com potencial de contribuir para um transporte de carga mais sustentável (Serafini *et al.*, 2018; Gatta *et al.*, 2019; Simoni *et al.,* 2020; Fessler *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024).

Marcucci *et al.* (2017) investigam os pré-requisitos necessários a um serviço de *crowdshipping* para ser atraente no mercado de entregas urbanas. A análise exploratória se concentrou em 200 estudantes universitários na cidade de Roma. Como resultados, os autores relatam que 87% dos alunos manifestaram vontade de atuar como *crowdshippers*. No entanto, o percentual diminui com o aumento do tamanho da encomenda e com a diminuição da remuneração. Serafini *et al*. (2018) utilizaram preferência declarada para identificar as características mais importantes associadas à escolha de atuar como *crowdshipper* e modelos de escolha discreta para estudar o comportamento subjacente. O estudo aborda as linhas de metrô em Roma, por considerar um meio de baixo custo ambiental. Os resultados mostraram que 48% dos entrevistados confiam no serviço. Gatta *et al.* (2019) analisaram em que condições os passageiros do metrô em Roma, deslocando-se de casa para o trabalho e vice-versa, possivelmente atuariam como *crowdshippers,* retirando e entregando mercadorias em *lockers* automatizados localizados dentro das estações. Como resultado, o estudo identificou que a localização dos *lockers* é a característica mais relevante, até mais importante do que a remuneração e a possibilidade de planejar a data de entrega. Galkin *et al.* (2021) examinaram o interesse dos cidadãos de Bratislava (Eslováquia) em realizar as entregas durante seus deslocamentos. Os resultados da pesquisa mostraram que as características sociodemográficas, como idade e renda, bem como valor da remuneração

influenciam significativamente na decisão de ser um *crowdshipper*. O estudo de Fessler *et al.* (2022) também utilizou preferência declarada para analisar se os entrevistados estariam dispostos a levar uma encomenda em sua viagem diária em Copenhagen (Dinamarca), variando o número de pacotes, seu tamanho e peso, o tempo extra e os custos da viagem. Resultados indicaram que indivíduos mais jovens, estudantes, têm maior probabilidade de participar do conceito e que a utilidade de trazer um pacote está positivamente associada à compensação monetária fornecida aos indivíduos, enquanto a utilidade está negativamente associada ao uso de tempo adicional, bem como ao peso, tamanho e número de pacotes.

Fessler *et al.* (2024) utilizaram a teoria do comportamento planejado para investigar fatores motivacionais, barreiras e os contextos socioespaciais que influenciam a intenção de utilizar o *crowdshipping* combinando conceito de *lockers* automatizados com o transporte público. Os resultados apontam para a importância de três fatores psicológicos: o valor social esperado e as emoções positivas; a facilidade de utilização e conveniência percebidas; e as atitudes potencialmente céticas em relação à participação num conceito de *crowdshipping* organizado comercialmente. Os indivíduos mais jovens, em particular, estudantes, demonstraram maior intenção de participar. O artigo discute as oportunidades resultantes para aumentar a adesão e motivação dos usuários, que poderiam ser alcançadas através da comunicação e do design do serviço de *crowdshipping*. Wyrowski *et al.* (2024) formularam um problema de otimização que combina oferta e demanda de *crowshipping* com a utilização de *lockers* nas estações do metrô. Foram propostas diferentes funções objetivo, de modo a capturar as metas individuais das principais partes interessadas: remetentes, *crowdshippers*, destinatários e o provedor da plataforma. Como resultado, não foi encontrado um único objetivo que possa satisfazer igualmente todas as partes interessadas. Além disso, é necessário um grande número de *crowdshippers* para atender muitas encomendas.

Zhang *et al*. (2023) exploraram o possível impacto do *crowdshipping* usando o transporte público em Singapura por meio de um modelo de alocação de encomendas que combina as viagens de ônibus conforme disponibilidade dos usuários de atuar como *crowdshippers*. No modelo, caso não houvesse um número suficiente indivíduos disponíveis, as encomendas restantes seriam entregues usando veículos de carga. Os resultados mostram que o *crowdshipping* pode reduzir a quilometragem percorrida pelos veículos e as emissões atmosféricas associadas em até 17%; o custo de entrega pode ser reduzido em até 29% por encomenda. Essas economias podem ser obtidas mesmo que o serviço seja limitado apenas aos horários de pico. Zhang *et al.* (2024) analisaram o impacto econômico e ambiental de uma proposta que combina entrega convencional com *crowdshipping* usando *lockers*, sendo este utilizado para as encomendas mais distantes em Singapura. Os resultados mostram que complementar a entrega convencional com serviços de *crowdshipping* promove uma redução nas distâncias percorridas, nas emissões associadas, no tamanho da frota e nos custos de entrega.

Fessler *et al.* (2023a) realizaram um experimento no qual os passageiros do transporte público poderiam se inscrever para transportar encomendas de/para *lockers* automatizados localizados em estações e/ou paradas de transporte público, de modo a investigar possíveis vínculos entre emoções positivas antecipadas e experimentadas e o comportamento do indivíduo. Os resultados indicam que o valor da recompensa pela execução de um comportamento é condicionado a estímulos situacionais que, com a participação contínua, tornam-se associados à recompensa. Dando continuidade a este estudo, Fessler *et al.* (2023b) mostraram que a viabilidade prática do conceito foi validada a partir da perspectiva do

usuário. A facilidade de interação com o serviço influenciou a aceitação, mas não a intenção de participar do serviço.

Giufrida *et al.* (2021) analisaram a viabilidade espacial do *crowdshipping* usando transporte público ou modos ativos, considerando a proximidade dos pontos de entrega e endereços residenciais, fluxos de estudantes entre origens e destinos e principal modo de transporte utilizado. Os resultados do estudo na Catania (Itália) sugerem que os fluxos de estudantes podem ser facilmente combinados com as linhas de transporte público, possibilitando assim um serviço de *crowdshipping* sustentável. Strulak-Wójcikiewicz *et al*. (2021) examinaram dois tipos de soluções baseadas em plataformas de compartilhamento para veículos comerciais leves e *crowdshipping* em cidades polonesas. Os resultados mostram que, embora com pouca presença no mercado, o compartilhamento de veículos de carga está continuamente conquistando novos clientes nas principais cidades polonesas. Karakikes *et al* (2022) utilizaram microssimulação de tráfego para computar o impacto do serviço de *crowdshipping* no tráfego de Volos (Grécia). Os cenários analisados indicam uma redução de 6% a 13% nos níveis de congestionamento, resultante da redução do número de veículos de carga circulando na cidade.

Oliveira *et al.* (2022) analisaram a viabilidade de localização de *lockers* em infraestruturas de transporte público em Jaraguá do Sul (Brasil). Os resultados indicaram que uma rede de 16 *lockers* atenderia a cidade, sendo acessado por qualquer indivíduo em uma rota de bicicleta de dez minutos, reduzindo os veículos de entrega urbana em circulação e incentivando o transporte público e/ou não motorizado. Oliveira *et al.* (2024) analisaram fatores-chave para o desenvolvimento de sistemas integrados de transporte de mercadorias e de transporte público. Partindo de uma revisão de literatura, foram identificados benefícios e barreiras relacionadas com o ambiente urbano, e desafios e pontos fortes relacionados com a operação de transporte. Os resultados indicam que os benefícios estão relacionados com o combate às alterações climáticas através da otimização do espaço urbano e da redução dos movimentos de veículos de carga. As barreiras estão associadas à falta de uma cultura colaborativa e à necessidade de mudar o comportamento do consumidor.

Estudos revisados neste artigo abordam a questão sob diferentes enfoques: uso de diferentes técnicas para verificar o interesse dos indivíduos em levar uma encomenda em seu deslocamento no transporte público, a combinação de entrega por *crowdshipping* com entrega convencional e a combinação de *crowdshipping* com compartilhamento de veículos leves de carga. Apenas Giufrida *et al.* (2021) analisaram a viabilidade espacial do *crowdshipping* usando transporte público ou modos ativos. Os resultados deste estudo pretendem contribuir com esta discussão explorando a viabilidade espacial do uso do transporte público para serviços de *crowdshipping.*

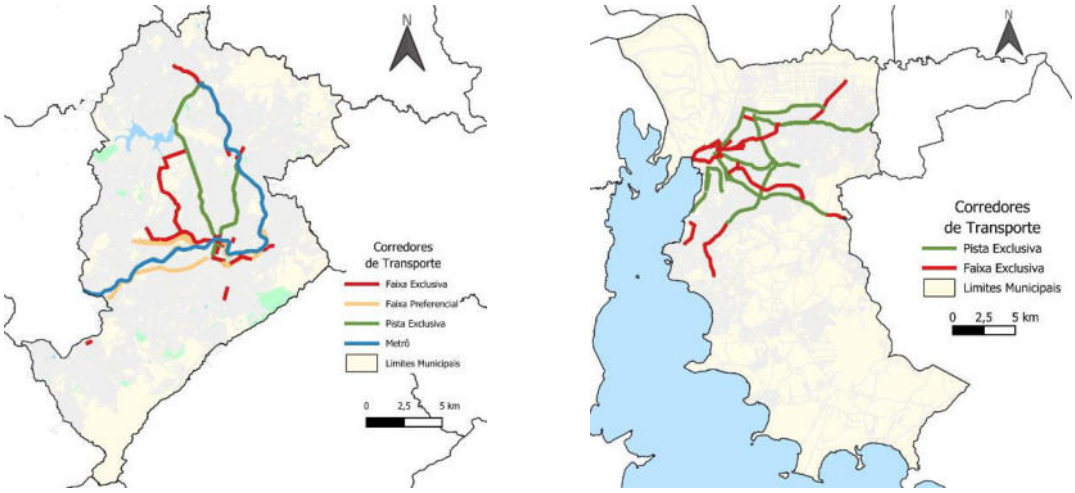
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E MÉTODO DE ANÁLISE

3.1 Descrição da área de estudo

Para este artigo foi considerado as infraestruturas de transporte de Belo Horizonte, na região sudeste e Porto Alegre, na região sul do Brasil. Os resultados são parte de um projeto que inclui várias cidades brasileiras. Belo Horizonte é uma cidade com 2,315 milhões de habitantes e área territorial 331,35 km^2, o que representa uma densidade demográfica 6.988,18 hab/km^2 (IBGE, 2022). O sistema de transporte público conta com ônibus

convencionais, corredores de ônibus (ou BRT), faixas exclusivas e metrô, 23,1 km de corredores de BRT e 28,1 km de metrô, com 23,1 km de corredores de BRT e 28,1 km de metrô (Oliveira *et al.,* 2023). Exceto pelas linhas convencionais, as demais rotas de transporte público foram consideradas neste estudo, conforme apresentado na Figura 1a.

Porto Alegre é uma cidade com 1,333 milhões de habitantes e área territorial de 495,39 km^2, o que representa uma densidade demográfica de 2.690,5 hab/km^2 (IBGE, 2022). O sistema de transporte público de Porto Alegre conta com ônibus convencional, corredores de ônibus, faixas exclusivas, trem urbano e catamarã. O sistema de ônibus opera com a maior parte das linhas chegando ao centro da cidade e algumas linhas alternativas circulares e transversais entre os bairros. Na década de 1980, foram construídos corredores de ônibus e, no final da década de 2000, começaram a ser criadas faixas exclusivas. A cidade possui 53,6 km de corredores de ônibus e 37,9 km de faixas exclusivas para transporte por ônibus. O sistema conta com transporte sobre trilhos, TRENSUB (Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre) que possui uma extensão de 43,8 km, ligando o centro histórico e o Aeroporto com as cidades da Região Metropolitana. A cidade ainda apresenta uma linha de transporte hidroviário pelas águas do lago Guaíba, por Catamarã, ligando o Centro Histórico e o Barra Shopping Sul e a cidade de Guaíba, na região metropolitana (EPTC). Neste estudo, foram considerados os corredores e faixas exclusivas para transporte público por ônibus, conforme apresentado na Figura 1b. O trem metropolitano de Porto Alegre não foi utilizado por atender apenas a porção norte da cidade.



(a) Belo Horizonte **(b) Porto Alegre**

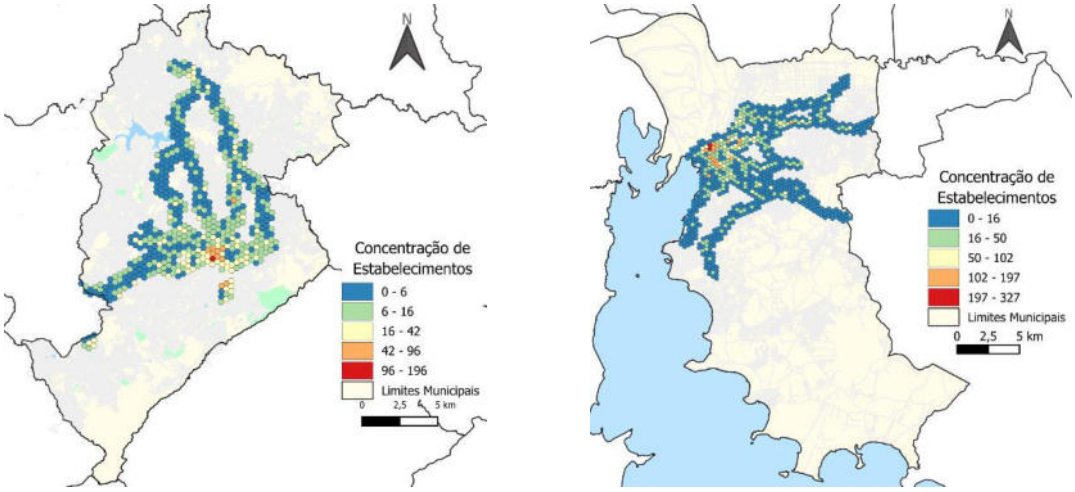
Figura 1: Corredores de transporte considerados no estudo.

Considerando a área de atendimento de 600 m dos corredores de transporte, foram mapeadas a oferta (comércio e serviços) e demanda (população) potencial por serviços de *crowdshipping*. Para análise da oferta, foram considerados estabelecimentos cujas características da carga permitem que sejam entregues por transporte público. Os setores utilizados foram separados conforme descrição na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Setores utilizados segundo CNAE

Código	Descrição
46.3	Comércio Atacadista
47.21	Padaria
47.22-9	Açougue e peixaria
47.23-7	Bebidas
47.24-5	Hortifruti
47.71-7	Farmácia
47.72-5	Cosmético
47.11-3	Hipermercado e supermercado
47.12-1	Minimercado e mercearia
56.11-2	Restaurantes

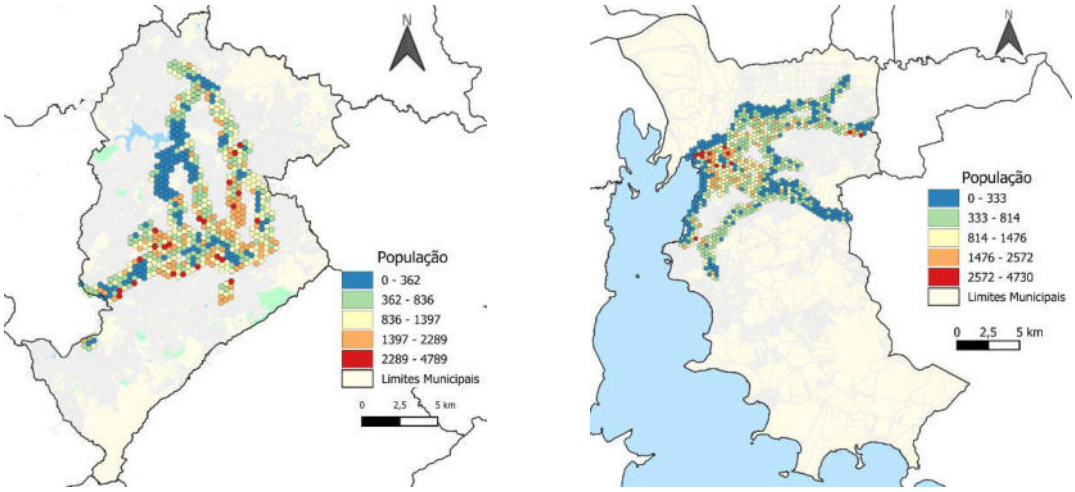
Na Figura 2 estão mapeados a oferta nas respectivas áreas de estudo. Observa-se maior concentração de estabelecimentos comerciais na região central de ambas as cidades, tendo maior espraiamento destas atividades em Porto Alegre do que Belo Horizonte.



(a) Belo Horizonte **(b) Porto Alegre**

Figura 2: Potencial oferta por serviços de *crowdshipping*.

A potencial demanda pelo serviço foi analisada a partir da população residente no entorno da infraestrutura de transporte. Para tanto, foram utilizados os dados disponibilizados por Pereira *et al.* (2022), em uma grade de hexágonos de alta resolução (área 0,11 km^2), que agrega as informações sobre a distribuição espacial da população (segundo idade, sexo, renda, cor/raça). Na Figura 3 é ilustrada a potencial demanda no entorno dos corredores de transporte público. Observa-se que a concentração populacional ao longo do corredor é menor nas áreas mais periféricas. Ademais, observa-se maior potencial de demanda do que oferta ao longo dos corredores.



(a) Belo Horizonte **(b) Porto Alegre**

Figura 3: Potencial demanda por serviços de *crowdshipping*.

3.3 Método de análise

Considerando os dados descritos na seção anterior, para este estudo, decidiu-se por analisar autocorrelação espacial entre oferta e demanda. Para tanto, foi utilizado o Índice de Moran Local, medida estatística que avalia a presença de autocorrelação espacial em todo o conjunto de dados georreferenciados, fornecendo informações acerca dos padrões de (dis)similaridades na distribuição dos elementos. Este índice identifica esses padrões específicos em diferentes localidades, viabilizando a avaliação de autocorrelação em cada unidade espacial no conjunto de dados (LUZARDO *et al.*, 2017), obtido por meio da Equação 1, em que I_i é Índice de Moran Local e W_i é a soma dos pesos espaciais para a unidade espacial específica.

$$I_i = \frac{n}{W_i} \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(Z_i - \mu_z)(Z_j - \mu_z)}{\sum_{i=1}^{n}(Z_i - \mu_z)^2} \quad (1)$$

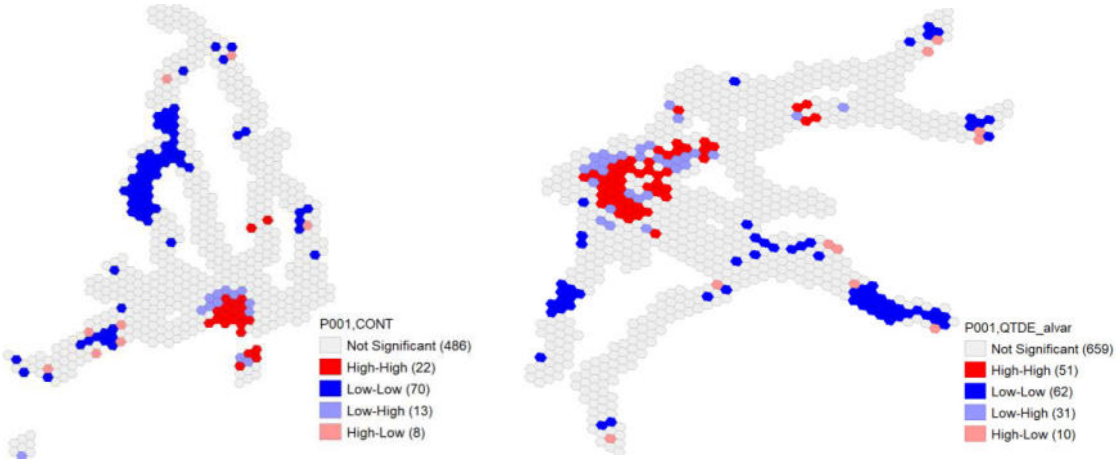
Quando se trata do Índice de Moran Local, Luzardo *et al*. (2017) explicam que o diagrama de espalhamento se torna uma ferramenta analítica por si mesma, pois cada ponto representativo de uma área (polígono) assume uma significação própria. Sendo assim, a metodologia de regressão não se aplica à análise e o diagrama de espalhamento e os quadrantes Q1 (AA) e Q3 (BB) passam a representar áreas que contribuem para a autocorrelação positivas e indicam *clusters* (agrupamentos) de valores altos e baixos. Já os quadrantes Q2 (BA) e Q4 (AB) contribuem para a autocorrelação negativa, com valores baixos acompanhados de vizinhos altos e valores altos acompanhados de vizinhos baixos, respectivamente.

Quanto à análise de significância estatística no Índice de Moran Local tem-se que, uma vez obtido o valor de I_i para cada área, são realizadas permutações aleatórias dos valores de atributos das demais áreas. Feitas as permutações, o p-valor é calculado a partir da posição relativa do Índice de Moran Local perante ao conjunto de valores obtidos nas permutações. Obtendo-se a significância (p-valor) e a posição do par ordenado no diagrama de espalhamento, podem ser obtidos mapas temáticos para a representação gráfica das informações.

Usando este procedimento, a oferta foi calculada pela relação entre a população e a concentração de estabelecimentos comerciais nos hexágonos próximos aos corredores de ônibus. Por outro lado, a demanda foi calculada pela relação entre a concentração de estabelecimentos comerciais e a população nos hexágonos próximos aos corredores de ônibus.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

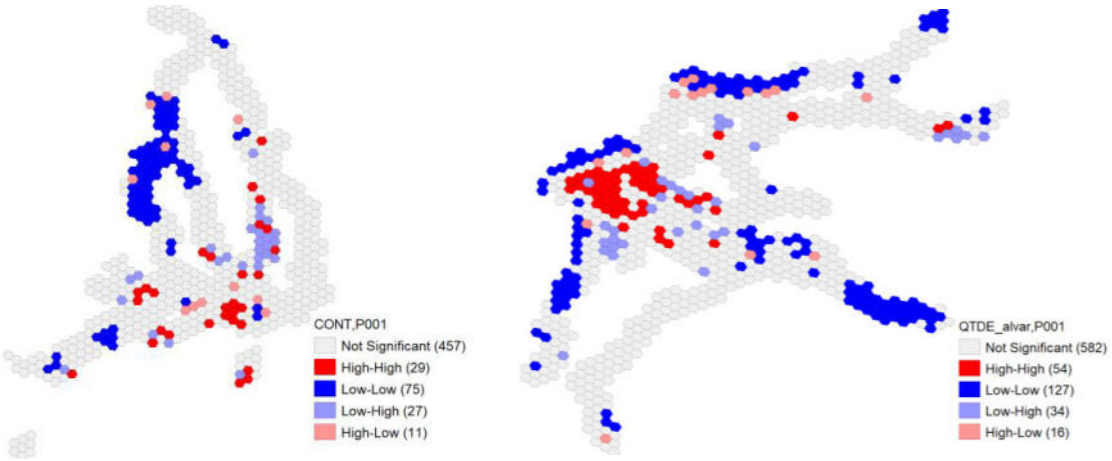
Na Figura 4 estão apresentados os resultados da análise da oferta. Em Belo Horizonte, a maior parte dos hexágonos classificados como *high-high* concentram-se na região central. Desta forma, nesta região, a concentração populacional é alta no entorno dos corredores de transporte público e a concentração de estabelecimentos comerciais também é alta nos hexágonos vizinhos, sendo uma região potencial para o uso do transporte público como modo de transporte dos serviços de crowdshipping. Ademais, existem outros hexágonos isolados nas proximidades das estações do metrô. A região central de Porto Alegre também concentra a maioria dos hexágonos *high-high*. No entanto, Porto Alegre tem mais hexágonos *high-high* do que Belo Horizonte (51 e 22, respectivamente). Tal resultado pode ser resultado de um sistema de transporte público mais estruturado e com maior concentração de serviços nas proximidades dos corredores de transporte público em Porto Alegre.



(a) Belo Horizonte **(b) Porto Alegre**

Figura 4: Análise da oferta

Na Figura 5 é apresentada a análise da demanda, cujos resultados são similares aos da oferta. Em Belo Horizonte, 29 hexágonos foram classificados como *high-high*, sendo dispersos na região mais central da cidade. Por outro lado, em Porto Alegre teve 54 hexágonos classificados como *high-high*, abrangendo uma área significativa da cidade. Portanto, do lado da demanda, os corredores de transporte público de Porto Alegre indicam ter potencial para serviços de *crowdshipping.*



(a) Belo Horizonte **(b) Porto Alegre**

Figura 5: Análise da demanda

Comparando os resultados da oferta e da demanda, tem-se que Porto Alegre tem maior potencial para utilização do transporte público para serviços de crowdshipping do que Belo Horizonte. No caso de Belo Horizonte, apesar dos corredores de BRT terem sido planejados considerando as estratégias do transporte orientado ao desenvolvimento, as desapropriações e os projetos isolaram o corredor, principalmente no caso do corredor Antônio Carlos. Como consequência, observa-se uma baixa oferta de estabelecimentos comerciais e, em alguns casos, baixa concentração populacional, tornando inviável o uso do crowdshipping. Em Porto Alegre o sistema de corredores de ônibus também foi planejado. A orientação foi do Plano Diretor de Transportes Urbanos desenvolvido no final na década de 70 em função da demanda por moradia nas várias regiões da cidade. A demanda se confirmou ao longo dos anos e novos estabelecimentos comerciais foram surgindo para atender essa população. Além disso, Porto Alegre ainda conta com o corredor interligando a região norte à sul da cidade, deixando o sistema mais abrangente e mais viável para o uso do *crowdshipping*. O fato de o sistema de corredores de Porto Alegre ser mais antigo que o de Belo Horizonte pode ter contribuído para essa diferença nos resultados.

5 CONCLUSÕES

Neste artigo foi explorado o uso do transporte público como modo de transporte para serviços de crowdshipping. Analisando a oferta e demanda potenciais das cidades de Belo Horizonte e Porto Alegre, identificou-se que os corredores de transporte público de Porto Alegre têm mais potencial do que de Belo Horizonte. Ademais, observou-se que estratégias de transporte orientado ao desenvolvimento podem propiciar a viabilidade espacial pretendida, mas, neste caso, não observada. Conforme mencionado, no caso de Belo Horizonte, os corredores de BRT foram concebidos (mas não implementados) sob tais estratégias. Como consequência, não existe um adensamento populacional e de serviços ao longo dos corredores, exceto na região central e na centralidade Cidade Nova. O caso de Porto Alegre se apresenta de forma diferente concentrando pessoas e estabelecimentos comerciais nas proximidades dos corredores. Importante salientar que a utilização da autocorrelação espacial para a realização deste tipo de análise mostrou-se eficiente e pode auxiliar as empresas de entrega de encomendas na decisão de utilizar ou não estratégias de *crowdshipping* nas cidades analisadas.

Agradecimentos
Este projeto é financiado pelo CNPq, processo 406815/2023-2.

6 REFERÊNCIAS

Buldeo Rai, H., Verlinde, S., Merckx, J., & Macharis, C. (2017). Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport? **European Transport Research Review**, 9, 39. https://doi.org/10.1007/s12544-017-0256-6

Cebeci, M. S. (2021) **Crowdshipping: The level of trust towards crowdshipping from the user's perspective: A stated preference experiment**. Dissertação. TU Delft Civil Engineering and Geosciences.

Cheng, R., Jiang, Y., & Nielsen, O. A. (2023). Integrated people-and-goods transportation systems: from a literature review to a general framework for future research. **Transport Reviews**, 43(5), 997–1020. https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2189322

Dexheimer L., Larrañaga A.M., Lindau L.A. (2013) Society's Perception to the Presence of Urban Distribution Trucks. **Journal of Traffic and Logistics Engineering**, 1(2), 111-115.

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre. https://prefeitura.poa.br/ (acesso em 30/04/2024)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Panorama CENSO 2022 https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.htm (acesso em 30/04/2024)

Nascimento, C.O.L., Gatta, V., & Marcucci, E. (2023). Green Crowdshipping: Critical factors from a business perspective. **Research in Transportation Business and Management**, 51, 101062. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.101062

Fessler, A., Thorhauge, M., Mabit, S., & Haustein, S. (2022). A public transport-based crowdshipping concept as a sustainable last-mile solution: Assessing user preferences with a stated choice experiment. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 158, 210-223. https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.02.005

Fessler, A., Cash, P., Thorhauge, M., & Haustein, S. (2023). A public transport based crowdshipping concept: Results of a field test in Denmark. **Transport Policy**, 134, 106-118. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.02.014

Fessler, A., Klöckner, C. A., & Haustein, S. (2023). Formation of crowdshipping habits in public transport: Leveraging anticipated positive emotions through feedback framing. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, 94, 212-226. https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.02.012

Fessler, A., Haustein, S., & Thorhauge, M. (2024). Drivers and barriers in adopting a crowdshipping service: A mixed-method approach based on an extended theory of planned behaviour. **Travel Behaviour and Society**, 35, 100747. https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100747

Galkin, A., Schlosser, T., Capayova, S., Takacs, J., & Kopytkov, D. (2021). Attitudes of Bratislava citizens to be a crowd-shipping non-professional courier. **Transportation Research Procedia**, *55*, 152–158. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.06.016

Gatta, V., Marcucci, E., Nigro, M., Patella, S. M., & Serafini, S. (2019). Public transport-based crowdshipping for sustainable city logistics: Assessing economic and environmental impacts. **Sustainability,** 11(1), 145. https://doi.org/10.3390/su11010145

Gatta, V., Marcucci, E., Nigro, M., & Serafini, S. (2019). Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries. **European Transport Research Review**, 11(1). https://doi.org/10.1186/s12544-019-0352-x

Giuffrida, N., le Pira, M., Fazio, M., Inturri, G., & Ignaccolo, M. (2021). On the spatial feasibility of crowdshipping services in university communities. **Transportation Research Procedia**, 52, 19-26. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.004

Karakikes, I., & Nathanail, E. (2022). Assessing the Impacts of Crowdshipping Using Public Transport: A Case Study in a Middle-Sized Greek City. **Future Transportation**, 2(1), 55-83. https://doi.org/10.3390/futuretransp2010004

Luzardo, A. J. R.; Castañeda Filho, R. M.; Rubim, I. B. (2017) **Análise espacial exploratória com o emprego do Índice de Moran.** GEOgraphia, 40(19), 161-179. https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2017.v19i40.a13807

Marcucci, E., le Pira, M., Carrocci, C. S., Gatta, V., & Pieralice, E. (2017). Connected shared mobility for passengers and freight: Investigating the potential of crowdshipping in urban areas. **5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems, MT-ITS 2017 - Proceedings**. https://doi.org/10.1109/MTITS.2017.8005629

Oliveira, L.K., Nobrega, R.A.A., Coelho, P.S. (2023) Exploring the Transport Landscape in Belo Horizonte, Brazil. **Latin American Transport Studies**, 1, 100001. https://doi.org/10.1016/j.latran.2023.100001

Oliveira, L. K., Oliveira, I. K., França, J. G. C. B., Balieiro, G. W. N., Cardoso, J. F., Bogo, T., Bogo, D., & Littig, M. A. (2022). Integrating Freight and Public Transport Terminals Infrastructure by Locating Lockers: Analysing a Feasible Solution for a Medium-Sized Brazilian Cities. **Sustainability**, 14(17), 10853. https://doi.org/10.3390/su141710853

Oliveira, I. K. de, Meira, L. H., & Oliveira, L. K. (2024). Key factors for developing freight and passenger integrated transportation systems in Brazil. **Research in Transportation Economics**, 104, 101425. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2024.101425

Oliveira L.K., Matos B.A., Dablanc L., Ribeiro K., Isa S.S. (2018) **Distribuição urbana de mercadorias e planos de mobilidade de carga: oportunidades para municípios brasileiros**. Monografia do BID.

Pereira, R. H. M. *et al.* (2022) Distribuição espacial de características sociodemográficas e localização de empregos e serviços públicos das vinte maiores cidades do Brasil. **Texto para**

Discussão 2772. Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11225

Serafini, S., Nigro, M., Gatta, V., & Marcucci, E. (2018). Sustainable crowdshipping using public transport: A case study evaluation in Rome. **Transportation Research Procedia**, 30, 101-110. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.012

Simoni, M. D., Marcucci, E., Gatta, V., & Claudel, C. G. (2020). Potential last-mile impacts of crowdshipping services: a simulation-based evaluation. **Transportation**, 47(4), 1933–1954. https://doi.org/10.1007/s11116-019-10028-4

Strulak-Wójcikiewicz, R., & Wagner, N. (2021). Exploring opportunities of using the sharing economy in sustainable urban freight transport. **Sustainable Cities and Society**, 68, 102778. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102778

Zhang, M., & Cheah, L. (2024). Prioritizing Outlier Parcels for Public Transport-Based Crowdshipping in Urban Logistics. **Transportation Research Record**, 2678(3), 601-612. https://doi.org/10.1177/03611981231182429

Zhang, M., Cheah, L., & Courcoubetis, C. (2023). Exploring the Potential Impact of Crowdshipping Using Public Transport in Singapore. In **Transportation Research Record** 2677(2), 173-189. https://doi.org/10.1177/03611981221123246

EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE ALTA E BAIXA RENDA E ACESSIBILIDADE A EMPREGOS FORMAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA APLICADA À REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA, BRASIL.

I. G. Pinheiro, E. C. Kneib

RESUMO

Este artigo investiga a acessibilidade urbana na Região Metropolitana de Goiânia, Brasil, considerando a relação entre dois modos de transporte (motorizado individual e coletivo) e o acesso a empregos formais a partir de empreendimentos habitacionais de diferentes faixas de renda. A análise evidencia a concentração de atividades econômicas em Goiânia e uma distribuição centralizada de serviços, ressaltando a dinâmica centro-periferia da região. Utilizando a linguagem de programação R e Sistemas de Informação Geográfica, os dados foram processados e analisados com base em um indicador de acessibilidade urbana. Os resultados revelam que, independentemente da renda dos moradores, o acesso a empregos formais é mais eficiente pelo modo motorizado individual do que pelo transporte público coletivo. Tais análises oferecem contribuições para o campo do planejamento urbano, com implicações significativas para as políticas de habitação, acessibilidade e mobilidade urbana.

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da dinâmica urbana metropolitana das cidades brasileiras requer uma análise cuidadosa da segregação espacial de empreendimentos habitacionais ocupados por distintas classes sociais. Essa segregação se manifesta em dois aspectos: a segregação imposta, que afeta principalmente a população de baixa renda, representada pelos empreendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS), e a segregação voluntária, na qual grupos de alta renda optam por viver em condomínios fechados. Esse fenômeno afeta a organização do espaço urbano, a acessibilidade e a mobilidade (Villaça, 1998; Vasconcelos *et al.,* 2013).

Municípios com elevada integração na rede metropolitana frequentemente se tornam alvos do mercado imobiliário, resultando na expansão de seus limites municipais por meio de uma grande quantidade de empreendimentos residenciais, tanto de alta quanto de baixa renda. Estes encontram-se em localidades distantes do centro, caracterizados por infraestrutura viária precária, escassez de serviços públicos e uma rede de Transporte Público Coletivo (TPC) ineficiente, o que dificulta a acessibilidade e mobilidade dos residentes para os locais de trabalho, educação e saúde. Essa expansão aumenta os custos de transporte, favorecendo o uso do modo motorizado individual em detrimento de modos mais sustentáveis. Além disso, contribui para a geração de vazios urbanos e áreas periféricas com infraestrutura deficiente, enquanto espaços subutilizados também surgem (Borges *et al.,* 2017; Litman, 2017).

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG), situada no Centro-Oeste do Brasil, é composta por 21 municípios e é a 13ª maior área urbana do país, apresentando uma elevada taxa de urbanização de 98%. Goiânia, a capital, exerce uma influência central na RMG, concentrando a maior parte das atividades econômicas, bens e serviços, e impactando significativamente os municípios circundantes (IBGE, 2022). A dinâmica urbana da RMG reflete os fenômenos observados em outras regiões metropolitanas que possuem elevada integração, onde a segregação espacial de empreendimentos habitacionais é evidente. Este artigo objetiva analisar os níveis de acessibilidade urbana aos empregos formais através do TPC e do modo motorizado individual nos empreendimentos habitacionais de alta e baixa renda na RMG. O foco será nos empreendimentos que exibem segregação voluntária (condomínios fechados) e segregação imposta (empreendimentos de HIS), considerando a acessibilidade como a facilidade de acesso a atividades determinadas pela localização e características individuais e coletivas (Silva *et al.,* 2022).

Utilizando técnicas de geocomputação, a metodologia integra dados geolocalizados em um software de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na linguagem de programação R. O cálculo de acessibilidade baseou-se no indicador de Acessibilidade Cumulativa Ativa (CMA) e utilizou dados de pesquisas amostrais, imagens de satélite, mapeamento colaborativo e registros administrativos, além de dados de rede viária, topografia e transporte público no formato GTFS. Estes dados são provenientes do projeto Acesso a Oportunidades (AOP), que é coordenado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e estão disponíveis no site do projeto (Pereira & Herszenhut, 2023).

2 ACESSIBILIDADE URBANA E SEGREGAÇÃO HABITACIONAL

O conceito de mobilidade urbana está intrinsecamente ligado ao conceito de acessibilidade. A mobilidade diz respeito à movimentação das pessoas com o propósito de alcançar atividades específicas, enquanto a acessibilidade envolve a capacidade de alcançar essas atividades, considerando a integração entre os sistemas de transporte e o uso do solo (Silva *et al.,* 2022). A acessibilidade engloba os recursos que influenciam nas oportunidades para uma pessoa alcançar as atividades desejadas. Essas oportunidades são afetadas pela interação entre os sistemas de transporte e o uso do solo, assim como pelos diferentes meios de transporte disponíveis. Embora os transportes desempenhem um papel essencial ao facilitar o acesso às diversas atividades distribuídas em uma determinada área, é preciso destacar que um sistema de transporte eficiente por si só não garante o acesso às atividades na ausência de condições adequadas de uso do solo. Da mesma forma, mesmo que haja características positivas do planejamento do uso do solo para facilitar o acesso, isso não garante o acesso às atividades se não houver um sistema de transporte eficiente (Kneib *et al.*, 2022).

Diferentes autores oferecem perspectivas variadas sobre o conceito de acessibilidade urbana. Jones (1981) a define como a possibilidade de diferentes pessoas realizarem suas atividades, enfatizando a importância da integração entre o sistema de transporte e o uso do solo. Allen *et al.* (1993) a veem como uma medida necessária para superar a separação física entre dois locais, considerando tanto a distância quanto o tempo como fatores que criam dificuldades. Vasconcellos (2001) divide a acessibilidade em macro e micro, abrangendo deslocamentos em diferentes escalas e considerando a facilidade de acesso a serviços e atividades urbanas. O IMTT (2011) destaca a importância de avaliar a acessibilidade para identificar áreas com potencial não utilizado ou problemas de saturação e falta de infraestrutura de transporte, enquanto Mello e Portugal (2017) enfatizam a importância de redes estruturantes e meios de transporte sustentáveis para um desenvolvimento urbano equilibrado.

Segundo Lopes (2015), a compreensão da acessibilidade está estreitamente ligada às restrições que impactam a liberdade de escolha das pessoas, abrangendo desde seus deslocamentos até a seleção de locais e o engajamento em atividades socioeconômicas. Essas restrições podem ser avaliadas de forma quantitativa ou qualitativa, visando uma melhor compreensão das limitações impostas ao processo de tomada de decisão.

As diversas formas de segregação habitacional têm efeitos significativos na acessibilidade urbana. Como abordado na seção 1, tanto a segregação imposta, que afeta os residentes de baixa renda, quanto a segregação voluntária, observada em condomínios fechados destinados a grupos de média e alta renda, exercem influência. Em relação à HIS, é evidente que, apesar dos avanços nas políticas habitacionais, persiste o problema da segregação espacial, caracterizada por infraestrutura deficiente, escassez de equipamentos e dificuldade de acesso ao TPC, o que impacta negativamente a capacidade dos moradores desses empreendimentos de HIS de participar das atividades urbanas.

No que diz respeito aos condomínios horizontais fechados, eles também apresentam desvantagens para o planejamento urbano e para a distribuição equitativa de infraestrutura, já que sua baixa densidade não está alinhada com os princípios de uma cidade mais eficiente em termos de custos e sustentabilidade (Vasconcelos *et al.,* 2013). A segregação voluntária contribui para a expansão urbana dispersa, afetando a organização do uso do solo e, por consequência, o sistema de transporte, com repercussões significativas na acessibilidade.

3 METODOLOGIA

3.1 Geocomputação e Linguagem de Programação R

De acordo com Oppenshaw & Abrahart (2000), a geocomputação é um campo que se dedica à utilização de técnicas e abordagens computacionais para tratar de informações geoespaciais, realizar análises espaciais e resolver desafios associados à geografia. Essa disciplina integra princípios da informática e da geografia para solucionar questões complexas envolvendo localização geográfica e o ambiente em que ocorrem.

Para este estudo, a geocomputação prioriza o uso de ferramentas de linha de comando, que buscam desempenho otimizado e reprodutibilidade, com foco particular na linguagem de programação R, sendo esta, de código aberto e amplamente empregada para análise estatística e manipulação de dados, oferecendo uma variedade de pacotes especializados para análise e visualização de dados. Devido à sua natureza modular e altamente extensível, o R é amplamente adotado na geocomputação, sendo utilizado para análise e manipulação de dados espaciais. Essa característica o torna uma ferramenta versátil para a análise de dados relacionados à localização geográfica (Lovelace *et al.*, 2019; Damiani, *et al.,* 2021).

Os softwares geoespaciais de código aberto e gratuitos têm desempenhado um papel importante na democratização do acesso a técnicas geográficas avançadas. Um exemplo desses softwares é o QGIS, um sistema SIG de código aberto que se destaca por sua interface gráfica intuitiva, sendo muito utilizado nas áreas de geografia e urbanismo. Já a geocomputação em R é mais utilizada nas áreas de geocomputação e estatística. Ela adota uma abordagem baseada em linhas de comando, em que a vantagem primordial, conforme observado por Lovelace *et al.* (2019), reside na facilidade de reprodução em estudos futuros através do compartilhamento de scripts.

A linguagem de programação R surge como uma ferramenta com grande potencial para a análise espacial, destacando-se por sua capacidade de processamento, visualização e estatística (Wickham; Grolemund, 2016). Além disso, estabelece conexões com uma ampla gama de softwares SIG e bibliotecas geoespaciais, tornando-se uma escolha preferencial no desenvolvimento de ferramentas para análises geoespaciais e sua flexibilidade é ampliada com a capacidade de interagir com outras linguagens de programação através de pacotes que permitem a integração de códigos em C++ e Python (Lovelace *et al.*, 2019).

3.2 Referência Metodológica e Base de Dados

A referência metodológica deste artigo é o estudo conduzido por Pereira & Herszenhut (2023), denominado Projeto Acesso a Oportunidades (AOP), uma iniciativa coordenada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). O propósito do AOP é contribuir para investigações sobre acessibilidade urbana no contexto brasileiro, abordando as modalidades de transporte e as disparidades no acesso a oportunidades dentro das áreas urbanas.

Apesar de ser uma prática comum entre os pesquisadores há mais de duas décadas, a atenção das agências de transporte e dos agentes públicos dada à acessibilidade no planejamento de subsistemas urbanos, como o TPC, começou a se intensificar apenas recentemente. Este fenômeno é atribuído, em grande parte, à complexidade de integrar análises de acessibilidade aos métodos de avaliação e às atividades de planejamento (Büttner, 2021).

O AOP adota uma metodologia para análise e cálculo de dados relacionados à acessibilidade urbana, empregando conceitos fundamentais e ferramentas próprias, com destaque para a linguagem de programação R. A região de estudo é dividida em uma grade quadriculada, onde cada segmento dessa grade é associado a um nível de acessibilidade e atribuído às pessoas residentes na área correspondente. Embora essas medidas sejam influenciadas pela distribuição espacial das atividades e pela qualidade da infraestrutura de transporte, vale ressaltar que elas não consideram as diferenças individuais entre as pessoas (Pereira & Herszenhut, 2023).

Os dados empregados neste estudo foram obtidos do AOP, abrangendo estimativas de acessibilidade urbana e informações relativas à distribuição populacional, atividades econômicas e serviços públicos. Esses dados são estruturados em uma grade hexagonal utilizando o sistema de gradeamento H3 desenvolvido pela Uber, no qual as células espaciais possuem uma área de aproximadamente 0,11 km², equivalente à área de um quarteirão. Os dados podem ser convertidos em medidas quantitativas por meio dos indicadores de acessibilidade adotados pelo IPEA.

Neste artigo, utilizou-se o indicador de Acessibilidade Cumulativa Ativa (CMA), mencionado na seção 1, o qual representa a quantidade de oportunidades acessíveis a partir de um ponto de origem específico, dentro de um limite de tempo de viagem predefinido. Embora seja de compreensão intuitiva, o indicador CMA apresenta algumas limitações que ressaltam a importância de pesquisas adicionais. Além das restrições relacionadas aos custos de deslocamento e características individuais, várias suposições são feitas em relação ao ponto de partida. Por exemplo, presume-se que todas as oportunidades sejam igualmente atrativas para os residentes de cada célula hexagonal. Além disso, o indicador é sensível ao tamanho das cidades, o que desaconselha a comparação entre cidades de diferentes portes (Pereira *et al.*, 2020).

3.3 Integração de dados: SIG e R

A consideração da espacialidade da grade hexagonal, mencionada previamente como o gradeamento H3 com células de aproximadamente 0,11 km², juntamente com as coordenadas geográficas de cada empreendimento, é fundamental para a integração dos dados relativos aos empreendimentos habitacionais de alta e baixa renda. Como mencionado anteriormente, na esfera da geocomputação, existem tanto softwares de interface gráfica (sistemas de informação geográfica - SIG) quanto softwares de linha de comando (como o R), que são compatíveis para manipulação, visualização e análise de dados geoespaciais. No entanto, é preciso garantir a equivalência dos dados, o que pode exigir adaptações específicas.

Cada célula na grade hexagonal é determinada por seis coordenadas geográficas delimitadoras (pontos x e y), enquanto que cada empreendimento habitacional é representado por um único ponto geográfico (Figura 1). Assim, é preciso realizar a geolocalização dos empreendimentos dentro de cada célula, uma vez que a avaliação da acessibilidade urbana é realizada com base nessas células. Dentro da base de dados do AOP, encontram-se variáveis de código designadas para as localidades levantadas, ano de coleta dos dados, modo de transporte, indicadores empregados, além de uma variável específica para cada célula na grade hexagonal (id_hex) (Pereira & Herszenhut, 2023). É fundamental que a base de dados dos empreendimentos também contenha essa mesma variável, a fim de garantir a correspondência nos comandos do script utilizado na programação em R.

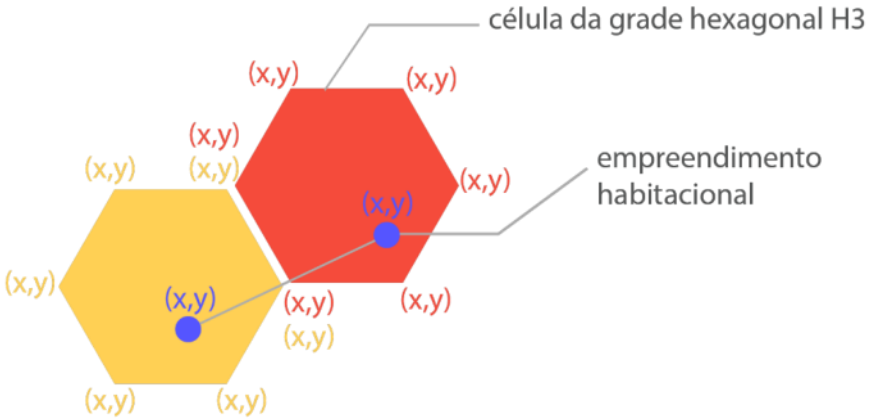


Fig. 1 Definição das células e dos pontos de empreendimentos habitacionais

Conforme mencionado anteriormente, os dados empregados nesta pesquisa são oriundos do AOP, abrangendo estimativas de acessibilidade urbana, além de dados sobre distribuição populacional, atividades econômicas e serviços públicos. Os dados utilizados para esta análise correspondem ao ano de 2019.

Os dados referentes aos empreendimentos de alta e baixa renda foram obtidos dos estudos conduzidos por Borges (2017) e Brito *et al.*, (2021), os quais analisaram a tendência de ocupação até o ano de 2019. Os condomínios horizontais fechados, destinados a pessoas de média e alta renda, representados no mapa (Figura 2), englobam tanto aqueles que já foram estabelecidos quanto os que estavam em fase de implementação. Por outro lado, os empreendimentos de HIS, voltados para pessoas de baixa renda, abrangem aqueles implementados por um programa do governo federal do Brasil, que é segmentado em faixas de renda, denominado *Minha Casa Minha Vida* (CEF, 2009).

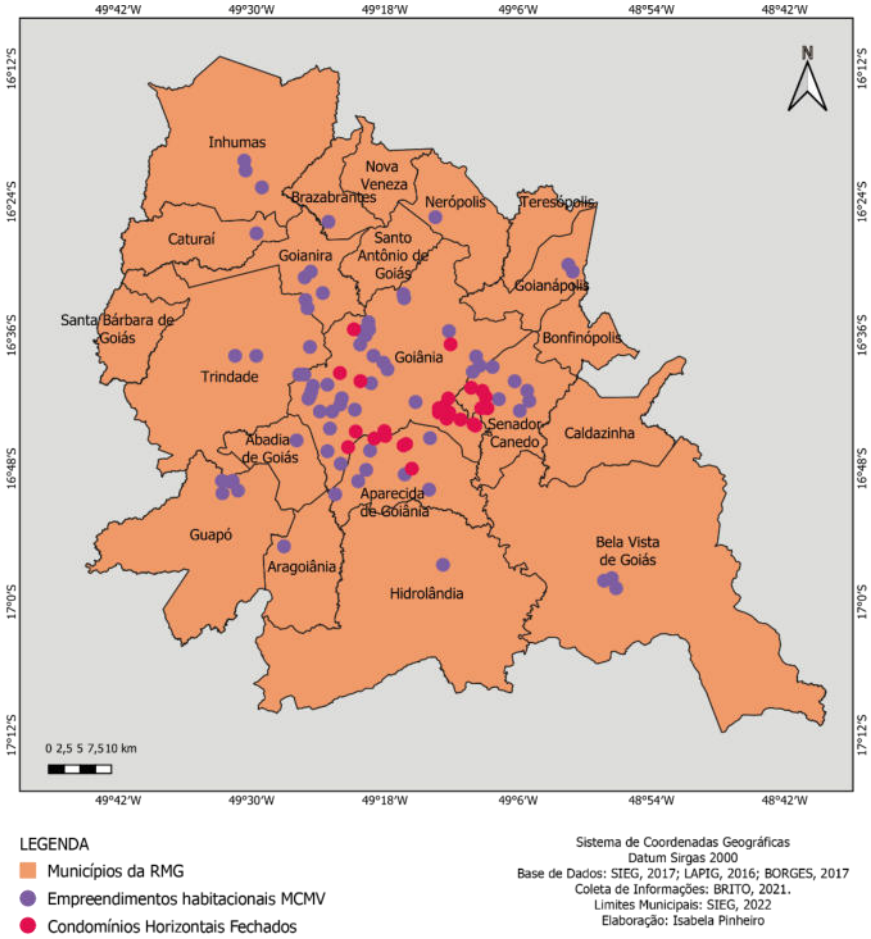


Fig. 2 Localização dos empreendimentos habitacionais de alta e baixa renda na Região Metropolitana de Goiânia

Para analisar o CMA, foram estimados os empregos disponíveis dentro de 30 minutos a partir de cada célula da grade hexagonal. Os arquivos GTFS, fornecidos pela Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC), foram essenciais para essa análise. Com cerca de 290.300 linhas de ônibus, 21 terminais de integração e uma frota de 1.117 veículos, a RMTC permite que os usuários acessem diferentes municípios com uma tarifa única, realizando transbordos nos terminais. Operada por quatro concessionárias privadas e uma pública, a RMTC interliga 18 municípios e atende cerca de 400 mil passageiros por dia (Kneib *et al.*,2022). Entretanto, na maior parte da RMG, o transporte motorizado individual ainda predomina, o que prejudica o investimento e a utilização do transporte público coletivo.

O script no R deve incluir comandos para carregar as tabelas da grade hexagonal, os dados do AOP (utilizando o pacote aopdata) e os dados dos empreendimentos. Após carregar essas tabelas, é preciso aplicar filtros de ano, modo de transporte e região geográfica. Em seguida, é necessário unir os dados de localização correspondentes usando a identificação dos hexágonos (id_hex). Após completar essas etapas, é possível criar os mapas utilizando a funcionalidade do pacote ggplot. Cada mapa é gerado por meio de um script que contém os comandos e as informações necessárias. As figuras 3 e 4 apresentam os mapas de CMA, considerando o TPC e o modo motorizado individual para o intervalo de 30 minutos, com a inclusão dos pontos referentes aos empreendimentos de alta renda. Já as figuras 5 e 6 referem-se aos empreendimentos de baixa renda.

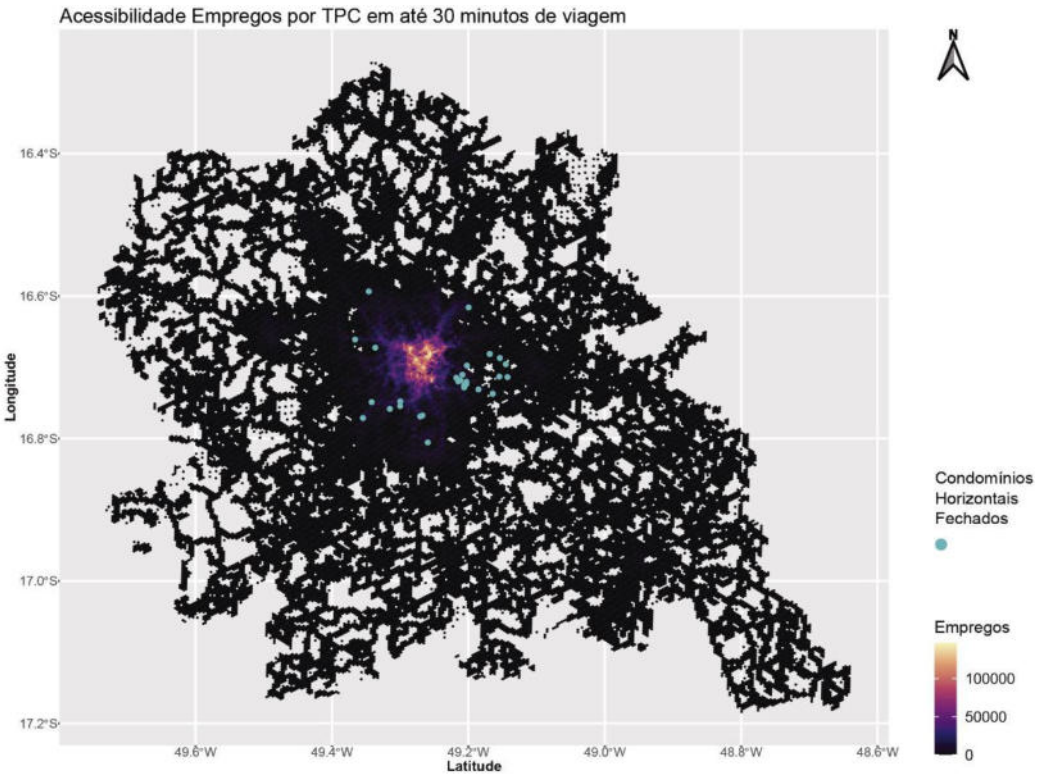


Fig. 3 Mapa de empregos acessíveis por TPC em um período de 30 minutos de viagem dos empreendimentos de alta renda

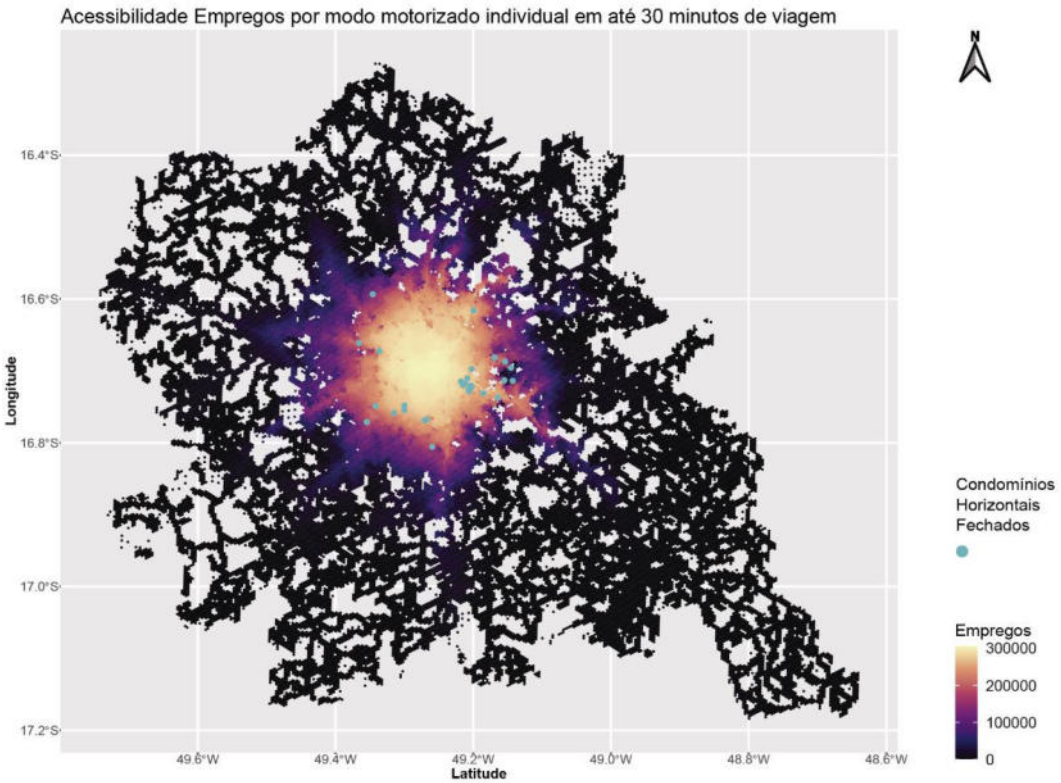


Fig. 4 Mapa de empregos acessíveis por modo motorizado individual em um período de 30 minutos de viagem dos empreendimentos de alta renda

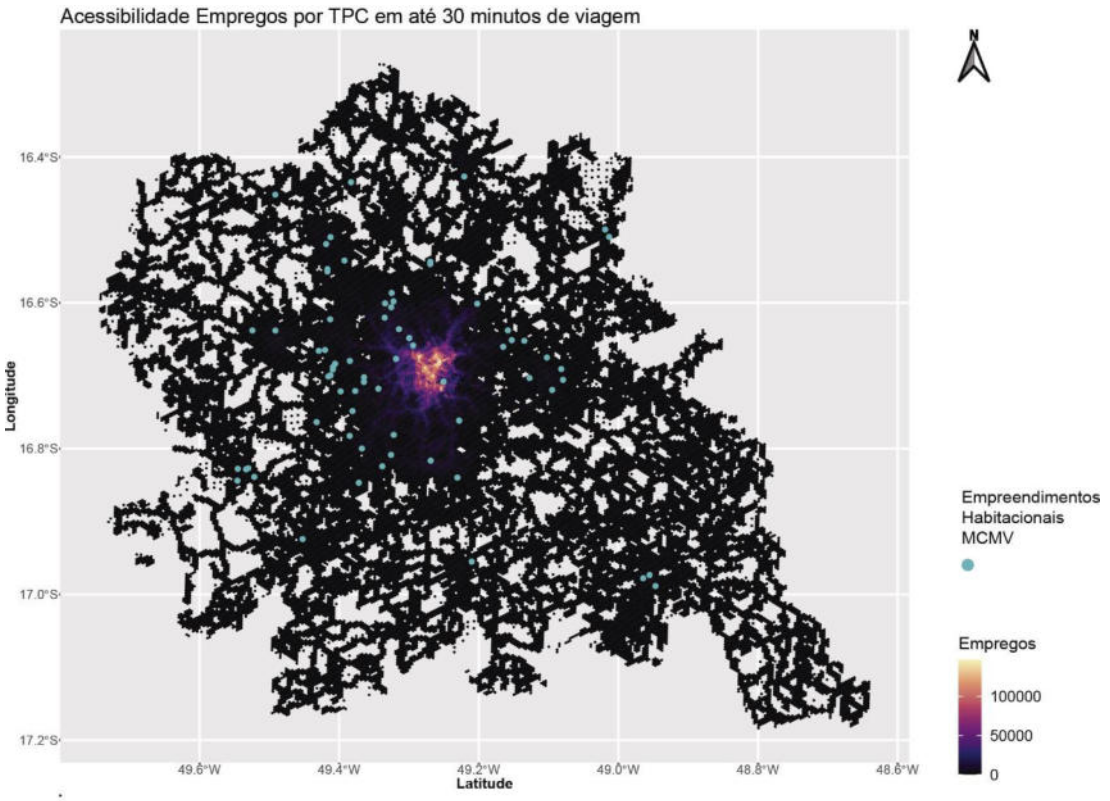


Fig. 5 Mapa de empregos acessíveis por TPC em um período de 30 minutos de viagem dos empreendimentos de baixa renda

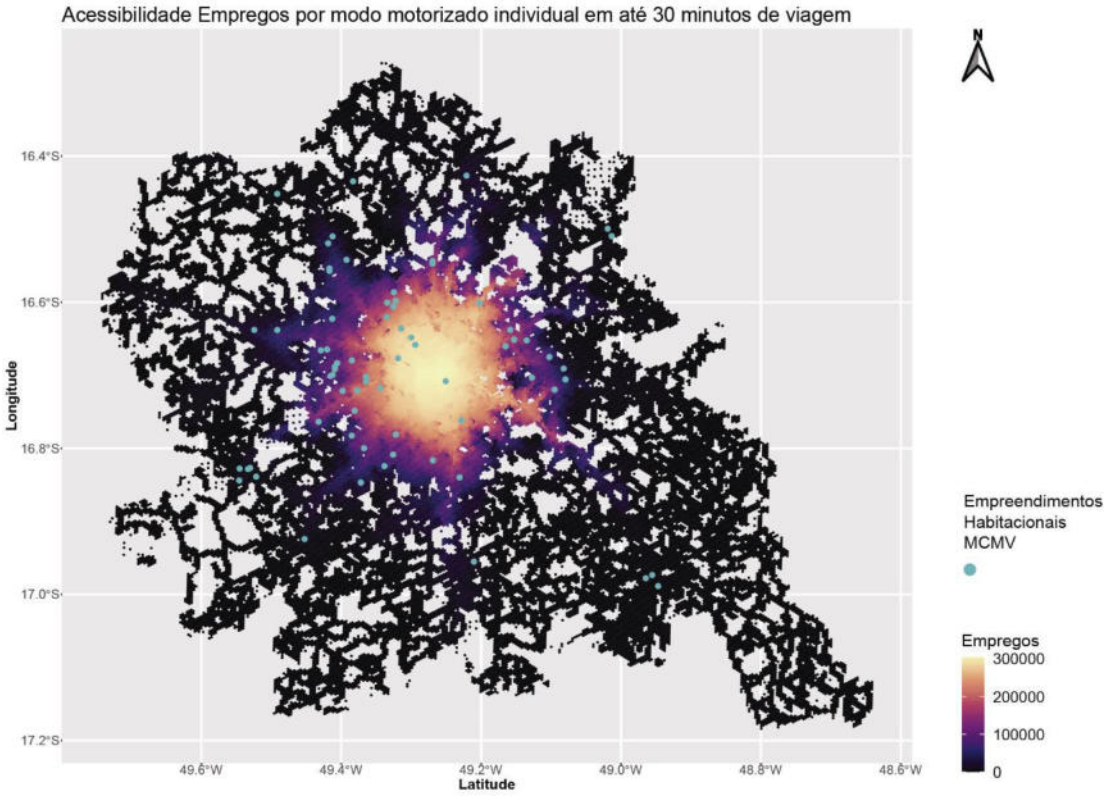


Fig. 6 Mapa de empregos acessíveis por modo motorizado individual em um período de 30 minutos de viagem dos empreendimentos de baixa renda

Na RMG, a predominância de empregos formais por habitante é mais significativa nos municípios de Goiânia (0,38), Santo Antônio de Goiás (0,27), Hidrolândia (0,26) e Abadia de Goiás (0,21). Contudo, Goiânia sozinha concentra aproximadamente 75% do total de empregos formais na RMG, evidenciando o papel preponderante da capital como uma cidade núcleo com significativa capacidade de atração (Kneib *et al.*,2022).

Os dados espaciais sobre empregos no pacote aopdata provêm da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). No entanto, todos os empregos com natureza jurídica associada à administração pública e empresa pública foram excluídos da análise. Essa decisão foi tomada devido a inconsistências nas informações de localização do trabalho para o setor público na RAIS. Por isso, foi calculado um valor percentual representando a proporção de empregos geolocalizados na base de dados em relação ao total de empregos registrados na RAIS. Na RMG, o número de empregos em 2019 foi de 447.968. O valor percentual desses empregos geolocalizados foi de 85,3% (Pereira *et al.*, 2020).

Uma análise abrangente dos mapas das figuras 3 a 6, revela a natureza centralizada do território da RMG, com uma concentração significativa de empregos formais na capital, como destacado por Kneib *et al.* (2022). No entanto, é evidente um aumento significativo na acessibilidade aos empregos formais no mapa de modo motorizado individual em comparação com o mapa de TPC. Ao examinar separadamente os mapas para empreendimentos de alta e baixa renda, surgem algumas disparidades.

Ao examinar a distribuição geográfica dos empreendimentos de alta renda, é perceptível que, embora estejam geralmente próximos à capital, muitos estão localizados em células da grade espacial com pouca ou nenhuma acessibilidade através do TPC para os empregos correspondentes. Por outro lado, quando analisados sob a perspectiva do modo motorizado individual, a maioria desses empreendimentos está situada em células de maior acessibilidade para os empregos considerados. As regiões com maior acessibilidade se estenderam aos municípios próximos à capital, onde estão localizados os condomínios horizontais fechados. Entretanto, os municípios periféricos ainda apresentam níveis reduzidos de acessibilidade. Já em relação aos empreendimentos de baixa renda, fica evidente que, tanto nos municípios periféricos quanto nos mais próximos à capital, eles estão localizados em células da malha espacial com acesso limitado ou inexistente aos empregos formais por meio do TPC. Por outro lado, ao considerar a perspectiva do modo motorizado individual, os empreendimentos situados na capital e nos municípios vizinhos ocupam células com maior acessibilidade aos empregos formais. No entanto, ainda é perceptível que dentro desse intervalo de 30 minutos, alguns empreendimentos habitacionais nos municípios periféricos continuam em áreas caracterizadas por uma menor acessibilidade.

Portanto, os dados apresentados revelam uma distribuição desigual de empregos formais na RMG, com uma clara centralização em torno da capital. As análises dos mapas revelam disparidades significativas na acessibilidade urbana: os empreendimentos de alta renda tendem a se concentrar em áreas mais acessíveis por meio do modo motorizado individual, enquanto os de baixa renda enfrentam desafios consideráveis para acessar oportunidades de emprego formal, especialmente nas áreas periféricas. Este cenário destaca a importância da formulação de políticas públicas que visem mitigar as discrepâncias espaciais e fomentar uma distribuição mais equitativa de oportunidades de emprego e acesso aos serviços na RMG, sobretudo considerando a constatação de que a acessibilidade urbana por meio motorizado individual se mostra mais ampla em comparação com o transporte público coletivo.

4 CONCLUSÃO

Com base na análise dos mapas de CMA, que consideram o TPC e o modo motorizado individual para o intervalo de 30 minutos e incluem os pontos dos empreendimentos habitacionais de alta e baixa renda, conclui-se que o objetivo do artigo foi atendido. Foi observada uma clara disparidade na distribuição espacial dos empregos formais na RMG, com uma concentração significativa em Goiânia e uma acessibilidade desigual aos empregos, especialmente em relação à mudança de meio de transporte. Essas disparidades destacam a necessidade de discutir e implementar estratégias abrangentes para impulsionar o crescimento econômico em áreas além da capital, visando promover uma distribuição mais equitativa de empregos e melhorar a acessibilidade para todos os estratos sociais.

As estratégias podem incluir investimentos em infraestrutura e operação de TPC, incentivos fiscais, programas de capacitação profissional e desenvolvimento de políticas habitacionais que considerem a proximidade com os centros urbanos e/ou de emprego. Ao adotar abordagens integradas e colaborativas, torna-se possível promover um desenvolvimento mais equilibrado e inclusivo em toda a RMG, beneficiando a população em geral e fortalecendo a economia regional a longo prazo.

No contexto da acessibilidade urbana especificamente, os resultados indicam que a acessibilidade, especialmente por meio do TPC, apresenta deficiências significativas, ressaltando a urgência de aprimoramentos e estratégias para garantir uma distribuição mais equitativa de oportunidades. Esta situação suscita preocupações, especialmente considerando que a população de baixa renda é a mais dependente desse meio de transporte. Ademais, a dependência do uso do modo motorizado individual, evidenciada pelos resultados, destaca a necessidade de fomentar alternativas de deslocamento mais sustentáveis.

A utilização desta abordagem metodológica visa contribuir para o aprimoramento dos estudos futuros no campo do planejamento urbano, visando estabelecer padrões para análises de acessibilidade urbana. Contudo, é preciso reconhecer as limitações inerentes à metodologia empregada, tais como coordenadas de baixa precisão e lacunas na base de dados, que afetam a precisão das conclusões. Adicionalmente, como discutido na seção 3.2, o indicador CMA apresenta algumas restrições, ressaltando a importância de pesquisas suplementares para uma compreensão mais abrangente da questão da acessibilidade. Essa abordagem mais ampla tem o potencial de enriquecer ainda mais o entendimento das dinâmicas urbanas.

Análises futuras podem explorar o impacto específico das políticas habitacionais na acessibilidade aos empregos formais, considerando a proximidade com os centros urbanos e de emprego, e também a eficácia de iniciativas de capacitação profissional na redução das disparidades de acesso ao emprego. Além disso, é relevante investigar o papel das tecnologias emergentes no estudo da acessibilidade e da mobilidade urbana. Por fim, é importante considerar a influência das condições socioeconômicas na escolha do modo de transporte e na acessibilidade aos empregos, abrindo caminho para compreender melhor os desafios e oportunidades relacionados ao mercado de trabalho e à acessibilidade urbana.

5 REFERÊNCIAS

Allen, W.B.; Liu, D. Singer, S. (1993) **Accessibility measures of U.S. metropolitan areas**. Transportation Research Part B: Methodological, 27.

Borges, E. M.; Barreira, C. C. M.; da Costa, E. P. V. S. M. (2017) Habitação Social e Desenvolvimento Urbano Sustentável: o caso da Região Metropolitana de Goiânia. **Geo UERJ**, [S.l.], n. 30.

Brito, L. C.; Barreira, C. C. M. A.; Kneib, E. C. (2021) O Espraiamento Urbano e Produção Habitacional na Metrópole Goiânia. **Revista Sapiência**: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais, Goiânia, v. 10, p. 1-27.

Büttner, B. (2021) **Accessibility Tools for Transport Policy and Planning**. In International Encyclopedia of Transportation, edited by Roger Vickerman. Oxford: Elsevier.

CEF - Caixa Econômica Federal (2009) **Minha Casa, Minha Vida**. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/. Acesso em: 20 abr. 2024.

Damiani, A. *et al.* (2021) **Ciência de Dados em R**. Disponível em: https://livro.curso-r.com/index.html. Acesso em: 10 mar. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) **Censo Demográfico**. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 10 mar. 2024.

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes I. P. (2011) **Acessibilidades, mobilidade e transportes nos planos municipais de ordenamento do território.** Instituto de Mobilidade e dos Transportes Terrestres - IMTT. Portugal.

Jones, S. R. (1981) **Accessibility measures**: a literature review. Transport and Road Research Laboratory. Department of Transport. Laboratory Report 967.

Kneib, E. C. *et al.* (2022) **Conectados pelo transporte coletivo**: desafios e caminhos para a mobilidade urbana na Região Metropolitana de Goiânia. 2. ed. Goiânia, GO: Escola Superior de Controle Externo Aélson Nascimento - ESCOEX.

Litman, T. (2017) **Unaffordability is a problem, but sprawl is a terrible solution**. Disponível em: https://thecityfix.com/blog/unaffordability-is-a-problem-but-sprawl-is-a-terrible-solution-todd-litman/. Acesso em: 12 mar. 2024.

Lopes, A. S. (2015) **Transportes, uso do solo e atividades**: modelagem conceitual para o planejamento da acessibilidade urbana. Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Lovelace, R.; Nowosad, J.; Muenchow, J. (2019) **Geocomputation with R**. 1ª Edição. Chapman and Hall/CRC. Disponível em: https://r.geocompx.org/. Acesso em: 20 mar. 2024.

Mello, A. J. R.; Portugal, L. S. (2017) Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil. **Revista EURE.** Vol. 43. nº 128.

Oppenshaw, S.; Abrahart, R. J. (2000) **Geocomputation**. Londres: Taylor & Francis.

Pereira, R. H. M., *et al.* (2020) **Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras**. Texto para Discussão. Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Pereira, R.H.M.; Herszenhut, D. (2023) **Introdução à acessibilidade urbana**: um guia prático em R. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Silva, A. S.; Portugal, L. S.; Kneib, E. C. (2022) Elementos e Fundamentos para a Concepção de um Sistema de Mobilidade Urbana orientado à Inclusão Social. **Caderno de Geografia**, v. 32.

Vasconcellos, E. A. (2001) **Transporte urbano, espaço e equidade**: análise das políticas públicas. São Paulo: Annablume.

Vasconcelos, P. A.; Corrêa, R. L.; Pintaudi, S. M. (2013) **A cidade contemporânea**: segregação espacial. São Paulo: Contexto.

Villaça, F. (1998) **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel/FAPESP.

Wickham, H.; Grolemund, G. (2016) **R for Data Science**. 1ª edição. Sebastopol: O'Reilly Media. ISBN: 978-1-491-91039-9.

UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO DE TRÁFEGO CICLOVIÁRIO EM CIDADES DE PORTE MÉDIO

S. E. Menini, L. R. P. Magalhães, D. S. Dias, A. L. de P. Ribeiro, P. P. Lima

RESUMO

O monitoramento de ciclistas é essencial para o planejamento de uma mobilidade urbana mais sustentável. O objetivo deste estudo é propor um procedimento de contagem para quantificar e caracterizar os ciclistas em locais representativos de tráfego em cidades de porte médio, além de identificar e mapear pontos críticos de acidentes com bicicletas. Este procedimento foi aplicado como estudo de caso na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, dando continuidade aos estudos realizados em 2013. O resultado mostra um pequeno decréscimo no uso do modal ciclístico. Diante das facilidades da metodologia apresentada neste estudo, torna-se possível a sua aplicação nas demais cidades brasileiras de médio porte. Com as análises, foram propostas intervenções objetivando a melhoria da segurança viária, servindo como ferramenta de suporte à proposição de políticas públicas, ao direcionamento de ações e à identificação de áreas críticas em relação às condições mínimas de segurança e conforto.

1 INTRODUÇÃO

A questão da mobilidade urbana é um dos maiores desafios às políticas ambientais e urbanas. Isso porque, as crescentes taxas de urbanização, as limitadas políticas públicas de transporte coletivo e a própria ideologia econômica capitalista promovem o crescimento econômico por meio do consumo de bens individuais, com efeito contribuem para um aumento expressivo na utilização de modais motorizados individuais, como uso de automóveis e motocicletas (Frare, 2020).

O acompanhamento da dinâmica dos transportes ativos (como andar e pedalar) é essencial para que se tenha um panorama mais completo da situação de mobilidade nas cidades. Em países como Holanda e Dinamarca, já se veem métodos de monitoramento mais incorporados e estabelecidos, com eficácia comprovada a partir dos dados que são usados como base para o planejamento cicloviário e medição de seu progresso, melhorando o entendimento das dinâmicas de mobilidade e beneficiando a utilização dos recursos financeiros (Gehl, 2015).

Já no contexto brasileiro, o monitoramento do tráfego vem sendo desenvolvido de modo limitado (Batista e Lima, 2021). As dificuldades na medição dos deslocamentos de bicicletas devem-se às características particulares deste modal, pouca experiência e acúmulo de conhecimento por parte de técnicos, ativistas, gestores e acadêmicos sobre o tema, além de

uma condição não prioritária deste modo de transporte nas políticas de mobilidade (ITDP Brasil, 2018). Apesar deste desafio metodológico e prático, fazer este controle é uma tarefa fundamental para planejar e monitorar a mobilidade urbana.

Segundo pesquisa sobre mobilidade urbana realizada junto aos municípios brasileiros pela Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP (2020) a maior parte das viagens no Brasil, em 2018, foi realizada a pé (39%), seguida por viagens utilizando o transporte coletivo (28%), realizadas por automóveis (26%), motocicletas (4%) e por bicicletas (3%). Apesar do grande número de usuários de transporte coletivo, existe no país um grande incentivo político e econômico à aquisição de automóveis e motocicletas.

A priorização dos modais motorizados em detrimento dos modos ativos gera uma incompletude de informações a respeito da real mobilidade existente. Além disso, o nível atual de motorização também gera problemas como congestionamento, poluição do ar, infraestrutura inadequada, escassez de espaço, sedentarismo, acidentes e mortes no trânsito. Assim, os desafios relacionados à mobilidade atingem não só o setor de transporte, mas também o meio ambiente, a economia, a saúde e a desigualdade social (Patricio e Kruszielski, 2016).

Um requisito importante para a promoção dos transportes ativos é sua infraestrutura, que inclui vias para pedestres, ciclovias, locais de estacionamento e facilidade nos cruzamentos (Lee *et al*., 2014). Além disso, para mitigar os efeitos causados pela utilização de automóveis deve-se investir no planejamento urbano, através da criação de uma mobilidade flexível, segura, acessível e eficiente (Andrade *et al*., 2016). Em outras palavras, significa diversificar os meios de transporte, priorizando o transporte público, de pedestres e veículos não motorizados (Sultan *et al*., 2016).

O objetivo deste estudo é propor um procedimento de contagem para quantificar e caracterizar os ciclistas em locais representativos de tráfego em cidades de porte médio, além de identificar e mapear pontos críticos de acidentes com bicicletas.

2 MOBILIDADE SUSTENTÁVEL E UTILIZAÇÃO DA BICICLETA NO BRASIL

A mobilidade urbana pode ser definida como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano. Pode ser entendida como a facilidade de deslocamento daqueles que são transportados ou se transportam. A mobilidade, portanto, depende do nível de adequação entre as características da pessoa ou do objeto que se deseja transportar com a capacidade do sistema de transporte e infraestrutura, incluídas todas as formas de deslocamento possíveis (IPEA, 2019).

As cidades brasileiras e sua estrutura urbana foram influenciadas por um padrão de mobilidade centrado, principalmente, no automóvel. Enquanto isso, as mobilidades ativas, formadas pelos pedestres e ciclistas, assumiram um papel secundário e coadjuvante na configuração e no planejamento dos espaços urbanos (Rabello, 2019). Este problema histórico reflete em grandes desafios na atualidade quanto aos deslocamentos, congestionamentos, segregação da população, altos índices de poluição atmosférica, dentre outros impactos ambientais e sociais.

Com isso, torna-se cada vez mais necessário o incentivo à mobilidade sustentável, que visa a priorização de transportes mais limpos, eficientes, acessíveis, seguros e de qualidade. Nesse contexto, a Lei Federal nº 12.587 (Brasil, 2012) instituiu as diretrizes da Política

Nacional de Mobilidade Urbana, estimulando o desenvolvimento dos modais não motorizados e o planejamento da infraestrutura urbana destinada aos deslocamentos a pé e por bicicleta, reconhecendo a sua importância. Esta lei também foi responsável por tornar obrigatória a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana nos municípios com mais de 20 mil habitantes, que deve ser integrado e compatível com os respectivos planos diretores e, quando couber, com os planos de desenvolvimento urbano integrado. A bicicleta destaca-se como um meio de transporte sustentável, pois não polui, não utiliza combustível, não produz poluição sonora, contribui para a saúde e qualidade de vida da população. Além disso, tem um custo menor de aquisição e manutenção, ocupa menos espaço nas vias e não provoca congestionamentos.

O município de Cabo Frio (RJ) [22°53'13.17"S; 42°1'36.43"O, WGS 84 23S], por exemplo, é uma cidade de médio porte, com clima, topografia e renda da população favoráveis ao uso de bicicleta. Almeida *et al*. (2021) analisaram as ciclovias existentes na cidade a partir do georreferenciamento e identificaram que a infraestrutura existente não é suficiente, sendo necessária uma ampliação e integração das rotas. Os autores ainda pontuaram a importância da utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) no desenvolvimento de projetos e no planejamento a curto, médio e longo prazo.

Em outro exemplo, o município de Juiz de Fora (MG) regulamentou a Lei nº 12.726/2012, que instituiu o Plano Diretor Cicloviário Integrado (PDCI), incorporando o modal cicloviário ao sistema de transportes municipal, incentivando o uso diário da bicicleta pela população ao integrar aos demais meios de transporte (Juiz de Fora, 2012). O PDCI reafirma o princípio da Lei Orgânica em que o transporte coletivo deve ter prioridade sobre o individual assim como o transporte não-motorizado sobre o motorizado, por meio desta política busca-se estimular a primazia do uso de bicicleta no município. O Plano de Mobilidade Urbana de Juiz de Fora (PlanMob-JF) de 2016 estabelece a construção de ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas de acordo com a especificidade de cada região urbana da cidade.

Menini *et al*. (2019) realizaram uma análise multicritério para identificar as melhores áreas para implantação de ciclovias em Juiz de Fora, utilizando uma metodologia aplicável em cidades de pequeno e médio porte. Os critérios analisados foram declividade da via, acidentes com ciclistas e localização de paraciclos, por serem informações disponíveis no município. De acordo com esta pesquisa, o cenário mais favorável compreenderia 14 vias, totalizando um comprimento aproximado de 8 km de ciclovias e atendendo uma população de 121.654 pessoas, conforme a população estimada no período.

3 METODOLOGIA

O município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil [21°45'41.58"S; 43°20'52.44"O, WGS 84 23S], no contexto urbanístico brasileiro apresenta características de cidades de porte médio e, conforme valores do último Censo Demográfico (IBGE Cidades, 2022) apresenta uma população de aproximadamente 540 mil habitantes, sendo que seu expressivo contingente populacional vive em sua área urbana. É a principal cidade da mesorregião da Zona da Mata Mineira, sendo considerada cidade pólo dada sua vasta oferta de serviços privados e públicos (como na área de saúde, educação e comércio), tal característica socioeconômica faz com que a cidade receba diariamente um número elevado de migrantes pendulares originados das cidades lindeiras, que vão em busca dos serviços ofertados, bem como trabalhar.

Tal característica de caráter populacional e de crescimento urbano, somado ao baixo investimento no planejamento urbano em modalidades coletivas e ativas ao longo do tempo fez com que hoje a cidade apresentasse uma típica saturação na oferta do transporte coletivo urbano e em seu sistema viário, com constantes congestionamentos. Com efeito, tem na questão da mobilidade um dos seus maiores e recorrentes problemas no planejamento urbano. A cidade é cortada em seu eixo longitudinal por uma linha férrea e pelo Rio Paraibuna, a transposição é feita por 12 pontes, 5 viadutos, além de 1 em fase de construção e mais 4 em fase de planejamento. Sua topografia apresenta regiões planas que acompanham o leito do rio e regiões com topografia mais íngreme, contudo predominando em seu espaço urbano uma geomorfologia de mares de morros, condição que deve ser considerada nos planos de mobilidade municipal.

É de se considerar que a cidade conta com um campus do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), o qual oferece um curso específico para formar profissionais técnicos de transporte rodoviário, um dos poucos ofertados no país. O curso desenvolve diversas pesquisas na área de mobilidade urbana, sendo responsável também pelo presente projeto de pesquisa.

3.1 Contagem dos ciclistas

Para contagem dos ciclistas foi adotado o método de Contagem Manual de Ciclistas. A adoção de contagens manuais se deve ao fato de que são úteis para o planejamento e monitoramento da ciclomobilidade. Trata-se de uma ferramenta de baixo custo, com múltiplas finalidades e que permite observar o uso de bicicletas e os efeitos resultantes de políticas cicloviárias e da implementação de infraestrutura em escalas temporais menores e mais adequadas do que outras formas de pesquisa (ITDP Brasil, 2018).

Um programa de monitoramento baseado em contagens é capaz de identificar variações no volume de uso de bicicletas em uma via, território ou cidade, além de trazer outras informações úteis para uma descrição mais precisa do modal de bicicleta. No entanto, as contagens manuais oferecem como principal benefício a possibilidade de caracterização dos usuários e de avaliação do comportamento dos ciclistas na via. Apenas a observação *in loco* de uma pessoa pode identificar, por exemplo, o tipo de bicicleta utilizada, o gênero e faixa etária do ciclista, a utilização de equipamentos de segurança ou acessórios. Além disso, as contagens manuais também são a forma mais fácil de observar o comportamento de ciclistas com relação ao respeito ao semáforo e às linhas de desejo, contabilizando as viagens que são feitas fora da infraestrutura cicloviária (Ciclocidade, 2022).

No ano de 2013 foram realizadas 4 contagens de bicicletas na cidade, pela ONG Mobilicidade, a saber: (i) Av. Barão do Rio Branco com Av. Brasil; (ii) Av. Presidente Juscelino Kubitschek; (iii) Av. Barão do Rio Branco com Av. Dr. Procópio Teixeira e (iv) Av. Barão do Rio Branco com Av. Presidente Itamar Franco.

Após 11 anos (em 2024), com o objetivo de verificar o crescimento ou decréscimo de ciclistas, foi realizada uma pesquisa entre os profissionais do próprio município que estão familiarizados com as particularidades da cidade, e através de método similar ao método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foram selecionados os pontos para contagem comparativa, a saber: Contagem I no cruzamento da Avenida Rio Branco com a Avenida Itamar Franco (Centro) [21°45'58.39"S; 43°20'54.13"O, WGS 84 23S] e Contagem II no cruzamento da Avenida Juscelino Kubitschek com a rua Acir José do Amaral (bairro

Benfica/Zona Norte) [21°41'41.93"S; 43°25'47.75"O, WGS 84 23S][1]. Os dois pontos possuem topografia favorável à prática de ciclismo. Para as contagens utilizou-se o mesmo método empregado anteriormente, estas foram realizadas com o apoio dos alunos do curso de Transporte Rodoviário, do IF Sudeste MG - campus Juiz de Fora, em dias úteis (terça a quinta-feira) do mês de abril de 2024, com duração de 07:00 às 19:00. Cada dupla de pesquisadores ficou responsável por turnos de 2 horas. Os meios de comunicação locais fizeram a divulgação da pesquisa.[2]

3.2 Acidentes com ciclistas

Para análise de acidentes com ciclistas é necessário um banco de dados contendo os acidentes de trânsito que serão georreferenciados através do SIG (Sistema de Informação Geográfica). Através dessa análise espacial, busca-se identificar elementos comuns nos acidentes, tais como dia da semana, gravidade, localização, densidade espacial, tipo viário, presença de ciclovias, turno do acidente, entre outros. Para aprimorar esta análise, adotou-se o método geoestatístico de *kernel*, visando gerar mapas de calor que representem as densidades espaciais de acidentes de trânsito envolvendo ciclistas.

A Secretaria de Mobilidade Urbana (SMU), da Prefeitura de Juiz de Fora, disponibilizou um banco de dados contendo registros de acidentes de trânsito registrados pela Polícia Militar, que foi criado a partir dos boletins de ocorrência. No contexto da pesquisa, que abrange o período de 2013 a 2023, correspondendo ao ano da primeira contagem até o último ano de dados disponibilizados à SMU, o objetivo principal foi georreferenciar todos os acidentes de trânsito com ciclistas em SIG. Esse banco de dados passou por um processo de higienização e tratamento para viabilizar o georreferenciamento de cada acidente. A partir dessa operação, foi possível identificar as condições espaciais dos acidentes de trânsito, especialmente sua densidade espacial.

3.3 Ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas da cidade

A partir de informações disponibilizadas pelos municípios, traça-se todas as ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas[3] existentes através do SIG. Em 2006 foi implantada a única ciclofaixa existente na cidade, localizada no anel viário da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com 2,2 km de extensão. Em 2015, foi incluído um bicicletário que oferece bicicletas compartilhadas para os usuários através de convênio. A cidade não conta com nenhuma ciclovia implantada.

4 RESULTADOS

4.1 Análise das contagens dos ciclistas

Os resultados obtidos nas contagens I e II foram plotados nos gráficos da Figura 1, assim como as contagens feitas nos mesmos locais em 2013, para fins de comparação. Observa-se

[1] Sugere-se visualizar a ambiência dessas interseções a partir da aplicação Google Street View, para tal utilizar as coordenadas apresentadas.

[2] A pesquisa de contagem de ciclistas foi divulgada nos portais: Tribuna de Minas e IF Sudeste MG.

[3] Definições: (i) ciclovia: pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum; (ii) ciclofaixa: parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica; (iii) ciclorrota: parte da pista, calçada ou canteiro central destinado à circulação exclusiva de ciclos delimitada por sinalização viária.

que o número total na Contagem I atual foi de 1.008 ciclistas, enquanto a anterior foi de 1.141 ciclistas. Já o total de ciclistas na Contagem II atual foi de 903, enquanto na anterior foram 997 ciclistas.

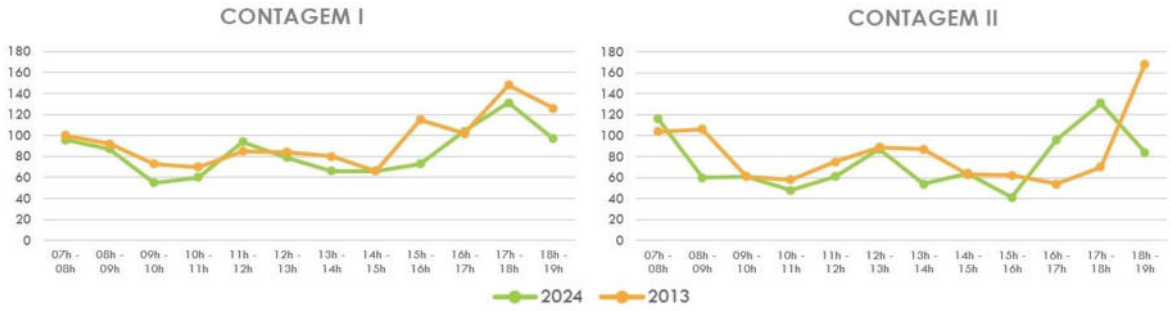


Fig. 1 Resultados das contagens de ciclistas

A Tabela 1 apresenta o perfil dos ciclistas observados em ambas as contagens. Cabe destacar o número elevado de ciclistas homens em comparação ao número de mulheres e, ainda, ao baixo percentual no uso de equipamento de segurança nas duas situações.

Tabela 1 Perfil dos ciclistas nas Contagens I e II

Ciclistas	Contagem I		Contagem II	
	nº	(%)	nº	(%)
Homens	994	98,6%	857	94,9%
Mulheres	14	1,4%	46	5,1%
Com equipamento de segurança	102	10,2%	54	6,0%
Sem equipamento de segurança	906	89,8%	843	94,0%

Os resultados quanto à categoria do uso das bicicletas podem ser observados na Figura 2. Em ambos os casos a categoria de maior uso foi para ida e volta do serviço e/ou escola. As bicicletas cargueiras tiveram maior participação na Contagem I, feita no centro da cidade, principalmente para entregas de comida no horário de almoço. Na Contagem II, por sua vez, a categoria esportiva teve maior percentual do que a bicicleta cargueira, visto que por ser uma região mais afastada do centro, tende a ser mais favorável à prática de esporte.

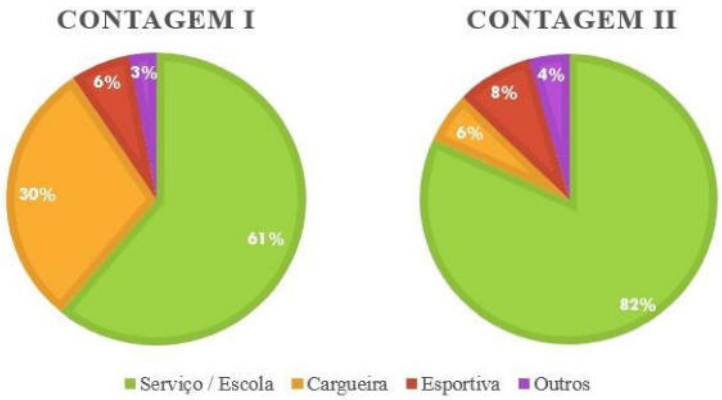


Fig. 2 Resultados das categorias de uso das bicicletas nas Contagens I e II

4.2 Análise espacial dos acidentes envolvendo ciclistas

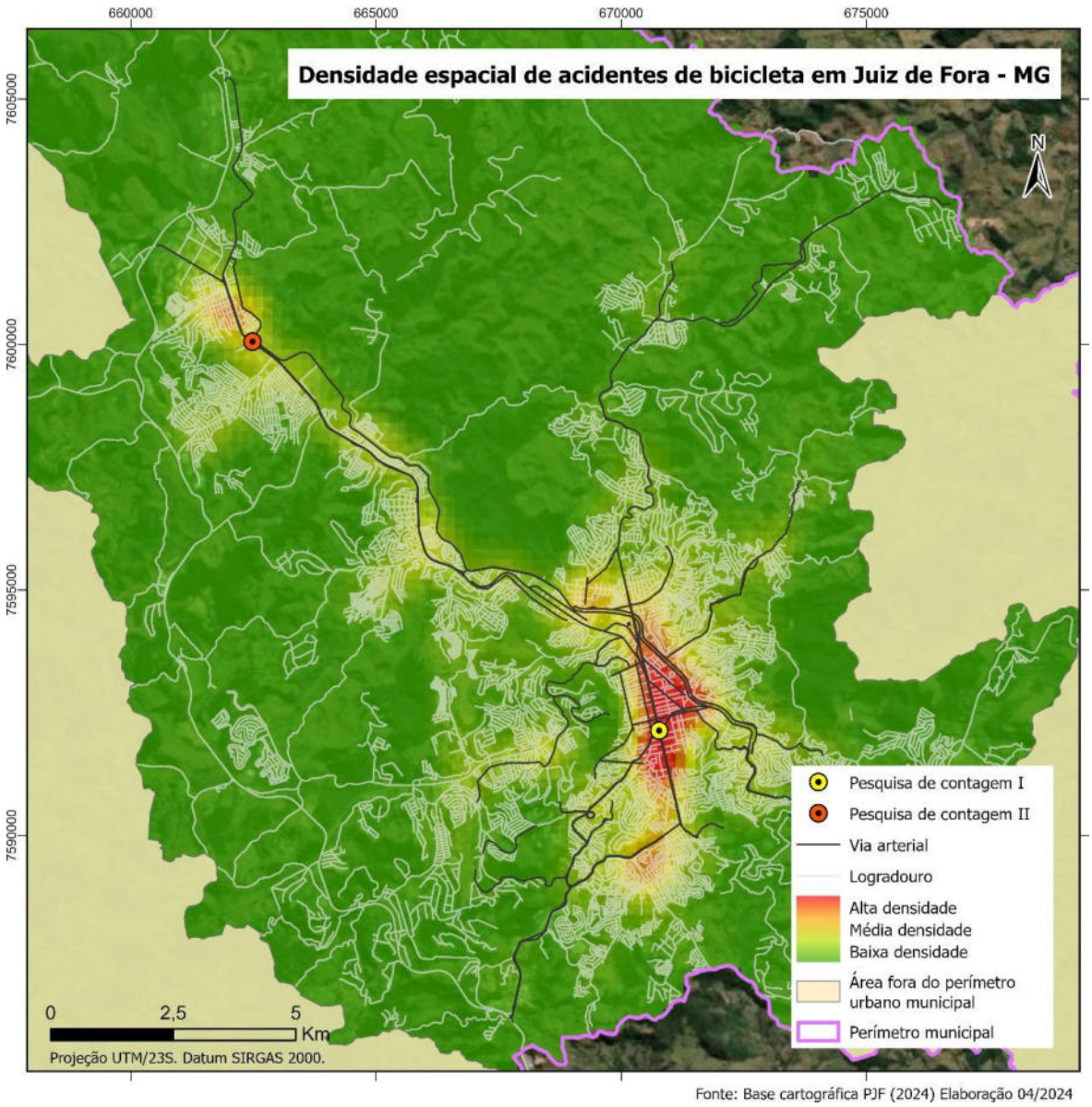


Fig. 3 Densidade espacial de acidentes com ciclistas em Juiz de Fora - MG

Após o georreferenciamento de 969 acidentes de trânsito registrados pela Polícia Militar entre os anos de 2013 e 2023, foi gerado o mapa de calor apresentado na Figura 3. Através dessa análise geoestatística, pode-se observar que a densidade de acidentes está concentrada em áreas urbanas mais densas da cidade de Juiz de Fora, especialmente em seu centro comercial, bem como em outros subcentros comerciais.

Ao analisar diretamente a planilha do banco de dados, outras variáveis importantes foram identificadas. Entre os anos de 2015 e 2016, houve uma maior concentração de registros (257 registros nesse período, representando 27% do total de ocorrências nos 10 anos analisados). Outro dado relevante é que a maioria dos acidentes ocorreram durante a semana, com apenas 233 acidentes registrados nos finais de semana, representando 24% do total. Ao dividir os acidentes em 4 turnos diários (madrugada: 00:00 às 05:59; manhã: 06:00 às 11:59; tarde: 12:00 às 17:59; noite: 18:00 às 23:59), observou-se que a maior parte dos acidentes

ocorreu no turno da manhã, representando mais da metade dos registros (647), seguido pelo turno da noite, com 280 registros. Ambos os turnos juntos representam 96% do total.

Conforme registrado no banco de dados, a causa presumida predominante dos acidentes foi “a falta de atenção”, representando 467 das ocorrências registradas, o que equivale a quase 49% das causas presumidas. Em seguida, foram registradas "outras causas relacionadas ao trânsito", com 288 registros; seguidas pela “contramão da direção”, com 68 registros. As demais causas são diversas e representam um número menor de ocorrências.

4.3 Análise das ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas da cidade

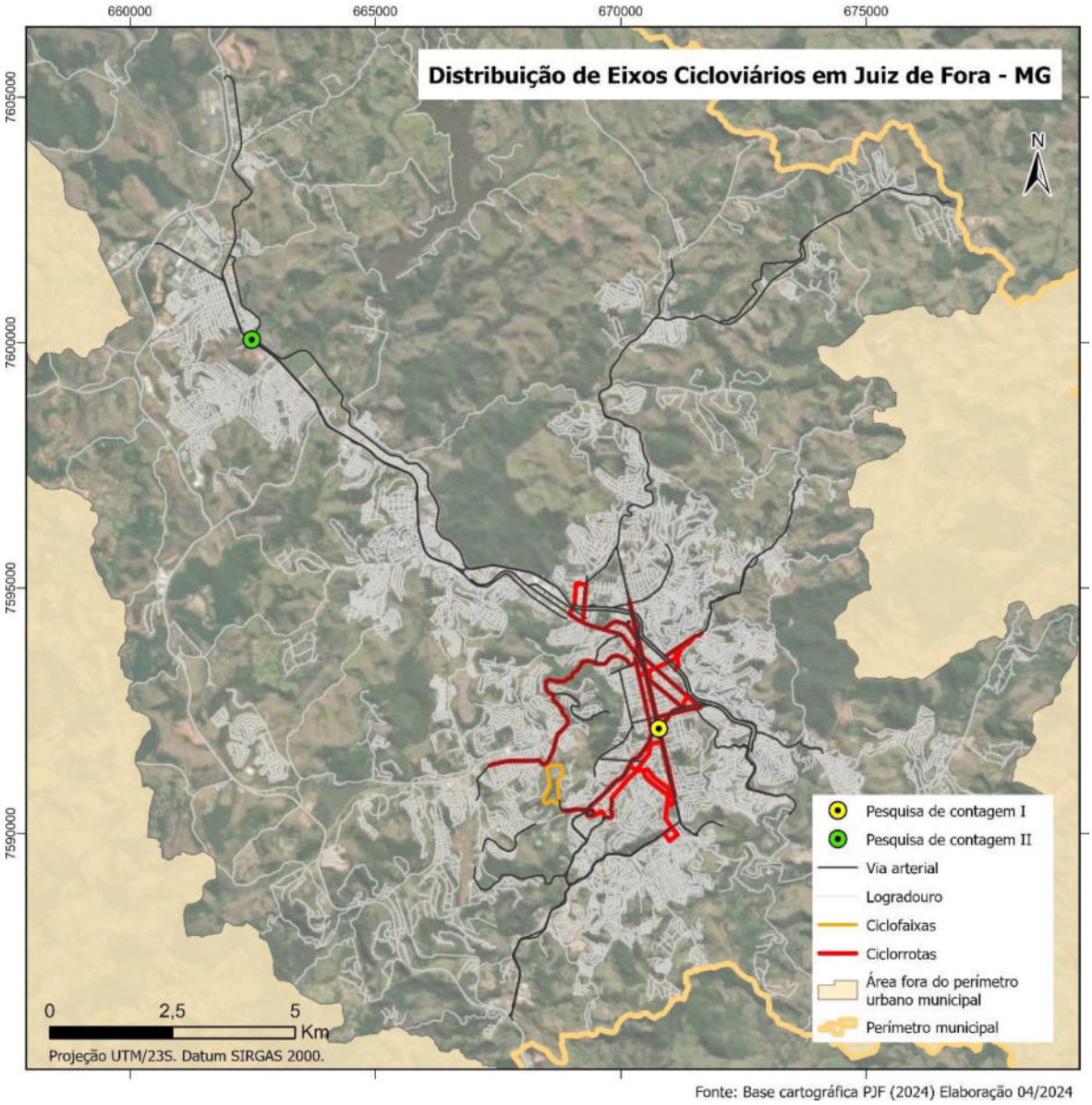


Fig. 4 Distribuição dos eixos cicloviários em Juiz de Fora - MG

Além do georreferenciamento dos acidentes, realizou-se o mapeamento da distribuição dos eixos cicloviários existentes na cidade de Juiz de Fora (Figura 4), visando analisar a implementação da política municipal de incentivo ao modal ciclístico. É importante notar que dentre as modalidades estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN)

para espaços destinados à circulação de bicicletas (ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas), apenas as duas últimas foram implantadas nas vias da cidade.

Após o georreferenciamento dos eixos cicloviários, observou-se que predominantemente as vias públicas do município são designadas como ciclorrotas, sendo que a ciclofaixa existente se restringe ao anel viário do campus universitário existente no município. No entanto, desde a publicação do Volume VIII do Manual de Sinalização Cicloviária, a municipalidade tem adotado uma política de remoção da sinalização dessas ciclorrotas, devido às incompatibilidades com as tipologias viárias permitidas para a existência desta modalidade, conforme especificado neste Manual. Nota-se que grande parte das ciclorrotas está localizada em vias arteriais, o que demanda maior atenção por parte dos ciclistas, visto que essas vias geralmente apresentam um tráfego mais intenso e velocidades mais elevadas.

5 DISCUSSÕES

Através do comparativo de contagens de bicicletas observou-se que os números permaneceram praticamente os mesmos. Em pouco mais de uma década, não houve na cidade políticas de incentivo à utilização da bicicleta. Segundo dados do Censo, a cidade cresceu de 516.247 habitantes (PJF, 2012) para 540.756 habitantes (IBGE Cidades, 2022) e o número de veículos emplacados cresceu de 220.912 (Ministério dos Transportes, 2013) para 300.486 em 2023 (Ministério dos Transportes, 2023), com um aumento de 4,74% no número de habitantes e 36% na frota.

No que diz respeito à mobilidade urbana, o principal deslocamento é o trajeto de casa para o trabalho. Pode-se dizer que as empresas são polos geradores de grande volume de tráfego, concentrado em horários e regiões específicas (Patricio e Kruszielski, 2016). Nos dois pontos de contagem da presente pesquisa, a maioria dos ciclistas observados estavam indo/voltando para o serviço ou para a escola, como esperado. Em particular, no ponto da Contagem II, por estar localizado próximo a uma escola estadual, percebeu-se que muitos estudantes utilizavam a bicicleta como meio de transporte. Segundo Patricio e Kruszielski (2016), uma iniciativa de baixo custo que pode ser implementada para maior incentivo ao ciclismo são as campanhas de Dia de Bicicleta ao Trabalho, capazes de gerar mudanças de comportamento, fornecer dados sobre os ciclistas e seus padrões de deslocamento.

Quanto ao gênero, no universo de 1.911 ciclistas das duas contagens, foram computados apenas 3,14% mulheres, um número baixo, que reflete a desigualdade de gênero. Por outro lado, é possível enxergar um alto potencial desse público-alvo passível de ser inserido através de políticas de inclusão da bicicleta como modo de transporte. No tocante às particularidades de cada local, o ponto da Contagem II possui um maior número de mulheres ciclistas, o que se observou é que grande parte dessas mulheres identificadas utilizavam a bicicleta no deslocamento em direção a escola existente próxima à intersecção. O ponto da Contagem I está localizado em área central da cidade, com alto fluxo de veículos, configurando um ambiente menos propício para o uso da bicicleta. Deste modo, pode-se dizer que a falta de uma cicloestrutura adequada e segura reflete-se em uma menor presença feminina.

O uso de bicicleta para serviço de carga possui várias vantagens para a logística, como a redução dos custos de viagem, a possibilidade de realizar entregas em áreas com restrição de veículos motorizados, além da redução de emissão de poluentes e uma possível economia de tempo em trajetos de curta distância (Blue, 2016). Os resultados de uso de bicicletas para

serviço foram altos, em destaque no ponto da Contagem I, que está localizado na área central da cidade, principalmente no intervalo do horário de almoço. Na contagem observou-se sobretudo o uso de bicicletas cargueiras, mas também bicicletas comuns utilizadas a serviço de pequenas entregas ou serviços de venda.

O capacete para ciclistas é um equipamento de segurança não obrigatório no Brasil, contudo o seu uso traz maior proteção aos ciclistas (Batista e Lima, 2021). A obrigatoriedade do uso poderia causar o desincentivo às bicicletas devido ao alto custo, sensação de desconforto para alguns ciclistas, falta de garantia fiscalizada do produto ou eficácia de segurança comprovada, além de um possível aumento de casos de imprudência no trânsito associado à percepção de segurança entre motoristas e ciclistas com o aumento de velocidade e risco de colisões (Javouhey *et al*., 2006; Cycling UK, 2019). Nesse contexto, vê-se a necessidade de uma maior promoção do uso da bicicleta, através de melhorias no sistema cicloviário e medidas de segurança e educação no trânsito para todos. Os resultados para uso de capacete obtiveram total de 8,16%. O ponto da Contagem I apresentou um maior número de ciclistas com capacete. Observou-se que a grande maioria eram ciclistas esportistas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios é a implantação de eixos cicloviários que atendam a topografia de uma cidade que não é plana, o que pode interferir negativamente na utilização da bicicleta. A ciclofaixa presente em Juiz de Fora possui caráter apenas recreativo, estando implantada em área federal (UFJF) com acesso limitado. A construção de ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas, aliadas a outras infraestruturas como bicicletários e sistemas de bicicletas compartilhadas, contribuem para a consolidação do uso da bicicleta.

O número de registros de acidentes com ciclistas na cidade diminuiu ao longo dos últimos anos, refletindo uma possível redução do número de usuários dessa modalidade de locomoção urbana. Observa-se no PlanMob-JF uma carência no planejamento de ciclovias e atualmente a prioridade da política de mobilidade tem sido a transposição da linha férrea. Espera-se que com a atualização deste plano até 2026 possam surgir novos projetos que priorizem os transportes ativos (ciclistas e pedestres). Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se repetir anualmente as contagens de ciclistas, manter o banco de dados e os mapas de acidentes atualizados, além de criar ações para o tratamento dos pontos críticos e investir em campanhas educativas para o incentivo do modal.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - campus Juiz de Fora.

7 REFERÊNCIAS

Almeida, I. M.; Knopp, L. T.; Alves, B. M. de O.; Filho, A. J. L. (2021) **Mobilidade urbana e ciclovias: uma análise a partir do geoprocessamento**. In: 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris 2021 Digital). Disponível em: <https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper1315.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2024.

Andrade, V.; Rodrigues, J.; Marino, F.; Lobo, Z. (2016) **Mobilidade por bicicleta no Brasil**. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ. 292 p. Disponível em: <http://ta.org.br/educativos/docs/mbb.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos (2020) **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP -** Relatório geral 2018. 127 p. Disponível em: <https://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

Batista, D. G. P.; Lima, E. R. V. (2021) **Caracterização de tráfego cicloviário através do método de contagem manual de ciclistas em João Pessoa-PB**. In: 35° Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Disponível em: <https://www.anpet.org.br/anais35/documentos/2021/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Transporte%20Ciclovi%C3%A1rio/3_305_AC.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2024.

Blue, E. (2016) **Bikenomics: Como a bicicleta pode salvar a economia**. Babilonia Cultura, Rio de Janeiro. 224 p.

Brasil (2012) **Lei Federal nº 12.587**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Ciclocidade - Associação dos Ciclistas Urbanos de São Paulo (2022) **Monitoramento de viagens em bicicleta: uma proposta para a cidade de São Paulo**. 112 p. Disponível em: <https://www.ciclocidade.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Monitoramento-de-viagens-em-bicicleta_Uma-proposta-para-a-cidade-de-Sao-Paulo.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2024.

Cycling UK (2019) **Cycle helmets: a summary of evidence**. Cycling UK, 31 p. Disponível em: <https://www.cyclinguk.org/sites/default/files/document/2020/01/helmets-evidence_cuk_brf_0.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2024.

Frare, M. (2020) Ciclovias: a utilização da bicicleta como forma de desenvolvimento sustentável – Estudo Av. Brasil – Cascavel – Paraná – Brasil. **Revista Competitividade e Sustentabilidade** – ComSus, v. 7, n. 1, Edição Especial, p. 93-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.48075/comsus.v7i1.21041>

Gehl, J. (2015) **Cidades Para Pessoas**. 3ª ed. Perspectiva, São Paulo. 280 p.

IBGE Cidades (2022) **Juiz de Fora**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 03 mai. 2024.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019) **A mobilidade urbana no Brasil: percepções de sua população**. Brasília - DF, 62 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9167/1/td_2468.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

ITDP Brasil - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (2018) **Contagens de Ciclistas: Recomendações Técnicas e Monitoramento**. 24 p. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/contagens-de-ciclistas/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

Javouhey, E.; Guérin, A.; Chiron, M. (2006) Incidence and risk factors of severe traumatic brain injury resulting from road accidents: A population-based study. **Accident Analysis and Prevention**, n. 38, p. 225-233. DOI: 10.1016/j.aap.2005.08.001.

Juiz de Fora (2012) **Lei Ordinária nº 12.726**. Institui o Plano Diretor Cicloviário Integrado e dá outras providências. Juiz de Fora, 20 dez. 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/j/juiz-de-fora/lei-ordinaria/2012/1272/12726/lei-ordinaria-n-12726-2012-institui-o-plano-diretor-cicloviario-integrado-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 16 abr. 2024.

Lee, J. S.; Nam, J.; Lee, S. S. (2014) Built environment impacts on individual mode choice: an empirical study of the Houston-Galveston metropolitan area. **International Journal of Sustainable Transportation**, 8(6), p. 447–470. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15568318.2012.716142>. Acesso em: 15 abr. 2024.

Menini, S. E.; Mesquita, A. R.; Dias, D. S. **Uma metodologia de análise multicritério na identificação de vias potenciais para a implantação de ciclovias em cidades de pequeno e médio porte**. In: Arena ANTP 2019 – Congresso Brasileiro de Mobilidade Urbana. São Paulo. 24-26 set. 2019. Disponível em: <https://observatoriodabicicleta.org.br/uploads/2021/03/uma-metodologia-de-analise-multicriterio-na-identificacao-Sheila-Elisangela-Menini.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

Ministério dos Transportes (2013) **Frota de veículos 2013**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2013>. Acesso em: 03 mai. 2024.

Ministério dos Transportes (2023) **Frota de veículos 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2023>. Acesso em: 03 mai. 2024.

Patricio, L. C. B.; Kruszielski, L. (2016) Dia de bicicleta ao trabalho: uma potencial ferramenta para planejamento e promoção da mobilidade sustentável. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3. p. 135-151. DOI: 10.5585/geas.v5i3.619

PJF - Prefeitura de Juiz de Fora (2012) **Juiz de Fora: População**. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/institucional/cidade/populacao.php>. Acesso em: 01 mai. 2024.

Rabello, R. C. (2019) **Sistema público de bicicletas compartilhadas**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 342 p.

Sultan, Z.; Tini, N. H.; Moeinaddini, M. (2016) Exploring the implementation and success of green urban mobility in Asian cities. **Planning Malaysia**, v. 14, n. 4, p. 295-314. DOI: https://doi.org/10.21837/pm.v14i4.166

ACESSO AOS PONTOS DE EMBARQUE DO SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS EM BELO HORIZONTE/MG/BRASIL: INDICADORES DE MICROACESSIBILIDADE

C. Lobo, L. Cardoso, G.C. Miranda, A.H.N. Ribeiro, D.F. Fonseca

RESUMO

O acirramento de desigualdades locais e regionais de acessibilidade, consequência do rápido e excludente processo de urbanização do Brasil, impacta principalmente a população dependente do transporte público. Essas desigualdades se amplificam para a população idosa inserida nesse grupo devido a maior chance de restrições de acesso. O trabalho objetiva avaliar o nível de acesso da população idosa aos pontos de embarque e desembarque do transporte público por ônibus (PEDs) em Belo Horizonte/MG através de um índice de acessibilidade que leva em conta o tempo de caminhada a partir de cada edificação particular até o PED mais próximo, ponderado pela estimativa da população idosa residente. Os resultados indicam menores níveis de acessibilidade aos PEDs nas áreas periféricas do município, em contraste com as áreas centrais e pericentrais. Os resultados obtidos oferecem dados úteis à elaboração de políticas públicas de transporte, especialmente em áreas marcadas pela desigualdade de acesso a tais serviços.

1 INTRODUÇÃO

O mundo é cada vez mais urbano. Se em 2021, 56% da população vivia em cidades, a expectativa é a de que esse percentual seja de 68% da população em 2050 (UN Habitat, 2022). O Brasil segue essa tendência. Em 2022, 61,1% da população vivia em concentrações urbanas, entendidas como municípios agrupados ou isolados acima de 100 mil habitantes (IBGE, 2023). Concentrado na segunda metade do século XX, o processo de urbanização brasileiro está associado à industrialização tardia e à transição demográfica, que resultou no elevado crescimento demográfico devido às altas taxas de natalidade e queda das taxas de mortalidade nesse período (Cunha, 2010; Martine e McGranahan, 2010; Ojima & Diógenes, 2018). O resultado foi a migração de grandes contingentes populacionais rumo às futuras metrópoles, em especial as da Região Sudeste como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, que se expandiram consideravelmente (Kowarick, 1979; Costa, 1994; Costa, 2003). Essa formação de extensos tecidos urbanos guarda em sua essência a desigualdade social inerente a um processo de urbanização acelerado e excludente. Os núcleos urbanos e os municípios vizinhos passaram a compartilhar diversos problemas relacionados à habitação, emprego, acesso a bens e a serviços necessários à reprodução social. Na tentativa de solução desses problemas, a criação das Regiões Metropolitanas (RMs) na década de 1970 objetivou a gestão unificada dos serviços públicos de interesse metropolitano, tais como o transporte coletivo (Senado Federal do Brasil, 1988).

Os meios de transporte se constituem como mediadores das necessidades dos indivíduos e do acesso a bens e serviços. Os avanços nos meios de transporte motorizados, em especial, o automóvel, permitiram o espraiamento da ocupação do tecido urbano e metropolitano, de maneira que a possibilidade de encurtamento de tempos e distâncias resultou na ampliação desses fatores para alguns grupos sociais. Isso ocorre porque os bens e serviços estão distribuídos de forma desigual no espaço, geralmente concentrados em centralidades com alta valorização do preço da terra. Dessa forma, as diversas desigualdades relacionadas ao transporte, tais como a disponibilidade de recursos para arcar com tarifas, os padrões de viagens diárias e os níveis de acessibilidade ao transporte contribuem significativamente para a exclusão social e afetam o bem estar da população. A existência e acessibilidade ao transporte é ponto central para a promoção da justiça de mobilidade, e, de forma mais ampla, para a promoção da justiça social (Pereira *et al.* 2017).

Belo Horizonte, planejada para ser a capital do estado de Minas Gerais, esteve incluída no processo de urbanização e metropolização que tomou forma em meados do século XX. O elevado grau de complexidade dos deslocamentos de sua população e da população residente nos municípios metropolitanos, resultado da centralização de oportunidades de trabalho e serviços na capital, resulta na sobrecarga dos sistemas de transporte público e dos sistemas de circulação. Ocorre, portanto, o que se observa nas demais grandes áreas urbanas do Brasil: precariedades na provisão da acessibilidade urbana, resultantes da incapacidade de intervenções do poder público diante dos problemas decorrentes da urbanização excludente (Lobo *et al*., 2020). Essas precariedades atingem de forma desigual as diversas classes e grupos sociais, sendo um importante elemento produtor de exclusão social no município. Classes sociais economicamente menos favorecidas e grupos sociais com restrições físicas são ainda mais afetados por infraestruturas urbanas deficitárias.

Obter informações a respeito dos níveis de acessibilidade relacionadas ao transporte público, que resultam no acesso ou não acesso a bens e serviços pela população, se faz necessário para tomadas de decisão. A criação de indicadores de acessibilidade urbana pode auxiliar o poder público na execução de ações que objetivem a promoção da justiça social por meio da ampliação da acessibilidade e mobilidade urbana em áreas historicamente excluídas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o grau de acessibilidade da população com 60 anos ou mais aos pontos de embarque (PED) do sistema de transporte público coletivo por ônibus em Belo Horizonte. O indicador utiliza como unidade espacial cada edificação particular do município, posteriormente agrupados em setores censitários para melhor exibição e análise, além de informações sobre o tempo de caminhada da edificação até o PED mais próximo. A espacialização do indicador permite a análise das áreas do município com maior necessidade de intervenções nos fatores que possam influenciar o acesso e uso do transporte público pela população com 60 anos ou mais residente em Belo Horizonte.

2 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL, ACESSIBILIDADE E TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS PARA A PESSOA IDOSA

Em todos os países do mundo ocorre um processo de transição demográfica sem precedentes: a fertilidade diminui de forma acelerada - resultando em um menor número de filhos por mulher - e a proporção de pessoas idosas aumenta. Pela primeira vez na

história, a maioria dos seres humanos pode viver 60 anos ou mais (Galindo Cruz & Cruz Martín del Campo, 2024). O processo de transição demográfica se apresenta em diferentes estágios no mundo desenvolvido e subdesenvolvido e não ocorrem de forma isolada, mas como parte de um processo pluridimensional de modernização que inclui forças socioeconômicas, governamentais e avanços tecnológicos (Reher, 2011). O processo de envelhecimento populacional, um dos principais efeitos da transição demográfica, refere-se à mudança da estrutura etária da população e se traduz no aumento da participação relativa das pessoas com idade acima daquela considerada como definidora do início da velhice (Carvalho & Garcia, 2003). No Brasil, a idade que define a pessoa idosa é a de 60 anos (Brasil, 2003). No país, o envelhecimento populacional ocorre em ritmo acelerado e supera a velocidade dos demais países latino-americanos (Wong & Carvalho, 2006).

A passagem de uma estrutura etária majoritariamente jovem para uma estrutura com significativo percentual de idosos exige das cidades brasileiras profundas transformações. As condições para morar, conviver, produzir e, principalmente, circular precisam se adequar às necessidades e possibilidades de uma população que anseia em se manter ativa e autônoma. Dentre as características essenciais a serem contempladas nos espaços urbanos convidativos às pessoas idosas, a OMS destaca o transporte público coletivo como elemento fundamental. Isso porque, para a realidade de parcela significativa das pessoas idosas, em que os impactos na fadiga corporal interferem nas possibilidades de mobilidade pelas cidades, o transporte se apresenta como importante componente para permitir a ampliação no acesso a serviços essenciais e a participação social (OMS, 2008). Em resumo, ampliar os níveis de acessibilidade urbana para a pessoa idosa por meio do transporte público se torna ação fundamental para a promoção de cidades mais inclusivas, justas e equitativas.

As primeiras definições para o termo "acessibilidade" aplicado aos estudos no campo dos transportes foram desenvolvidas no final da década de 1950. A definição dada por Hansen (1959) é amplamente utilizada na literatura e entende a acessibilidade como uma medida da distribuição espacial de atividades sobre um ponto, relacionada com a capacidade e o desejo de pessoas ou empresas para superar a separação espacial. A acessibilidade pode também ser conceituada em termos de acessibilidade individual, dos benefícios econômicos da acessibilidade e, mais comumente, à acessibilidade à localização (Curl *et al*., 2011; Geurs e van Wee, 2004). Jones (1981) relaciona o termo à possibilidade de participação do indivíduo em atividades, mediante a existência de sistemas de transporte em um dado espaço. Bhat *et al.* (2000) abordam o conceito como uma mensuração da facilidade com que um indivíduo pode exercer uma atividade de um tipo desejado, por um modo desejado e em um momento desejado. Para o escopo do trabalho, a acessibilidade urbana pode ser entendida como uma medida de facilidade ligada às possibilidades de acesso a partir de uma localidade, com destino aos demais pontos de interesse no espaço geográfico. Em outras palavras, a acessibilidade é uma potencialidade relacionada à disponibilidade de infraestruturas como meios de transporte.

Uma maior acessibilidade a serviços e comodidades como mercearias, bancos, farmácias, centros de atividades físicas e parques desempenham um papel significativo na participação social da pessoa idosa e, por consequência, na formação de capital social. O uso do transporte público e a caminhada são importantes variáveis mediadoras da associação entre acessibilidade a esses serviços e comodidades e a participação social da população idosa (Julien *et al*., 2015). O transporte público fornece mobilidade

independente e, portanto, pode ser capaz de atender às necessidades de mobilidade da população idosa (Ravensbergen *et al.*, 2021). É importante destacar que os padrões de viagens da população idosa se diferenciam dos padrões de outras faixas etárias. A mobilidade diminui com o aumento da idade, resultado de fatores como o início de enfermidades físicas ou mentais e o mal planejamento da infraestrutura de transporte e arranjos operacionais (Metz, 2003). Em geral, observa-se um menor número de viagens diárias, menos atividades no período noturno e fora dos horários de pico, menores distâncias percorridas e menor utilização do automóvel, se comparado às pessoas mais jovens (Pereira, 2015). Há de se destacar que os idosos de hoje e a próxima geração de pessoas idosas têm necessidades, preferências e preocupações marcadamente diferentes das gerações anteriores. Essas mudanças nas características e estilo de vida das pessoas mais velhas, ligadas em geral à melhor saúde, maiores recursos econômicos e melhor educação, têm e terão impacto significativo em termos de satisfação com a mobilidade (Mercado *et al*., 2007)

A importância do transporte público por ônibus e da caminhada na ampliação da participação social e promoção do bem estar da população idosa encontra graves entraves nas cidades brasileiras. O transporte público ineficiente e as vias pouco seguras desestimulam os idosos que possuem condições econômicas favoráveis a pararem de dirigir, e, assim, continuam dependentes do carro. Já a pessoa idosa sem condições financeiras ou físico-motoras para utilizar o automóvel não tem outra alternativa senão enfrentar as dificuldades do transporte público brasileiro (Oliveira *et al.,* 2012). Como o sistema de transporte público coletivo por ônibus é o principal modo de transporte público utilizado pela população no Brasil, as dificuldades enfrentadas pelos idosos se iniciam no deslocamento a pé até os pontos de embarque. A precariedade nas condições para os deslocamentos a pé se materializa na falta de continuidade das calçadas, sua invasão pelo comércio, nos inúmeros obstáculos, nos estacionamentos irregulares para carros, e, não raro, na inexistência de calçadas nas vias (Fernandes, 2000; Lunaro & Ferreira, 2005). Em relação os ônibus, fatores como a altura dos degraus (que dificulta a subida e descida dos ônibus), a impaciência dos operadores com a dificuldade de mobilidade, acidentes causados pela falta de atenção e cuidado dos motoristas e a ocupação de assentos reservados (Oliveira *et al.*, 2012) resultam na redução da mobilidade da população.

O tempo e distância até o ponto de embarque e desembarque do transporte público pode ser um elemento de ampliação ou redução da mobilidade da população idosa. O Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos - ONU Habitat – não cita um tempo de caminhada ideal até o ponto de embarque, seja para pessoas idosas ou não idosas. Porém, considera que o transporte público é entendido como apropriado quando há uma parada dentro de uma distância caminhável de 500 metros ao longo da rede viária, a partir de um ponto de referência como a residência, escola, mercado ou local de trabalho (UN-Habitat, 2018). Em Munique, Alemanha, o poder público entende que a distância máxima de caminhada até uma parada de ônibus é de 400 metros na área de grande densidade populacional e 600 metros nas áreas de baixa densidade (Sarker *et al.*, 2020). Yigitcanlar *et al.* (2017) assumem como ideal uma distância de caminhada de 300 metros e 10 minutos de tempo de caminhada em um contexto urbano australiano. Hess (2009) apresenta um estudo que buscou identificar o tempo de caminhada de 400 pessoas com idade acima de 60 anos nas cidades estadunidenses de Buffalo e San Jose, de sua residência até o ponto de ônibus mais próximo. Os resultados apresentados mostram que, em Buffalo, usuários frequentes do transporte público relataram um tempo médio de 8,3 minutos de caminhada e, em San Jose, esse tempo foi de 10,6 minutos. O estudo, porém,

não apresenta um parâmetro dado como ideal para o tempo de caminhada da pessoa idosa até um ponto de embarque do transporte público. O tempo de caminhada até o PED é o principal parâmetro que compõe o índice de acessibilidade desenvolvido no presente trabalho.

3. ÁREA DE ESTUDO, BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho tem como área de estudo o município de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, Brasil. Com uma população de aproximadamente 2,31 milhões de habitantes (IBGE, 2023), se apresenta como o sexto município mais populoso do Brasil e principal núcleo da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), formada por um total de 34 municípios. Foi definido, para o escopo do trabalho, utilizar como unidade de análise primeiramente as edificações particulares e, para facilitar a análise dos resultados, agregar os resultados por setores censitários. O setor censitário é a unidade territorial de coleta e divulgação de dados estatísticos do Censo Demográfico do IBGE e se constitui como um agregado de domicílios. Para o Censo Demográfico de 2010, Belo Horizonte foi dividida em 3936 setores censitários. A capital é dividida em nove regionais administrativas, a citar: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova (figura 1). A Área Central de Belo Horizonte é delimitada pela Avenida do Contorno e se apresenta como principal centralidade metropolitana, recebendo e gerando, portanto, o maior número de viagens do transporte público coletivo por ônibus no município (Lobo *et al*. 2020).

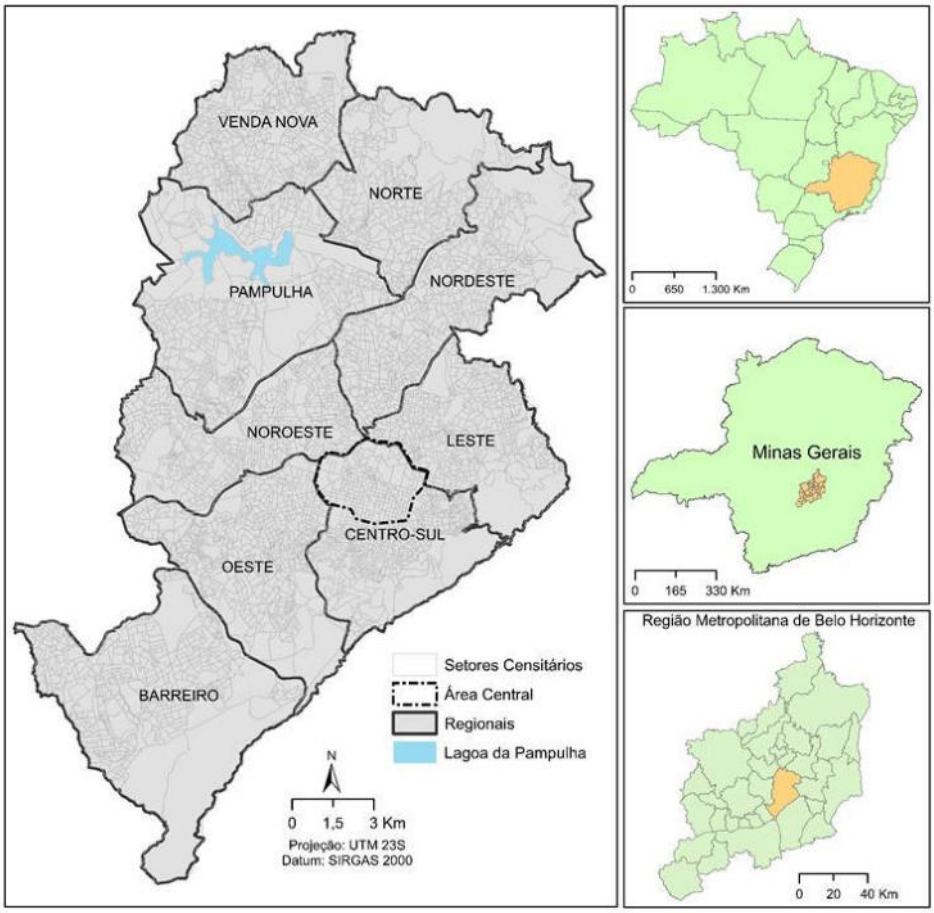


Figura 1: Regionais e setores censitários do município de Belo Horizonte/MG/Brasil. Fonte dos dados: Bases digitais do IBGE (2024). Elaboração própria.

Para avaliar o nível de acesso da população idosa aos pontos de embarque (PEDs) do transporte público coletivo por ônibus em Belo Horizonte/MG por meio de caminhada, o trabalho utiliza como base os dados espacializados dos pontos de ônibus e os dados de localização de todas as edificações particulares no município. Os dados dos pontos de ônibus foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e estão disponíveis para consulta no visualizador de dados geográficos web BHMAP, parte integrante da Infraestrutura de Dados Espaciais do município. Por sua vez, os dados das edificações particulares de Belo Horizonte foram obtidos no Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos – CNEFE – disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Os dados relativos ao total de habitantes com 60 anos ou mais foram obtidos a partir dos microdados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010.

A identificação do PED mais próximo para cada edificação foi obtida por meio da função *Near* do SIG *ArcMap 10.8*, que utiliza a distância euclidiana. Um total de 1.012.069 edificações particulares e 48.793 PEDs de Belo Horizonte foram utilizados nessa etapa do trabalho. Para estipular a distância e tempo de caminhada de cada edificação até o PED mais próximo, foi criado um *script* na linguagem de programação *R* que se utiliza do pacote *R5R*, desenvolvido por Pereira *et al.* (2021). Em relação à velocidade de caminhada da pessoa idosa, Bohannon e Andrews (2011) observam um valor médio de 4,0 km/h em estudos envolvendo faixas etárias de 60-69; 70-79 e acima de 80 anos. Studensky (2011) cita o valor de 3,3 km/h para uma idade média de 73 anos. O modelo utiliza a média desses valores para a velocidade de caminhada, ou seja, 3,6 km/h e a inclusão dos efeitos da declividade na velocidade de caminhada por meio do método de Minetti (Minetti, 2002), incluído no R5R. Ao final, para cada edificação, se identificou o tempo estimado em minutos de caminhada até o PED mais próximo.

Foi desenvolvido um fator de ponderação do tempo de caminhada até o PED mais próximo baseado na estimativa de participação de cada edificação no total de pessoas com 60 anos ou mais no setor censitário. Para obter esse fator, primeiramente foi calculada a razão de participação do domicílio no total de pessoas idosas, dada pela razão entre o total de pessoas idosas e o número de domicílios em cada setor censitário, ou seja:

$$RPD = \frac{Isc}{Dsc} \quad (1)$$

Onde:
RPD: razão de participação do domicílio no total de pessoas idosas do setor censitário
Isc: População idosa no setor censitário
Dsc: Total de domicílios no setor censitário

A razão de participação do domicílio no total de pessoas idosas do setor censitário foi normalizada pelo método *Min-Max Scaller.* O resultado dessa normalização para cada edificação foi multiplicado pelo respectivo tempo de caminhada até o PED mais próximo:

$$FTC = RPDn \; x \; Tc \quad (2)$$

Onde:
FTC: Fator de ponderação do tempo de caminhada
RPDn: Razão de participação do domicílio no total de pessoas idosas do setor normalizada
Tc: Tempo de caminhada em minutos do domicílio até o ponto de embarque mais próximo

O Índice de Acessibilidade dos Idosos aos Pontos de Embarque (IAIpe) é o resultado da normalização do FTC pelo método *Min-Max Scaller*. Para melhor análise, foi definido que os menores valores do índice correspondem às edificações com menor acessibilidade ao PED, enquanto que os maiores valores correspondem às edificações com melhor acessibilidade*:*

$$IAIpe = 1 - \frac{(FTCo - FTCmin)}{(FTCmax - FTCmin)} \quad (3)$$

Onde:
IAIpe = Índice de Acessibilidade da Pessoa Idosa aos Pontos de Embarque
FTco = Valor observado do fator de tempo de caminhada da edificação até o PED
FTcmin = Valor mínimo do fator de tempo de caminhada da edificação até o PED nas observações
FTcmax = Valor máximo do fator de tempo de caminhada da edificação até o PED nas observações

Para a análise da acessibilidade ao transporte público coletivo por ônibus foram utilizados como unidade espacial os setores censitários do IBGE, sendo que o valor do IAIPE cada setor de Belo Horizonte foi obtido pela média dos valores do indicador para as edificações que o compõe.

4 O ACESSO AOS PONTOS DE EMBARQUE DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS: EVIDÊNCIAS APLICADAS À PESSOA IDOSA

De acordo com os microdados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, a distribuição espacial da população com 60 anos ou mais no município (figura 2a) ocorre de forma concentrada em setores censitários da Área Central e seu entorno, inseridos nas regionais Centro-Sul, Oeste e na Regional Pampulha principalmente. Tais setores englobam bairros como Belvedere, Mangabeiras, Sion, Anchieta, Serra, São Bento e Santa Lúcia na Regional Centro-Sul; Bandeirantes e São Luiz na Regional Pampulha, Gutierrez e Buritis na Regional Oeste. São bairros com população de maior renda no município, o que sugere melhor qualidade de vida e maior longevidade. Os setores que apresentam menor número de pessoas com 60 anos ou mais em Belo Horizonte incluem áreas periféricas nas regionais Barreiro, Norte, Venda Nova e Nordeste.

Por sua vez, a análise da média dos tempos de caminhada em minutos até o PED (figura 2b) mostra que os setores com menores tempos se concentram na Área Central e pericentral do município, que inclui bairros como Prado, Gutierrez, Barroca, Anchieta e Sion, Santo Antônio e Serra. São locais com maior capilaridade do sistema de transporte público coletivo por ônibus e, portanto, com maior densidade de PEDs. Por sua vez, os maiores tempos de caminhada até o PED mais próximo se concentram nas periferias de Belo Horizonte, em especial nas regionais Norte, Nordeste, Venda Nova, Leste, Barreiro e Oeste. Cabe destaque aos setores censitários da regional Pampulha localizados no entorno da Lagoa da Pampulha, caracterizados por maior extensão dos quarteirões e baixa densidade de PEDs. Setores de maior extensão territorial em todas as regionais do município também apresentaram tempos de caminhada superiores a 14 minutos até o PED mais próximo. A figura 2b apresenta a média de tempos de caminhada em minutos para o município de Belo Horizonte.

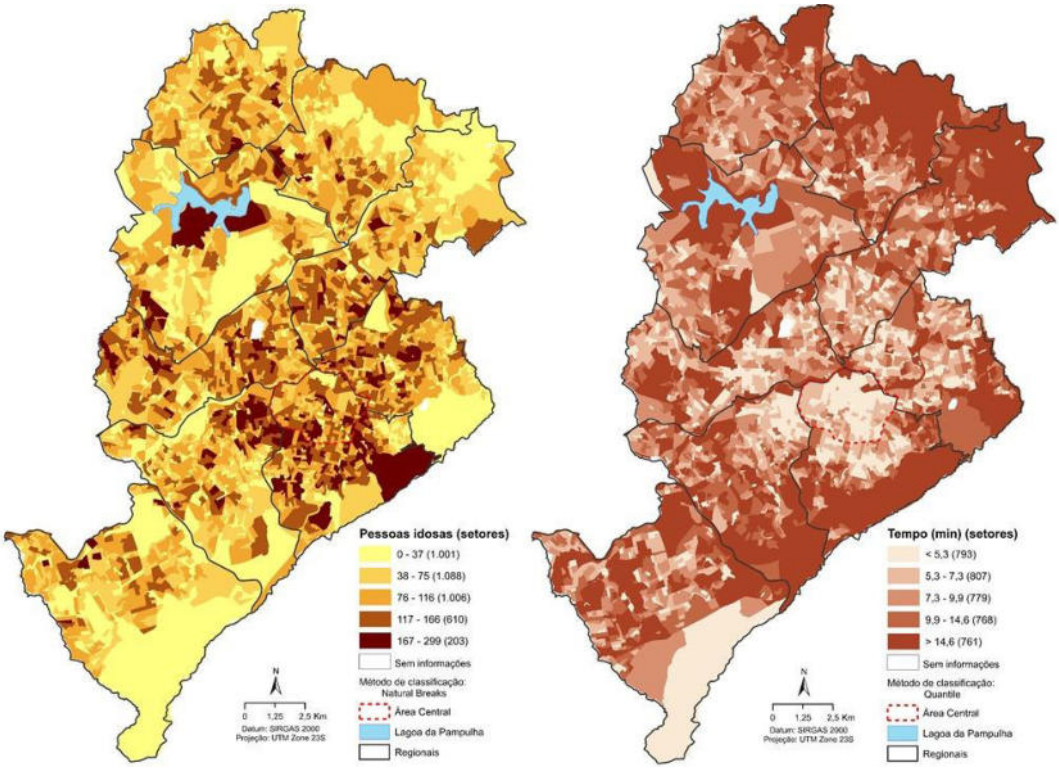


Figura 2: a) Total de idosos por setor censitário de Belo Horizonte/MG. b) Tempo médio de caminhada (em minutos) até o PED por setor censitário de Belo Horizonte/MG. Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Elaboração própria.

O Índice de Acessibilidade da Pessoa Idosa aos Pontos de Embarque do Sistema de Transporte Público Coletivo por Ônibus (IAIPE) reflete padrões espaciais da distribuição da população idosa e dos tempos de caminhada até os PEDs no município de Belo Horizonte. A maior parte do município apresentou scores elevados para o índice (que varia de 0 – pior acessibilidade - a 1 – melhor acessibilidade), com média em 0,90 e mediana em 0,93. Porém, há de se destacar que os índices mais elevados do indicador se concentram na área central do município, melhor servida por linhas de ônibus, bem como os setores pericentrais nas regionais Centro-Sul e Oeste, principalmente. Nesses setores, mesmo com uma maior participação da população idosa no total (o que diminui o valor do indicador), a maior densidade de PEDs resulta em baixos tempos de caminhada a partir da residência e melhores valores para o IAIPE.

Como esperado, setores censitários de maior extensão territorial em todo o município apresentaram menores valores para o índice, devido à menor densidade de PEDs e necessidade de maiores deslocamentos por caminhada. A Regional Pampulha, em especial, no entorno da Lagoa da Pampulha, também concentra setores com baixos valores para o IAIPE. São áreas com baixa densidade de PEDs e maior presença de população com 60 anos ou mais, sendo ainda caracterizadas, juntamente com setores da regional Centro-Sul, por baixa utilização do transporte público coletivo por ônibus e maior utilização do automóvel nos deslocamentos diários da população (Lessa *et al.*, 2019; Lobo *et al.*, 2020). Um padrão espacial a se destacar são os menores valores do IAIPE nas periferias de Belo Horizonte, com concentração nas regionais Norte, Nordeste, Venda Nova, Leste, Oeste e Barreiro, áreas que, mesmo com maiores índices de utilização do transporte coletivo por ônibus, contam com menor densidade de PEDs. A figura 3 apresenta a espacialização do IAIPE no município de Belo Horizonte.

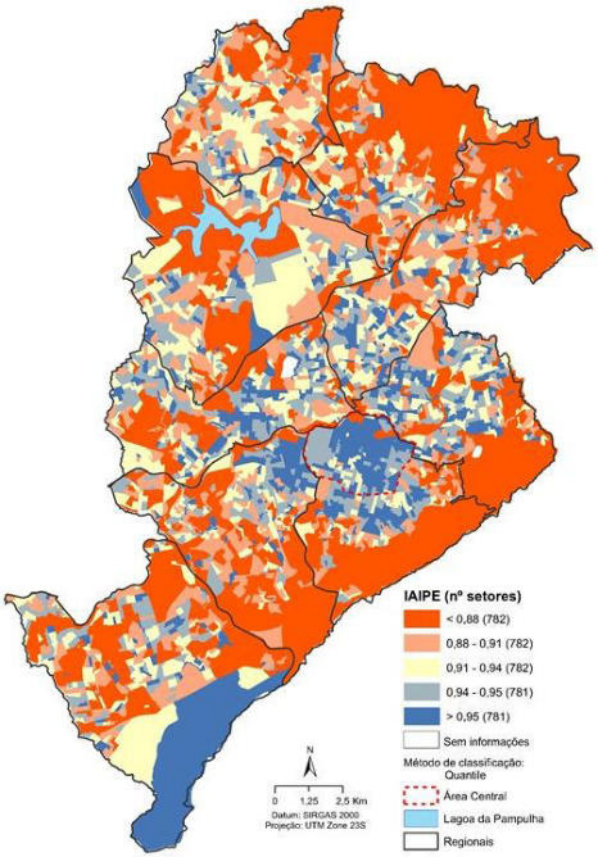


Figura 3: Índice de Acessibilidade da Pessoa Idosa ao ponto de embarque do transporte público coletivo por ônibus mais próximo (IAIPE) por setor censitário de Belo Horizonte/MG. Fonte dos dados: IBGE e Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Elaboração própria.

5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

A acessibilidade urbana é elemento fundamental na construção de cidades mais inclusivas para todas as faixas etárias e classes sociais. Para a população idosa, o transporte público se apresenta como importante mediador da participação social, ao possibilitar acesso a serviços e comodidades, elementos fundamentais na qualidade de vida e participação social. A exemplo da maior parte das cidades brasileiras, o transporte público coletivo por ônibus é o principal modo de transporte público utilizado nas viagens diárias da população em Belo Horizonte. Como exige deslocamentos a pé até o ponto de embarque como parte das viagens, o desenvolvimento do Índice de Acessibilidade da Pessoa Idosa aos Pontos de Embarque (IAIPE) se mostrou uma importante ferramenta para avaliação de acessibilidade urbana no território municipal.

Os resultados obtidos para o IAIPE demonstraram grande variabilidade espacial no município. Os maiores valores de acessibilidade ao PED foram observados em setores censitários na Área Central e Pericentral das regionais Centro-Sul e Oeste principalmente. Os resultados são decorrentes da concentração espacial dos PEDs na área central e bairros de alta renda próximos a essa região. Por sua vez, áreas periféricas, onde a utilização do transporte público é mais efetiva, e setores de grande extensão territorial com baixa densidade de PEDs, concentram valores mais baixos para o IAIPE. As evidências obtidas sugerem a urgência de ações para proporcionar melhor qualidade de vida à população idosa por meio de melhor acessibilidade ao transporte público, em especial nas áreas periféricas de Belo Horizonte. O presente trabalho, embora necessite de dados mais atualizados (que são esperados com a futura divulgação dos microdados do Censo

Demográfico de 2022 por parte do IBGE), pode contribuir com o desenvolvimento de ações que objetivem a ampliação dos níveis de acessibilidade da população idosa nas grandes cidades brasileiras. Em consequência, essas ações podem promover o envelhecimento ativo e a qualidade de vida dessa parcela da população, objetivo principal das políticas públicas de saúde, mobilidade urbana e justiça social.

Agradecimentos

A CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, por meio dos projetos: "Acessibilidade e mobilidade espaciais da população idosa em Belo Horizonte e Região Metropolitana" (APQ 409726/2022-2, CNPq) e "Indicadores e diretrizes para a construção de uma política de acessibilidade e mobilidade urbana inclusiva e sustentável da população idosa na Região Metropolitana de Belo Horizonte" (APQ-04270-22, FAPEMIG). Ao IPEA, representado pela equipe de Rafael Henrique Moraes Pereira, pelo desenvolvimento, disponibilização e suporte do pacote R5R.

6 REFERÊNCIAS

Bhat, C.; Handy, S.; Kockelman, K.; Mahmassani, H.; Chen, Q.; Weston, L. (2000). Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review. **Research project conducted for the Texas Department of Transportation**. Center for Transportation Research, University of Texas, Austin (TX), USA.

Bohannon, R.W., & Andrews, A.W. (2011). Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. **Physiotherapy**, 97, 182–189.

Brasil. Lei nº 10.741, de 1 de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=10741&ano=2003&ato=c8egXU610dRpWT951, acesso em 30 de maio de 2024.

Carvalho, J. A. M., & Garcia, R. A. (2003). The aging process in the Brazilian population: a demographic approach. **Cadernos de Saúde Pública** / Ministério Da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 19(3), 725–733. https://doi.org/10.1590/s0102-311x2003000300005

Costa, H. S. M. (1994). Habitação e produção do espaço em Belo Horizonte. In: MONTE-MOR, Roberto Luís de Melo (coord.). **Belo Horizonte: espaços e tempos em construção**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/PBH.

Costa, H.S.M. (2003). Natureza, mercado e cultura: caminhos da expansão metropolitana de Belo Horizonte. In: Mendonça, J. G. de; Godinho, M. H. de L. (org.). **População, espaço e gestão na metrópole: novas configurações, velhas desigualdades**. Belo Horizonte: Editora PUCMINAS, pp. 159-179.

Cunha, J. M. P. (2010). Planejamento municipal e segregação socioespacial: por que importa? In: Baeninger, R. (org.). **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**, 65-77. Brasília: United Nations Populations Fund (unfpa).

Curl, A., Nelson, J.D., Anable, J. (2011). Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. **Research in Transportation Business & Management** (2), 3–11.

Fernandes, J. C. (2000). Urbanismo e envelhecimento: algumas reflexões a partir da cidade de Uberlândia. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 31-49.

Galindo Cruz, A. G., Cruz Martín del Campo, L. M. (2024). Envejecimiento y arreglos residenciales de los adultos mayores. **Trabajo Social UNAM**, (31), 66–81.

Geurs, K.T., van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, 12(2), 127-140.

Hansen, W. (1959). How accessibility shapes land use. **Journal of the America Institute of Planners**. 25 (2), 73–76.

Hess D.B. (2009). Access to public transit and its influence on ridership for older adults in two US cities. **J Transp Land Use**. 2(1):3–27.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - (2023). Censo Demográfico 2022 – População e Domicílios - Primeiros Resultados. Rio de Janeiro. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102011.pdf

Jones, S. R. (1981). Accessibility measures: a literature review. **Transport and Road Research Laboratory**, Laboratory Report 967

Julien, D., Richard, L., Gauvin, L., Fournier, M., Kestens, Y., Shatenstein, B., Daniel, M., Mercille, G., & Payette, H. (2015). Transit use and walking as potential mediators of the association between accessibility to services and amenities and social participation among urban-dwelling older adults: Insights from the VoisiNuAge study. **Journal of Transport & Health**, 2(1), 50-57.

Kowarick, L. (1979). **A espoliação urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Lobo, C., Cardoso, L., Lessa, D. A., Miranda, G. C. (2020). Accessibility to the mass transit bus system: Indicators for the municipalities of the metropolitan periphery and zones of Belo Horizonte, Brazil. **Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia**, 29(1), 190–206. https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76010

Lunaro, A.; Ferreira, M. A. G. (2005). Os espaços públicos e a questão da acessibilidade sob o ponto de vista dos idosos. **Jornal de Ciência & Engenharia**, v. 15, n.2, p. 67-72.

Martine, G.; McGranahan, G. (2010). A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. In: Baeninguer, R. (org.) **População e cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**, 11-24. Brasília: unfpa.

Mercado, R.; Páez, A.; Scott, D. M.; Newbold, K. B.; Kanaroglou, P. (2007). Transport policy in aging societies: an international comparison and implications for Canada. **Open Transportation Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-13.

Metz, D. Transport policy for an ageing population. (2003). **Transport Reviews**, v. 23, n. 4, p. 375-386.

Minetti, A. E., et al (2002). Energy cost of walking and running at extreme uphill and downhill slopes. **Journal of applied physiology**. doi:10.1152/japplphysiol.01177.2001.

Oliveira, A. G.; Souza, M. L. R.; Karnikowski, M. G. O.; Taco, P. W. G.; Motta, R. A. (2012). Direitos dos idosos relacionados à sua mobilidade. **Revista dos Transportes Públicos** - ANTP, v. 34, 2012.

Organização Mundial de Saúde – OMS (2008). Guia Global: cidade amiga do idoso. Genebra: Organização Mundial da Saúde. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/Brasil_Amigo_Pessoa_Idosa/publicacao/guia-global-oms.pdf, acesso em 30 de maio de 2024.

Pereira, R.H.M., Schwanen, T., Banister, D., (2017). Distributive justice and equity in transportation. **Transp. Rev**. 37 (2), 170–191. https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1257660

Pereira, R. H. M., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V., & Conway, M. W. (2021). r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R. **Transport Findings**, 21262. https://doi.org/10.32866/001c.21262

Ravensbergen, L., Newbold, K.B., Ganann, R., & Sinding, C. (2021). 'Mobility work': Older adults' experiences using public transportation. **Journal of Transport Geography**, Vol. 97, 103221.

Sarker, R.I.; Mailer, M.; Sikder, S.K. (2020). Walking to a public transport station: Empirical evidence on willingness and acceptance in Munich, Germany. **Smart Sustain. Built Environ**. 9, 38–53.

Senado Federal do Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Acessado em 2 de maio de 2024. https://www25.senado.leg.br/web/atividade/legislacao/constituicao-federal

Studenski, S. (2011). Gait Speed and Survival in Older Adults. **JAMA**, 305(1), 50.

UN-Habitat. (2018). SDG Indicator 11.2.1 Training Module: Public Transport System. In: **Programme UNHS**, editor. Nairobi ed: UN-Habitat.

UN-Habitat. (2022). Envisaging the future of cities. United Nations. https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf.

Wong, L. L. R.; Carvalho, J. A. (2006). O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 23, n. 1, p. 5-26.

Yigitcanlar, T., Sipe, N.G., Evans, R. and Pitot, M. (2007), "A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model", **Australian Planner**, Vol. 44 No. 3, pp. 30-37.

ACESSIBILIDADE AOS EQUIPAMENTOS DE SAÚDE DA POPULAÇÃO IDOSA DE BELO HORIZONTE/MG: EVIDÊNCIAS E DESAFIOS

C. Lobo, P. F. B. Carvalho, D. A. Lessa, G. C. Miranda, G. C. Gomes

RESUMO

Os sistemas de transportes têm papel primordial na estrutura urbana por proporcionar acesso a serviços e oportunidades e por influenciar na distribuição espacial de indivíduos e atividades. Diante do processo de envelhecimento populacional em curso no Brasil, o acesso a equipamentos de saúde torna-se fator fundamental na qualidade de vida da pessoa idosa. O presente trabalho tem como objetivo analisar a acessibilidade dos idosos aos hospitais de pronto atendimento de Belo Horizonte/MG, utilizando o sistema de transporte por ônibus. Os resultados mostram elevado nível de desigualdade no tempo de acesso aos hospitais (que oscilam de 2 a 58 minutos), o que se torna mais evidente quando confrontados com a efetividade de uso do sistema. Os indicadores desenvolvidos podem ser úteis à gestão e planejamento da mobilidade urbana, bem como serem referência na elaboração de políticas públicas que objetivem superar as desigualdades relacionadas à acessibilidade, sobretudo para a população idosa.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da segunda metade do século XX o Brasil passou por um acelerado processo de transição urbana de tal forma que, atualmente, mais de 84% de sua população vive em áreas consideradas urbanas. Pelo menos desde 1940, o crescimento de extensos tecidos urbanos e metropolitanos foi expressivo, principalmente na região Sudeste, tendo como núcleos de expansão capitais como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Observou-se, desde então, uma forte concentração espacial da população, bem como uma ampliação das disparidades econômicas-regionais e das distâncias sociais, em particular nas maiores cidades, onde ficam evidenciadas a desigualdade e a concentração de pobreza.

Um dos aspectos mais marcantes da produção e apropriação do espaço e da integração na escala regional/local refere-se à capacidade de mobilidade de pessoas e mercadorias, que é potencializada pela evolução dos meios de transporte e de comunicação, permitindo o espraiamento de centros urbanos, estabelecidos conforme critérios locacionais, como de acessibilidade. Nesse contexto, o sistema de transporte e a mobilidade urbana tornaram-se grandes desafios para a gestão e para o planejamento urbano das cidades brasileiras. A exemplo do que ocorre em outras metrópoles do país, em Belo Horizonte e em sua região metropolitana há uma série de precariedades na provisão de mobilidade e acessibilidade urbana, reflexo da histórica (in)capacidade de intervenção do poder público diante do processo de urbanização excludente e dos círculos viciosos que perpassam os processos de

inclusão social e desenvolvimento econômico. Nesse cenário, a distribuição da acessibilidade espacial tem sido recorrentemente caracterizada pela difusão de iniquidades, o que resulta na estruturação de um espaço de circulação no qual imperam privilégios ao transporte individual motorizado. Não raro, os estratos mais vulneráveis da população, atores ativos na mobilidade urbana, como pedestres, ciclistas e usuários de transporte público coletivo, têm sido preteridos nos seus anseios relacionados à circulação.

A esse contexto já complexo de mobilidade e acessibilidade urbana somam-se as mudanças na estrutura etária da população brasileira, resultado direto do chamado processo de transição demográfica. A partir dos anos finais da década de 1960, associado aos processos de urbanização e modernização, o país experimentou uma vertiginosa redução das taxas de fecundidade, cujo impacto direto foi a desaceleração no crescimento demográfico acompanhado do envelhecimento da população, o que tem representado um progressivo aumento no estoque de população idosa (Carvalho e Garcia, 2003; Wong e Carvalho, 2006). Um reflexo importante desse crescente volume de idosos refere-se à ampliação da demanda por serviços e equipamentos específicos, em especial, aqueles associados à saúde, tendo em vista as fragilidades físicas características que surgem com o envelhecimento. Diante dessa nova realidade demográfica e social, como forma de contribuir para uma maior equidade de acesso aos serviços e equipamentos de saúde, algumas questões se apresentam: há diferenças expressivas de acesso da população idosa de Belo Horizonte aos hospitais com pronto atendimento? Como e onde essa acessibilidade se relaciona com uma maior ou menor demanda de uso do sistema de transporte coletivo por ônibus?

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo analisar o nível de acessibilidade da população idosa aos hospitais de pronto atendimento de Belo Horizonte utilizando o ônibus como meio de transporte. Para tanto, foram utilizados os trajetos regulares registrados com o uso da API *Directions* do Google Maps, considerando como origens os centróides das unidades espaciais denominadas Campos, e como destinos os hospitais do município de Belo Horizonte com pronto atendimento. Dessa forma, foi possível estimar a distância e o tempo médio de deslocamento, ponderados pela razão de uso do ônibus pela população idosa para fins de saúde, extraídas da última pesquisa Origem e Destino da RMBH. Dado que as informações sobre a acessibilidade da população idosa são ainda escassas e imprecisas, evidências empíricas atuais, por meio da proposição e utilização de indicadores de acessibilidade, podem ser especialmente úteis para identificar as demandas e condições desse grupo etário. Também podem servir ao propósito de guiar a prática do dia a dia, na busca por um envelhecimento com melhor qualidade de vida, garantindo um direito fundamental de acesso e mobilidade, como reforçado pela proposta de Emenda à Constituição N° 19 de 2014, que inclui a acessibilidade e a mobilidade entre os direitos individuais e coletivos presentes na Constituição Federal do Brasil.

2 ACESSIBILIDADE, ENVELHECIMENTO POPULACIONAL E O TRANSPORTE PÚBLICO: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA

O termo "acessibilidade", embora cercado de ambiguidades, tem sido amplamente empregado em diversas vertentes do conhecimento científico, desempenhando um papel proeminente nas áreas de planejamento urbano, geografia e engenharia de transportes (Morris et al., 1979; Vulevic, 2016). A complexidade do termo é evidenciada pelas diversas definições apresentadas ao longo do tempo. Acessibilidade é interpretada como "o potencial de oportunidades de interação" (Hansen, 159); a facilidade com que atividades podem ser alcançadas por meio de um sistema de transporte específico (Dalvi e Martin, 1976); a

liberdade de decisão dos indivíduos em participar ou não de diferentes atividades (Burns, 1979); e como os benefícios proporcionados por um sistema de transporte associado ao uso do solo (Ben-Akiva e Lerman, 1985). Pode também ser definida como a habilidade de alcançar atividades, indivíduos ou oportunidades, se necessário, deslocando-se aos locais onde essas necessidades estão localizadas (Handy, 2005), ou entendida como um produto do uso do solo e do sistema de transportes (Van Wee e Geurs, 2011; Vickerman, 1974).

A importância da acessibilidade no contexto da justiça na mobilidade destaca-se como um tema central na literatura, ressaltando sua conexão intrínseca com a equidade social (Cardoso, 2007; Pereira et al., 2016; Middleton e Spinney, 2019). A capacidade de acessar eficientemente locais e serviços impacta diretamente na capacidade das pessoas de exercerem funções sociais, contribuindo para a troca de recursos e a construção de capital em diversas esferas da vida. Esse acesso é fundamental para a participação na sociedade, a troca de informações, bens e serviços (Handy, 2005; Middleton e Spinney, 2019). Sob a ótica da equidade social, todos deveriam ter a oportunidade de acessar serviços e oportunidades essenciais de forma igualitária, principalmente aquelas relacionadas aos serviços de saúde (Guida *et al*., 2022). A Organização Mundial da Saúde, sob o conceito de direitos humanos, descreve a acessibilidade como a disponibilidade de serviços de saúde dentro de um alcance físico seguro e razoável para toda a população, especialmente para grupos vulneráveis e marginalizados, como minorias étnicas, mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiências. Nesse sentido, há uma demanda premente por abordagens voltadas aos idosos, inseridas no contexto de "*age-friendly city*" da OMS, ou seja, de um ambiente comunitário inclusivo e acessível que otimiza oportunidades para a saúde, participação e segurança de todas as pessoas, garantindo qualidade de vida e dignidade ao longo do processo de envelhecimento (WHO, 2015).

As investigações referentes à relação entre a acessibilidade em áreas urbanas e a população idosa geralmente conduzem suas análises com ênfase nas dimensões de saúde e qualidade de vida, como é o caso do trabalho de Dickerson *et al*. (2019), bem como no processo de envelhecimento, conceituado como a diminuição de níveis significativos de autonomia para a realização das atividades diárias (Freitas *et al.*, 2010). No entanto, recentes estudos sobre o tema têm se concentrado na avaliação do nível de equidade e distribuição justa de bens e serviços urbanos, com destaque para aqueles voltados ao transporte (Vecchio *et al*., 2022). Outras pesquisas sobre a temática estão relacionadas à acessibilidade da população idosa ao sistema de transporte. Estas visam compreender o impacto dos desafios espaciais nas vizinhanças e comunidades, nas políticas públicas, na infraestrutura de transportes, nas regulamentações legais e nos planos estratégicos que delineiam as perspectivas para esse segmento da população (Banister e Bowling, 2004). Na América Latina, os estudos sobre a acessibilidade da população idosa são relativamente limitados. A maioria baseia-se em abordagens centradas no transporte, abordando principalmente questões de acessibilidade relacionadas à renda e à pobreza (Blanco *et al*., 2014; Vecchio *et al*., 2022). Por outro lado, estudos baseados na abordagem centrada no indivíduo têm analisado as características das viagens em termos de desigualdades baseadas em gênero, educação ou condições de deficiência (Cataldi, 2018). As temáticas discutidas incluem acessibilidade universal, segurança, utilização e avaliação da qualidade dos transportes públicos, espaços públicos e acessibilidade econômica (Azevedo *et al*., 2021).

Afora o debate sobre a acessibilidade, cabe, ainda, uma reflexão fundamentada em evidências empíricas robustas sobre o impacto das mudanças na estrutura demográfica nacional e internacional, que atualmente impõem novas condições e desafios à mobilidade

da população no espaço. Consequência inevitável da tendência geral de declínio da fecundidade, o processo de envelhecimento populacional foi considerado até os anos 1980 um fenômeno próprio dos países desenvolvidos, que passou a incorporar rapidamente boa parte do resto da população mundial. Nos próximos 50 anos a proporção de idosos no que hoje se considera o Terceiro Mundo será a mesma que a residente na Europa Ocidental em 2000. Os avanços que porventura forem obtidos pela população mundial, quanto ao declínio da mortalidade, terão, necessariamente, de se concentrar nas idades consideradas avançadas, o que levaria ao aumento significativo da longevidade entre os idosos (Carvalho, 2005). No caso brasileiro essa realidade não parece distinta. Ademais, de acordo com as Projeções da População (IBGE, 2018), o processo de envelhecimento da população brasileira tende a se aprofundar, dado que o percentual de idosos passará para 20% em 2030 e, 37% em 2060, representando um incremento anual de 1,71%. Em relação à projeção para o estado mineiro, é previsto um aumento ainda mais significativo. Em 2030, a população idosa representará 23% da população total e, em 2060, 42%, caracterizando um incremento anual de 2,22%. Nesse sentido, tornam-se relevantes os estudos que orientem e viabilizem políticas públicas para uma melhor qualidade de vida nessa fase da vida, incluindo-se acessibilidade e mobilidades espaciais.

O envelhecimento da população traz consigo desafios específicos, como aqueles decorrentes de limitações físicas e financeiras, que impactam diretamente a autonomia e a capacidade de locomoção dos idosos. Ao investigar as questões de acessibilidade relacionadas ao transporte público/coletivo nas principais metrópoles do país os desafios são enormes. No caso de Belo Horizonte, cujo sistema de transporte público/coletivo é praticamente restrito ao modo ônibus, vários obstáculos precisam necessariamente ser enfrentados para garantir um acesso mais efetivo da população idosa, como aqueles que envolvem a inadequação de parte importante da frota, a oferta reduzida de linhas e do quadro horários, notadamente nas áreas periféricas, e a baixa densidade e a precariedade dos abrigos dos pontos de embarque e desembarque.

No caso específico da população idosa, o acesso aos equipamentos de saúde é particularmente relevante. Dada a maior frequência de uso do sistema de saúde, seja pelo serviço de menor complexidade, como nos postos de saúde, ou pela rede hospitalar, o acesso público é essencial, notadamente em áreas em que a população é mais dependente do transporte público. Mesmo que exista a concentração desses equipamentos de maior complexidade devido a aspectos inerentes a esse tipo de serviço, sua oferta requer a existência de um sistema de transporte eficiente, de modo a minimizar os efeitos negativos de um baixo padrão de acessibilidade. Contudo, é possível desenvolver estratégias mais eficazes para promover deslocamentos mais inclusivos e criar possibilidades para que os idosos possam desfrutar plenamente dos benefícios oferecidos pelos espaços urbanos.

3 RECORTES/UNIDADES DE ANÁLISE, BASES DE DADOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tendo em vista que a rede de transporte público de Belo Horizonte é essencialmente atrelada ao ônibus, este foi o modal de transporte adotado para avaliação da acessibilidade dos idosos residentes no município aos hospitais que atendem ao critério de ter pronto atendimento ou pronto-socorro, enquanto a unidade espacial básica selecionada foi a de Campos. Como descrito por Lessa e outros (2019), os Campos compreendem agregações de Áreas Homogêneas (AH - menor nível de desagregação espacial utilizado nas ODs). São unidades espaciais adequadas para se estabelecer amostras mínimas das condições sociais e

econômicas locais, que, em geral, coincidem com o recorte de bairros ou pequenos grupos de bairros, tornando mais acessível a gestão da informação. Em Belo Horizonte, na Pesquisa OD/RMBH de 2012 foram discriminados um total de 120 Campos[1], distribuídos nas nove Regionais Administrativas: Barreiro, Oeste, Centro-Sul, Noroeste, Leste; Pampulha, Nordeste; Norte e Venda Nova (Lessa *et al*., 2019).

Para avaliação da acessibilidade aos hospitais com uso de ônibus, fez-se o cálculo da distância em quilômetros e do tempo gasto em minutos nos percursos entre os centroides geométricos dos Campos e os hospitais selecionados. Ao final, foi gerada uma matriz com os registros dos tempos mínimos e distâncias mínimas entre os centroides e os hospitais às quartas-feiras, nos horários de 9:00h e 14:00h, de modo a tornar-se compatível com a pesquisa Origem-Destino realizada em 2012 (Minas Gerais, 2013). Para geração dessa matriz, foi desenvolvido um *script* (roteiro computacional) de Roteamento Geoespacial em linguagem *Python* para execução na aplicação *Google Colaboratory*. Na preparação do ambiente de desenvolvimento, foram instaladas as bibliotecas *googlemaps* e *geopandas* que promoveram a interação com a API (*Application Programming Interface)* do *Google Maps.*

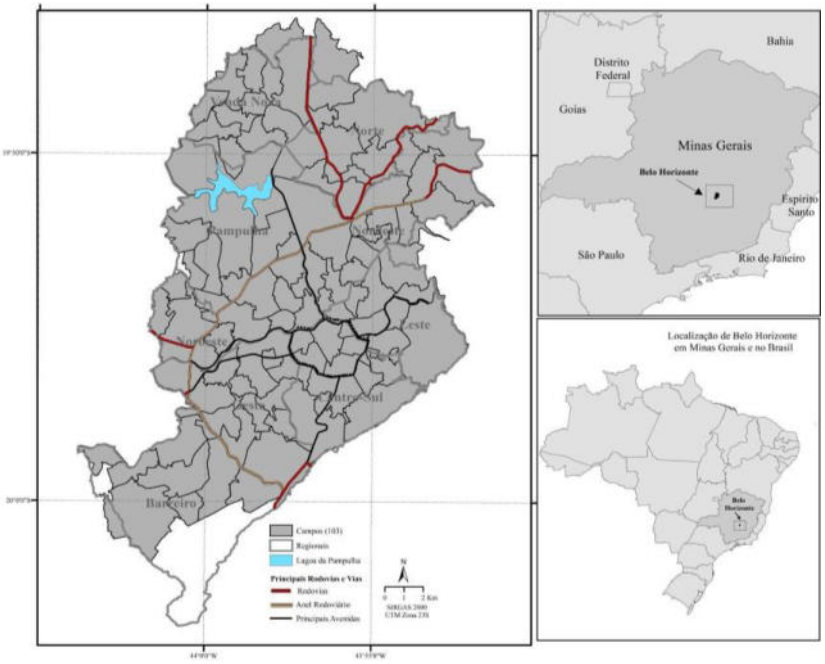


Figura 1: Recortes e unidades espaciais de análise, Belo Horizonte/MG/Brasil, 2024. Fonte: Pesquisa Origem e Destino 2012 (OD2012) e bases digitais do IBGE (2024).

No processo de execução, foi definida uma função denominada "obter_rota", que recebe como entrada a origem (centroide do Campo) e o destino (hospital) para obtenção da rota. Para uso dessa função foi necessária a inserção de uma chave de API do *Google Maps* que desse acesso a outra API, a *Directions*. Como resultado, foi gerada uma planilha contendo os resultados distribuídos em 122.571 linhas e nove colunas, sendo elas: dia da semana, coordenadas de origem, coordenadas de destino, distância total do trajeto, tempo de deslocamento, link para acesso ao Google Maps com cada rota planejada, nome do ponto de origem, nome do ponto de destino e horário de referência.

[1] Os campos utilizados neste trabalho, decorrentes dos projetos de pesquisa na qual são parte dos resultados, são Áreas Mínimas Comparáveis (AMCs), de modo a tornar compatível as unidades de análise das ODs de 2002 e 2012.

Para a análise quantitativa e cartográfica desses percursos, fez-se a média das distâncias mínimas, em quilômetros, registradas nos horários de 9:00h e 14:00h e lógica análoga foi realizada para determinação do tempo médio gasto, em minutos. Também foram construídas medidas complementares para análise da acessibilidade e que foram sintetizadas em um índice denominado Índice de Acessibilidade (IA). Para tanto, foram usados, além das medidas de tempo e distância descritas acima, dados da pesquisa Origem-Destino (Minas Gerais, 2013) agregados por Campos, tais como: número total de viagens de ônibus realizadas por idosos (TVO), número total de viagens de ônibus realizadas por idosos (TVOI), número total de viagens de ônibus realizadas por idosos para questões de saúde (TVOI_SA). Os estoques de população idosa foram extraídos do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE.

Dado que o número de idosos e o número de viagens por motivo de saúde variam de um Campo para outro, e, considerando a inexistência dessas viagens em algumas unidades espaciais, foi criado o Fator de Ponderação (FP). Esse fator foi obtido pela razão do número total de viagens de ônibus realizadas por idosos por questão de saúde pelo número total de viagens de ônibus realizadas por idosos, acrescido de uma unidade, ou seja:

$$FP = 1 + \frac{TVOI_SA}{TVOI} \quad (1)$$

Onde:

FP = Fator de ponderação
TVOI = número total de viagens de ônibus realizadas por idosos
TVOI_SA = número total de viagens de ônibus realizadas por idosos para questões de saúde

Por fim, foi obtido o Índice de Acessibilidade, dado pelo produto do tempo médio no percurso (TM) pelo Fator de Ponderação (FP). Trata-se de um indicador da pressão no sistema coletivo por ônibus, com base nas viagens de idosos com a finalidade de saúde.

$$IA = TM \times FP \quad (2)$$

Onde:
IA = Índice de Acessibilidade
TM = Tempo médio de percurso
FP = Fator de ponderação

Para facilitar a leitura, esse resultado foi reescalonado para o intervalo de 0 a 1, de tal forma que, quanto mais próximo da unidade estiver o Índice de Acessibilidade, melhores devem ser consideradas as condições de acesso aos hospitais selecionados e piores quanto mais próximo de zero este índice estiver. É importante observar que o Índice de Acessibilidade pode ser calculado adotando a variável Tempo Médio (TM) ou a variável Distância Média (DM), basta trocar TM por DM na equação. Ou seja, temos o Índice de Acessibilidade por Tempo e o Índice de Acessibilidade pela Distância. Com o intuito de analisar espacialmente os resultados do Índice de Acessibilidade e de algumas das medidas complementares, foram utilizadas representações cartográficas adotando o critério de quebras naturais para classificação dos dados, dando destaque às Regionais de Saúde do município de Belo Horizonte. As bases cartográficas desses equipamentos foram provenientes da seção *BHMap* do site da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Para estudo da associação entre algumas dessas variáveis, foram realizados estudos dos parâmetros de modelos de regressão global (OLS), em especial, pelo coeficiente de determinação.

4 A ACESSIBILIDADE AOS HOSPITAIS DE BELO HORIZONTE: ALGUMAS EVIDÊNCIAS RECENTES

No município de Belo Horizonte há uma expressiva desigualdade de acesso à rede de hospitais, utilizando o sistema de transporte público por ônibus. Os tempos para deslocamento até um hospital, por Campo, oscilam de 2 a 58 minutos em média. A média geral ficou em 20,8 minutos. Contudo, há uma significativa discrepância nesses valores quando se faz uma análise por Campo. A Figura 2, que representa o tempo médio de deslocamento de cada unidade territorial até o hospital mais próximo, calculado a partir do API do *Google Maps*, demonstra essa desigualdade. Conforme esperado, os Campos com menor Tempo Médio (TM) de deslocamento se encontram dentro do entorno da Área Central (AC) de Belo Horizonte, sendo eles: Barro Preto, Centro, Floresta, São Lucas, Savassi e Lourdes. Isto acontece devido à forte concentração dos hospitais nessa área. Nessa mesma lógica, à medida em que se afasta da AC, os TMs tendem a ficar maiores, pelo efeito da distância. Essa dinâmica pode ser identificada em seis Campos dentre as Regionais Barreiro, Noroeste, Pampulha, Norte e Nordeste, sendo eles: Olhos d'Água, Glória, Braúnas, Isidoro, Nordeste Aglomerado e Leste Aglomerado (Figura 2 e Figura A.1).

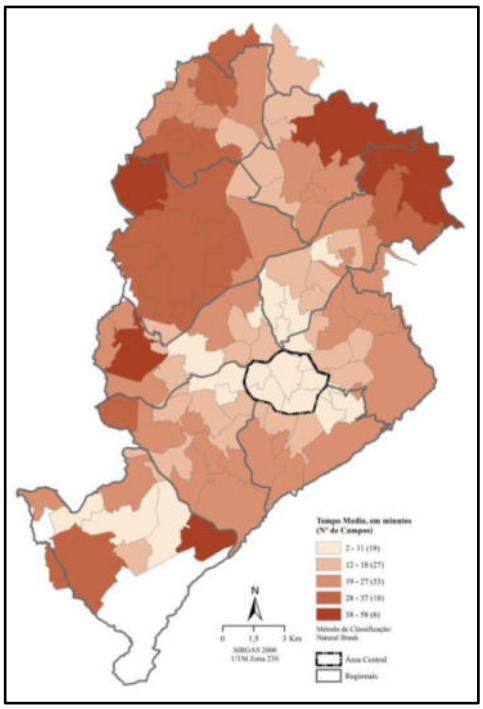


Figura 2: Tempo médio de deslocamento da população idosa, utilizando do sistema ônibus, até a unidade hospitalar mais próxima, nos Campos de Belo Horizonte/MG.

A Figura 3a representa, em valores absolutos, o volume de viagens identificadas na última Pesquisa OD, realizada em 2012, da qual se extraiu as informações de deslocamentos dos idosos utilizando o sistema coletivo por ônibus. Já a Figura 3b apresenta os valores da Razão de Ponderação (RP), dada pela razão do número total de viagens de ônibus realizadas por idosos por motivo saúde, pelo número total de viagens de ônibus realizadas por esse grupo. Diferentemente dos dados de TM, observa-se que não existe um padrão claro de concentração espacial, embora os Campos das regionais Centro Sul e Oeste apresentam menor volume de viagens. Isto acontece devido à maior concentração de renda nessas áreas, onde se utilizam comumente o transporte individual motorizado, ao passo que a população das regionais mais periféricas recorre com mais frequência ao sistema coletivo de ônibus. Ademais, é possível verificar que esses fluxos estão distribuídos preferencialmente no

entorno dos grandes eixos viários, onde se localizam os principais corredores do sistema da capital.

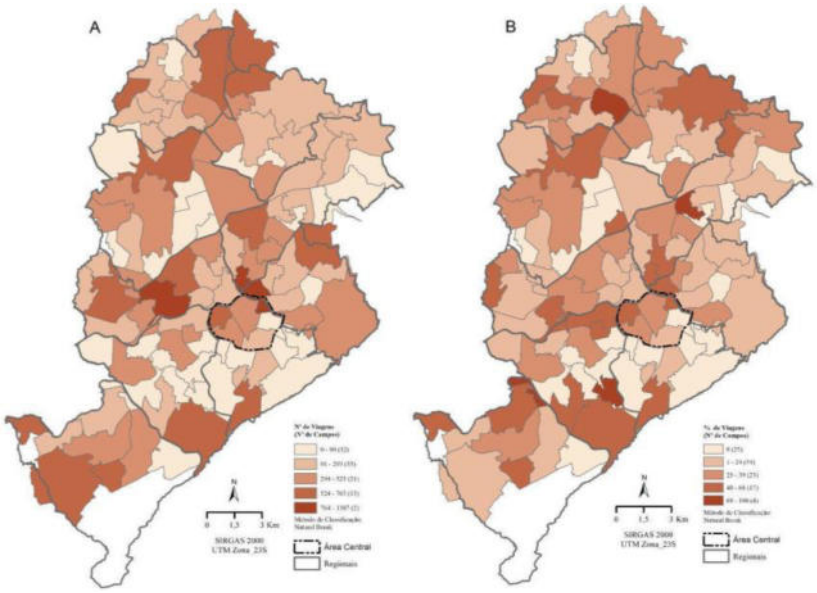


Figura 3: Número e percentual de viagens dos idosos com a finalidade saúde, de acordo com os Campos de origem em Belo Horizonte/MG.

A análise dos parâmetros de regressão global (OLS) entre as variáveis representadas nas Figura 2 e Figura 3b, indica que os valores de viagens dos idosos com a finalidade saúde (variável dependente) não são diretamente determinados pelo TM (variável independente). O fator de predição global dessa relação é extremamente baixo ($R^2 = 0{,}02$), conforme apresentado na Figura 4. Entende-se, portanto, que o efeito dos corredores exclusivos parece importante no que tange ao Tempo Médio dos deslocamentos, uma vez que o número de viagens não se revelou determinante para o tempo de viagem. Isto se justifica pelo aumento da capacidade do sistema coletivo por ônibus. Ainda, no que se refere à Figura 4, é possível notar quatro áreas no gráfico, sendo elas, Alto "TM" e Alto "Número de Viagens" (AA); Baixo "TM" e Baixo "Número de Viagens" (BB); Alto "TM" e Baixo "Número de Viagens" (AB); e Baixo "TM" e Alto "Número de Viagens" (BA). Na região AA do gráfico, se destaca o Campo Glória, que apresenta alto tempo médio de deslocamento e alta demanda do sistema. Neste e nos demais casos semelhantes, a necessidade de intervenção do poder público municipal se mostra importante, dados os elevados tempos de viagem e a alta pressão exercida pela efetiva utilização do transporte coletivo por ônibus em relação às médias de Belo Horizonte.

Por sua vez, a região BB apresenta um baixo uso do sistema e menores tempos de deslocamento. Nela, se destacam os Campos São Lucas e Serra, onde concentra um grupo populacional de alta renda média domiciliar. Estes utilizam mais comumente o transporte individual motorizado, corroborando os resultados encontrados. No sentido inverso, na região BA do gráfico, se destaca o Campo Padre Eustáquio. Este apresenta um valor de TM abaixo da média geral do município, mesmo mostrando uma alta pressão no sistema, representada pelo elevado fluxo de viagens de idosos com a finalidade saúde. Por fim, a área AB do gráfico tem como destaque os Campos Nordeste Aglomerado e Braúnas, duas regiões de vilas e favelas, caracterizadas por uma baixa demanda do sistema, considerando o grupo estudado, e maiores Tempos Médios de deslocamento.

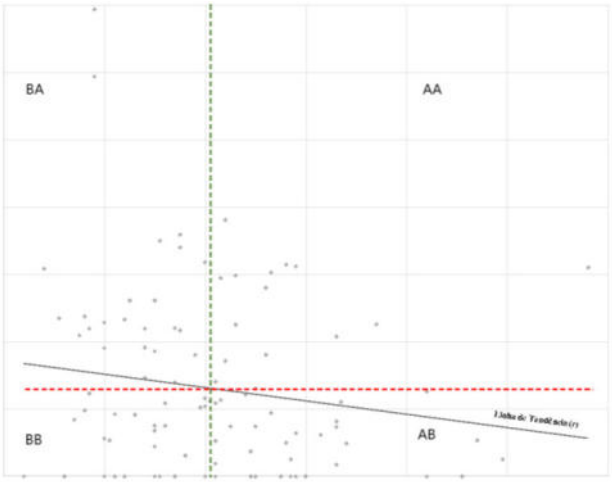


Figura 4: Distribuição das viagens dos idosos com a finalidade saúde e do tempo médio de deslocamento, de acordo com os Campos de origem em Belo Horizonte/MG.

Por fim, na Figura 5, é possível verificar a distribuição do Índice de Acessibilidade (IA), dado pelo reescalonamento do produto do Tempo Médio no percurso (TM) pelo Fator de Ponderação (FP) para o intervalo de 0 a 1. Nesse sentido, quanto mais próximo da unidade estiver o IA, melhores devem ser consideradas as condições de acesso aos hospitais selecionados (em azul escuro no cartograma) e, piores, quanto mais próximo de zero este índice estiver (em laranja escuro no cartograma). Os resultados obtidos não se diferem significativamente daqueles encontrados para o TM (Figura 2), uma vez que essa variável é preponderante na construção do IA. Nota-se, porém, que no Campo Venda Nova essa tendência mudou. Mesmo apresentando baixo TM, no resultado final do IA, este ficou na segunda pior classificação do índice, que pode ser explicado pela grande pressão exercida pela efetiva adesão dos idosos ao sistema coletivo de ônibus nesse Campo.

Nesse sentido, os Campos com maior IA se encontram dentro do entorno da Área Central (AC) de Belo Horizonte, sendo eles: Barro Preto, Centro, Floresta, São Lucas, Savassi e Lourdes. Cabe destaque, na Regional Barreiro, ao Campo Bonsucesso, onde se localizam dois importantes hospitais com serviço de pronto-atendimento, além de Tirol e Santa Helena, onde se localiza a Estação Diamante, uma das seis estações de integração da capital. Por outro lado, foram identificados dez Campos com baixa acessibilidade aos hospitais da capital nas Regionais Barreiro, Oeste, Noroeste, Pampulha, Venda Nova, Norte e Nordeste. Os Campos são: Olhos d'Água, Mansões, Glória, Serrano, Ouro Preto-Engenheiro Nogueira, Braúnas, Leblon, Rio Branco, Isidoro e Nordeste Aglomerado (Figura 5 e Figura A.1). Nestes, a necessidade de intervenção do poder público municipal se mostra importante, dados os baixos valores de acessibilidade dos idosos aos Hospitais de Belo Horizonte.

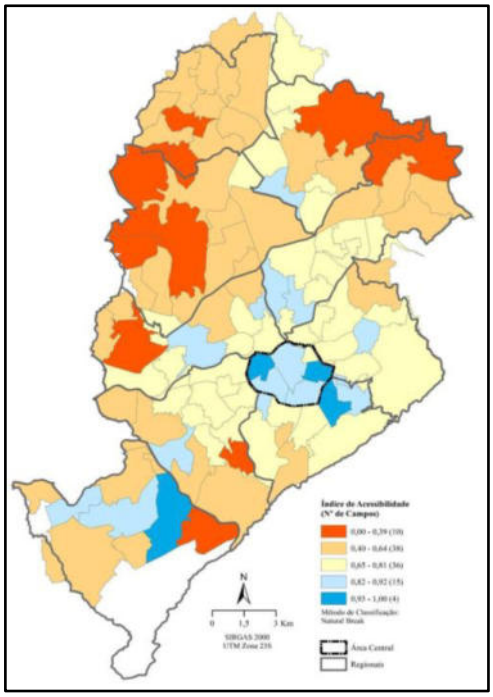


Figura 5: Índice de acessibilidade da população idosa à unidade hospitalar, conforme os Campos de origem em Belo Horizonte/MG.

5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

A acessibilidade, considerada genericamente como a capacidade de se alcançar destinos desejados ou necessários, dadas a forma de organização e estrutura do espaço urbano na atualidade, possui considerável dependência dos meios de transporte, sejam eles públicos ou privados. Em uma realidade como a de Belo Horizonte, que, a exemplo das demais metrópoles brasileiras, é caracterizada por um padrão de urbanização típico dos países periféricos, cujas condições de acessibilidade servem como combustível para a permanência dos atuais níveis de desigualdade social e econômica, a questão da acessibilidade se torna ainda mais relevante. A escolha do ônibus praticamente como o único modo de transporte de massa, em uma metrópole com quase 2,5 milhões de habitantes, tem se revelado cada vez mais inadequada. Dentre os efeitos dessa opção, merecem destaque os crescentes congestionamentos que, recorrentemente, prejudicam a mobilidade urbana, especialmente para os grupos sociais de menor poder aquisitivo.

Os resultados, de modo geral, sugerem um elevado nível de desigualdade no tempo de acesso aos hospitais, cujos valores mais baixos foram observados em boa parte dos Campos da Regional Pampulha e na porção norte do município (Regionais Norte e Nordeste). Quando esses indicadores de tempo de deslocamento são confrontados com o uso efetivo do sistema, medido pelo volume de viagens da população idosa com a finalidade de saúde, o padrão de concentração torna-se ainda mais evidente, a exceção de um conjunto pouco extenso de Campos, normalmente localizados ao longo dos principais eixos viários da cidade.

Ainda que as bases utilizadas nesse trabalho tenham considerável defasagem de tempo, dada a indisponibilidade de uso de dados mais recentes (OD2022 e Censo Demográfico de 2022); que os serviços de saúde envolvam outros tipos de equipamentos de menor porte (centros e postos de saúde); e que parte da população idosa se desloque por meios individuais, como pelo transporte motorizado para acessar os hospitais; os indicadores aqui expostos podem ser extremamente úteis à gestão e planejamento da mobilidade urbana. Podem, ainda, servir

de referência na elaboração de políticas públicas na busca por superar os desafios que se apresentam, sobretudo para a população idosa, que tem crescido consideravelmente nos grandes centros urbanos do país. Os resultados apresentados podem subsidiar a discussão sobre instrumentos eficazes para ajustes no modelo de mobilidade urbana, sobretudo por permitir identificar áreas com menor acesso ao sistema hospitalar da capital, tornando o sistema cada vez mais justo e menos desigual.

6 REFERÊNCIAS

Azevedo, G. A., Sampaio, R. R., Filho, A. S. N., Moret, M. A., & Murari, T. B. (2021) Sustainable urban mobility analysis for elderly and disabled people in São Paulo. **Scientific reports**, 11(1), 791.

Banister, D., & Bowling, A. (2004) Quality of life for the elderly: The transport dimension. **Transport policy**, 11(2), 105–115.

Ben-Akiva, M., Lerman, S. R. (1985) **Discrete Choice Analysis**. Cambridge: MIT Press, 390p.

Blanco, P. H. M., Castilho, M. M., Blanco, T. H. M., e Cortez, L. E. R. (2014) Mobilidade Urbana no Contexto do Idoso. **Revista Cesumar - *Ciências Humanas e Sociais Aplicadas***, 19 (1).

Burns, L. D. (1979) **Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility**. Lexington: Lexington Books. 152p.

Cardoso, L. (2007) Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Tese (Doutorado em Organização do Espaço do Programa de Doutorado do Instituto de Geociências) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte.

Carvalho, J. A. M., e Garcia, R. A. (2003) The aging process in the Brazilian population: a demographic approach. **Cadernos de Saúde Pública / Ministério Da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública,** *19*(3), 725–733.

Carvalho, J. A. M. (2005) Mais velho, Brasil quer ser mais cidadão. **Revista Diversa UFMG**, Belo Horizonte, n.8, p. 44-45.

Cataldi, M. (2018). ¿ Cómo viajan las mujeres y hombres mayores? Envejecimiento, género y movilidad. **Ts. Territorios. *Revista De Trabajo Social***, 2, 83–101.

Dalvi, M. Q., Martin, K. M. (1976) The measurement of accessibility: Some preliminary results. **Transportation**, v. 5, p. 17-42.

Dickerson A. E., Molnar L. J., Bédard, M., Eby D. W., Berg-Weger, M., Choi, M., Grigg, J., Horowitz, A., Meuser, T., Myers, A., O'Connor, M., Silverstein, N.M. (2019) Transportation and Aging: An Updated Research Agenda to Advance Safe Mobility among Older Adults Transitioning From Driving to Non-driving. **Gerontologist**. Mar 14;59(2):215-221.

Freitas, M. C. de, Queiroz, T. A., e Sousa, J. A. V. de. (2010) O significado da velhice e da experiência de envelhecer para os idosos. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, 44(2), 407–412. https://doi.org/10.1590/S0080-62342010000200024

Guida, C., Carpentieri G., Masoumi H. Measuring spatial accessibility to urban services for older adults: an application to healthcare facilities in Milan. (2022) **European Transport Research Review**;14(1):23.

Handy, S. (2005) Planning for accessibility - in theory and in practice. In: LEVINSON, D. M.; KRIZEK, K. J. (eds.) **Access to Destinations**. Oxford: Elsevier, p. 131-147

Hansen, W. (1959) How accessibility shapes land use. **Journal of the American Institute of Planners**. 25 (2), 73–76.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Projeção da população. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Lessa, D. A.; Lobo, C.; Cardoso, L. (2019) Accessibility and urban mobility by bus in Belo Horizonte/Minas Gerais – Brazil. **Journal of Transport Geography**, v. 77, p. 1-10.

Middleton, J., e Spinney, J. (2019) 'Social inclusion, accessibility and emotional work'. I: Docherty, I. e Shaw, J. (eds), **Transport Matters**, Bristol: Policy Press, p. 83-140.

Minas Gerais. Secretaria Extraordinária de Gestão Metropolitana - Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. (2013) Pesquisa Origem e Destino 2011-2012 - Relatório Final. Belo Horizonte, 565p.

Morris, J. M.; Dumble, P. L.; Wigan, M. R. (1979) Accessibility indicators for transport planning. **Transportation Research Part A: General**, v. 13, n. 2, p. 91-109.

Pereira, R. H. M. Schwanen, T. e David Banister (2016) Distributive justice and equity in transportation, **Transport Reviews**, 37(2): 1-22.

Van Wee, B., Geurs, K. (2011) Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. **European Transport Research Review**, v. 11, n. 4, p. 350-367.

Vecchio, G., Tiznado-Aitken, I., Castillo, B., & Steiniger, S. (2022) Fair transport policies for older people: Accessibility and affordability of public transport in Santiago, Chile. **Transportation**, 1–27.

Vickerman, R. W. (1974) Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility**. Environment and Planning A: Economy and Space**, v. 6, n. 6, p. 675-691.

Vulevic, A. (2016) Accessibility concepts and indicators in transportation strategic planning issues: theoretical framework and literature review. **Logistics & Sustainable Transport**, v. 7, n. 1, p. 58–67.

WHO (2015) Measuring the age-friendliness of cities. *A guide to using core indicators*. Genebra: World Health Organization. 128 p.

ANÁLISE DAS VELOCIDADES DE TRAVESSIA SEGUINDO AS ESPECIFICIDADES DAS PESSOAS IDOSAS: UM ESTUDO DE CASO PARA BELO HORIZONTE (MINAS GERAIS, BRASIL)

E. L. Borges, A. L. R. S. Santos, E. F. Oliveira, M. V. P. Silva, N. M. Vieira, L. Cardoso, D. A. Lessa e J. E. Bessa

RESUMO

Na última década, Belo Horizonte (Minas Gerais/Brasil) testemunhou uma redução nos sinistros de trânsito, incluindo atropelamentos. Em 2022, foram registradas 15.283 vítimas de sinistros, sendo 1.277 atropelamentos, com 40 resultando em mortes, 24,3% das quais eram idosos, segundo a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTrans) (2022). Nesse contexto, faz-se necessário buscar soluções para minimizar os riscos de situações do tipo, especialmente considerando as necessidades dos grupos mais vulneráveis, como a população idosa. Para tanto, o estudo objetiva analisar as velocidades necessárias para a travessia de pedestres idosos na Área Hospitalar (região de maior relevância ao grupo etário) e comparar os tempos semafóricos praticados e os ideais para atendimento do público-alvo. Das 121 travessias estudadas, 58% permitiram uma travessia segura, enquanto 42% não ofereceram tempo suficiente. Assim, são necessárias políticas urbanas que garantam a segurança dos pedestres, promovendo um ambiente inclusivo e igualitário.

1 INTRODUÇÃO

O padrão de mobilidade da população brasileira passou por grandes modificações desde o início do século XX, em consequência, especialmente, da aplicação de vertentes do planejamento urbano modernista nas cidades (Carvalho, 2016). Dentre os princípios desse modelo de planejamento, destaca-se o alargamento das vias e o espraiamento urbano, que corroboraram com o uso cada vez mais intenso do modo de transporte motorizado individual, aumentando a exposição dos pedestres ao risco em travessias (pelas extensões significativas e alto fluxo veicular) e impactando a realização dos deslocamentos a pé (Carvalho, 2018). Em suma, as transformações contribuíram para a deterioração das condições de mobilidade da população dos grandes centros urbanos, de modo que, realizar deslocamentos a pé assumiu uma espécie de caráter de exceção, como se o caminhar não fizesse parte da lógica natural humana (Vasconcellos, 2016).

Esse cenário de desvalorização dos espaços de circulação de pessoas tornou-se tema de diversos estudos no âmbito acadêmico. Focados na cidade de Belo Horizonte (Minas Gerais), local de análise do presente artigo, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Carvalho (2018), Barros (2018) e Freitas *et al*. (2019), que propuseram instrumentos de diagnósticos acerca da caminhabilidade e/ou verificaram o quão convidativos os ambientes urbanos eram para o caminhar. Gualberto e Barbosa (2016) também dedicaram esforços em prol dos pedestres da capital mineira, mas voltaram seu olhar às travessias, que,

conforme já mencionado, são locais que podem gerar grandes conflitos entre aqueles que se deslocam por modos ativos e motorizados. Outra importante contribuição de Gualberto e demais autores foi publicada no ano de 2017, envolvendo pedestres com mobilidade reduzida e pessoas idosas. O propósito de Gualberto *et al*. (2017) foi comparar as velocidades desenvolvidas por esses pedestres com os padrões de velocidade utilizados para a programação semafórica e alguns dos cenários foram identificados como insatisfatórios.

Os resultados encontrados por Gualberto *et al*. (2017) são ainda mais pertinentes e preocupantes frente ao cenário de envelhecimento populacional, que já era uma realidade na época, mas que vêm se tornando cada vez mais presentes. Para trazer um panorama geral acerca dessa tendência reconhecida como fenômeno mundial, cabe salientar os dados da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (2023), que apontam que o percentual de pessoas idosas será de 12% em 2030, o que corresponde a cerca de 1,4 bilhão e 16% em 2050. No Brasil, o censo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao ano de 2022 comprova o crescimento percentual da faixa etária dedicada aos indivíduos com idades entre 60 anos ou mais, passando de 10,8% em 2010, para 15,6% em 2022, representando um aumento de 56% (IBGE, 2022).

Ainda, pode-se estabelecer uma correlação entre as informações divulgadas para Belo Horizonte pela Empresa de Transporte e Trânsito do município, a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTrans), no ano de 2021, a partir das quais nota-se que 24,3% (9 de 37) das vítimas fatais de atropelamento em sinistros de trânsito eram pessoas idosas que se deslocavam a pé pela cidade (BHTrans, 2022). É importante deixar claro que não pode-se afirmar que todos os atropelamentos mencionados ocorreram enquanto os pedestres realizavam travessias, mas mesmo havendo um caso, medidas devem ser tomadas para evitar ocorrências similares futuramente.

Assim, viu-se como oportuno e necessário retomar a abordagem do assunto tratado por Gualberto. Para tal, estabeleceu-se como objetivo principal deste estudo: analisar as velocidades necessárias para a travessia de pedestres idosos em Belo Horizonte. Como objetivo complementar, busca-se realizar uma análise comparativa entre os tempos semafóricos praticados e os tempos ideais para atendimento do público-alvo. Vale reiterar que, somado às justificativas já explicitadas, o presente artigo se sustenta perante a afirmação de Carvalho e Costa (2019), os quais enfatizam que as cidades devem proporcionar espaços que acolham e minimizem os impactos naturais do envelhecimento, para que, além da população idosa crescer em quantidade, ela tenha qualidade de vida.

Ademais, o Estatuto do Idoso (Lei Nº 10.741/2003), posteriormente nomeado como Estatuto da Pessoa Idosa (Lei Nº 14.423/2022), estabelece como princípio o amparo às pessoas com idades a partir de 60 anos, determinando maneiras de assegurar o direito à cidade, no que se refere aos deslocamentos seguros (Brasil, 2003; Brasil, 2022). Com respaldo em legislações e normas, busca-se no tópico seguinte, elencar informações que sejam pertinentes para compreender as especificidades dessa parcela populacional e, assim, promover uma cidade acessível e de qualidade, em que os deslocamentos a pé (principalmente nos momentos das travessias) possam ser realizados com segurança e conforto.

2 AS ESPECIFICIDADES DA POPULAÇÃO IDOSA

2.1 Alterações funcionais do corpo humano que ocorrem com o processo de envelhecimento e os impactos no caminhar

Para subsidiar as colocações acerca da velocidade necessária para que as pessoas idosas possam realizar travessias de forma segura, torna-se importante compreender as alterações funcionais do corpo humano que ocorrem com o processo de envelhecimento (Paléo Netto, 2002). Lima (2018) traduz algumas dessas alterações e pauta, em primeira instância, a redução da acuidade visual, que acarreta dificuldade para focar e enxergar. No meio urbano, essa questão pode vir a implicar na dificuldade e na identificação dos perigos e, com isso, aumentar o risco de quedas (Cleaver *et al*., 2009).

Nesse mesmo segmento Cleaver *et al*. (2009) apontam a perda de sensibilidade ou surgimento de deformidades nos pés, que comprometem o caminhar e o modo de pisar e descarregar o peso do corpo, ocasionando desequilíbrio. Ademais, são pontuadas as doenças crônicas, dentre as quais destaca-se a osteoporose, isto é, o enfraquecimento dos ossos, bem como, a perda da densidade óssea e os desgastes articulares (acentuados a partir dos 70 anos) (Silva *et al*., 2007). Tais ocorrências afetam a autonomia dos deslocamentos das pessoas idosas e contribuem para um caminhamento mais lento em relação às pessoas de demais faixas etárias que não apresentam mobilidade reduzida (com exceção das crianças). Destaca-se que as especificações serão abordadas com mais afinco posteriormente.

Retomando ao que foi pontuado acerca das crianças (classificadas como pessoas de idade inferior a 12 anos), vale pontuar que há especificidades desse público que são comuns às pessoas idosas, como a baixa percepção de risco e principalmente, o tempo de reação lento (Lima, 2018). Essas características podem implicar consideravelmente nos momentos de conflito que podem vir a surgir entre essas pessoas enquanto pedestres com os modos de transportes motorizados, principalmente nos momentos das travessias (*National Association of City Transportation Official* - NACTO, 2022).

À vista de algumas das alterações funcionais que ocorrem no corpo humano, nota-se a relevância de espaços urbanos que estejam de fato preparados às pessoas idosas, podendo também auxiliar demais pessoas que não pertençam (ainda) a este grupo. É importante ainda, explicitar que os obstáculos, desníveis e pavimentações irregulares – muito comuns nas infraestruturas pedonais, assim como a precariedade das sinalizações horizontais, verticais e semafóricas das travessias e dos rebaixamentos de calçada (quando existem) podem ser ainda mais graves para a fluidez dos deslocamentos a pé das pessoas idosas, uma vez que podem ser fatais, e mesmo em casos de menor gravidade, a reabilitação é demorada (Lima, 2018).

2.2 Velocidades para a travessia segura considerando as especificidades das pessoas idosas

A Associação Brasileira de Pedestres (ABRASPE), a *Federal Highway Administration* (FHWA) e o Manual de Sinalização Semafórica do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) estabeleceram que a velocidade ideal para a travessia de pedestres seria de 1,2 m/s - valor comumente aceito em diversas legislações e praticadas em diferentes cidades do mundo (ABRASPE, 1999; FHWA, 2003; CONTRAN, 2014b). A exemplo, cita-se as cidades da Inglaterra, Irlanda, África do Sul e Estados Unidos. No Brasil, tem-se

como exemplo a cidade de São Paulo, com a Companhia Paulista de Engenharia de Trânsito (CET-SP), que calcula o tempo de travessia considerando que o pedestre caminha a 1,2 m/s, seguindo padrões internacionais (Duim *et al*., 2017).

Todavia, para maior segurança, o *Institute of Transportation Engineers* (ITE,1999), determinou que a velocidade mais adequada seria de 0,91 a 0,99 m/s, uma vez que as velocidades de caminhamento das pessoas variam a depender da idade e/ou condição de mobilidade. Sob essa realidade, Gualberto e Barbora (2016) desenvolveram um estudo na cidade de Belo Horizonte, mais especificamente na Área Central e no entorno da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que se afigura como um dos principais Polos Geradores de Viagens fora da região central da cidade, com o objetivo de identificar as velocidades dos indivíduos nas travessias e compará-las com os parâmetros de velocidade necessária para a travessia no tempo disponibilizado pela programação semafórica.

No que tange às pessoas idosas (classificadas com faixa etária acima de 65 anos), foram encontrados os valores de velocidade média de 1,07 m/s e velocidades que representam os percentis 85 e 15 de 1,46 e 0,93, na ordem. Com esses resultados, estimou-se que 85% das pessoas idosas realizavam as travessias com velocidade acima de 0,9 m/s. Essa afirmação também se aplicou à população com mobilidade reduzida, com velocidades de 1,01 m/s e 1,54 m/s nos percentis 15 e 85, respectivamente. Por outro lado, os valores de velocidades mínimas de 0,47 m/s e 0,43 m/s apurados para os grupos de pessoas idosas e com mobilidade reduzida, na ordem, apontaram para a necessidade da observância do previsto na Norma Técnica Brasileira (NBR) 9050/2020 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2020), na qual o tempo de travessia de pedestres deve estar adequado à marcha de pessoas com mobilidade reduzida de 0,4 m/s, de forma a atender os pedestres mais lentos avaliados.

Esses resultados de Gualberto e Barbosa (2016) foram pertinentes para que a BHTrans, responsável pela gestão do sistema viário municipal, realizasse uma nova pesquisa no ano de 2018. A partir deste estudo, como alternativa para garantir uma maior segurança aos pedestres, a empresa passou a adotar a velocidade de 0,9 m/s (velocidade média sugerida na pesquisa) para a programação dos tempos destinados à travessia de pedestres nos semáforos. Outra medida que foi, e vem sendo aplicada, de forma gradual, pauta-se na redução dos ciclos semafóricos de 120 para 90 s, para aumentar as oportunidades do pedestre na realização das travessias. Seguindo os argumentos de José Carlos Mendanha, diretor de Sistema Viário da BHTrans, em entrevista a Fórneas (2019), no ciclo de 120 s o pedestre tem 30 oportunidades de travessia, ao passo que, no de 90 s são 40 oportunidades, considerando o período de 60 min, o pedestre passa a ter um tempo de espera menor.

Conforme destacado, com a ação da BHTrans de reduzir a velocidade para 0,9 m/s 85% das pessoas idosas passaram a ser atendidas, mas aquelas que deslocavam-se com velocidades inferiores não tiveram o mesmo ganho. Perante a NBR 9050 de 2020, a possibilidade de uma travessia segura deve ser para todos, todavia, diante da dinamicidade das cidades, que compreende o fluxo constante de modos de transportes motorizados (sejam eles públicos ou privados, coletivos ou individuais), o próprio manual prevê que a adoção de 0,4 m/s pode ser considerada apenas em locais utilizados sistematicamente pelo público que desloca-se mais lentamente (ABNT, 2020). Como exemplo de local que recebe diariamente uma quantidade significativa de pessoas que apresentam algum tipo de mobilidade reduzida temporária ou permanente, cita-se a Área Hospitalar de Belo Horizonte, que foi estudada por Gualberto *et al*. (2017).

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos a serem empregados para a consolidação deste artigo estão apresentados, em forma de fluxograma, na Figura 1. Em síntese, trata-se da identificação da velocidade estabelecida como ideal pela NBR 9050/2020 (conforme já apresentado acima); a definição da área de estudo, que será abordada posteriormente; a busca de informações referentes às distâncias, tempos e consequentes velocidades necessárias a serem atingidas pelos pedestres nas travessias semaforizadas da capital mineira (obtidas junto à BHTrans). Como passo seguinte, tem-se o cálculo da velocidade real necessária para vencer as travessias, realizado com os dados cedidos da BHTrans para posterior comparação com a velocidade ideal, cálculo do tempo semafórico a ser acrescido e ajustes na programação semafórica em interseções consideradas viáveis sem impacto na fluidez do tráfego. Os detalhamentos de cada uma das etapas mencionadas serão abordados a seguir.

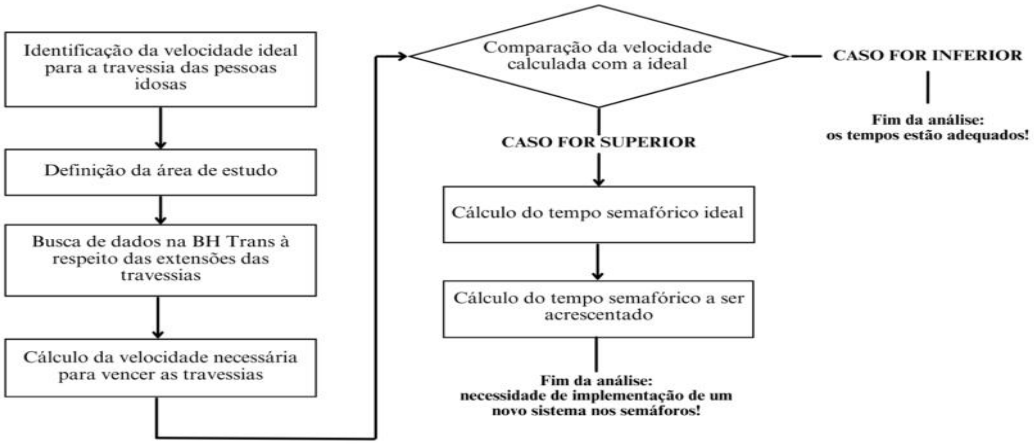


Fig. 1 Fluxograma

3.1 Descrição da área de estudo

Diante da vasta extensão territorial do município (331,354 km²), buscou-se focar a análise em uma região de maior relevância às pessoas idosas e que possuísse uma maior variabilidade de pedestres que também praticam velocidades inferiores à velocidade necessária para uma travessia segura (IBGE, 2022). Seguindo esses princípios, o local escolhido para a análise foi a Área Hospitalar, localizada no bairro Santa Efigênia, um dos mais antigos de Belo Horizonte. Na Figura 2, destaca-se em vermelho a delimitação do bairro Santa Efigênia, em amarelo a Avenida do Contorno, em azul a área em estudo e a localização da Paróquia de Santa Efigênia, a padroeira dos militares, que dá nome ao bairro.

Reitera-se que Área Hospitalar é um nome popular, reflexo da grande concentração de hospitais importantes da capital mineira, tais como: o Hospital Santa Casa de Misericórdia, o Hospital das Clínicas da UFMG, o Hospital João XXIII, a Maternidade Otaviano Neves, o Hospital Infantil João Paulo II, o Hospital São Lucas, o Hospital Governador Israel Pinheiro da Previdência, dentre outros (Morais, 2019).

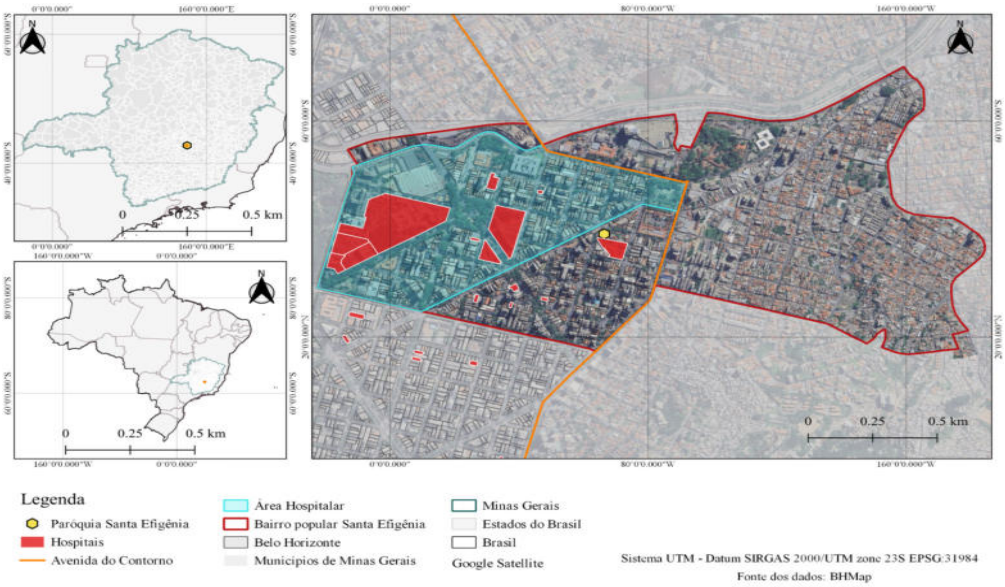


Fig. 2 Localização do bairro Santa Efigênia e ADE Hospitalar de Belo Horizonte

3.2 Coleta e análise dos dados

A relação dos 32 semáforos instalados na área de estudo (que totalizaram em 121 travessias de pedestres) foi obtida a partir de consulta à planilha em *Excel* nomeada Relação de Interseções Semaforizadas disponibilizada pela BHTrans, que contém o código, a descrição do local e as coordenadas geográficas de todos eles (Figura 3) (Belo Horizonte, 2023b). Os dados relativos à programação foram obtidos em consulta a 32 planilhas, sendo cada uma delas referente a um semáforo, as quais continham informações sobre os movimentos veiculares, as fases e ciclos semafóricos, tempos de verde, vermelho e amarelo. Essas planilhas apresentam programação com planos para diversas faixas horárias do dia. Para este estudo, foram considerados os tempos semafóricos do período das 5h30 às 9:30, que coincide com o pico do fluxo de veículos motorizados na área de estudo. Já para a identificação das extensões das travessias, consultou-se as informações do *shapefile* largura da via disponível no BHMap (Belo Horizonte, 2023a). Vale destacar que o *Google Earth* também foi utilizado para a averiguação da geometria atual das vias e dos movimentos veiculares.

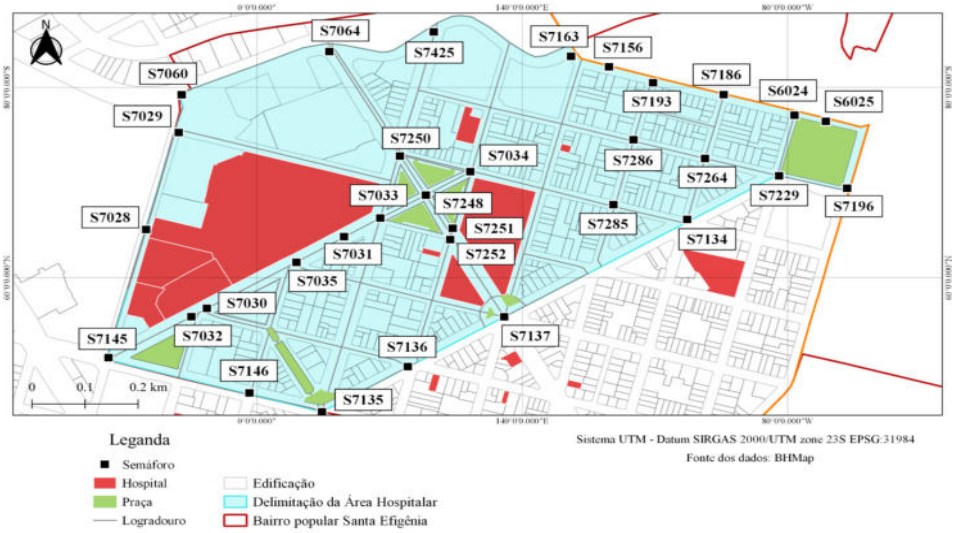


Fig. 3 Área de estudo com destaque aos hospitais e aos semáforos a serem analisados

Mediante a coleta dos dados, procedeu-se ao cálculo da velocidade de travessia (velocidade mínima necessária para o pedestre atravessar a via), a partir da aplicação da Equação 1. Calculada essa velocidade programada de cada travessia, partiu-se para a comparação entre as velocidades constatadas em cada um deles, à velocidade estabelecida como ideal, pensando especialmente nas pessoas idosas, de 0,4 m/s (ABNT, 2020). Àqueles que se mostraram incompatíveis com a realidade desse público, aplicou-se a Equação 2, com a finalidade de obter o tempo semafórico necessário para atingi-lo. Além disso, fez-se a aplicação da Equação 3, como forma de identificar o tempo semafórico que precisa ser acrescido para o alcance desse cenário considerado como ideal.

$$V_p\,[m/s] = \frac{E_t\,[s]}{T_t\,[s]} \tag{1}$$

Onde:
V_p : velocidade programada para a travessia de pedestres [m/s];
E_t: extensão da travessia [m];
$T_t\,[s]$: tempo de travessia (soma entre tempo de verde e vermelho piscante) [s].

$$Ts_i\,[s] = \frac{E_t\,[m]}{V_i\,[m/s]} \tag{2}$$

Onde:
Ts_i: tempo semafórico ideal $[s]$;
E_t: extensão da travessia $[m]$;
V_i: Velocidade estabelecida como ideal para a travessia de pessoas idosas $[m/s]$.

$$Ts_a\,[s] = Ts_i\,[s] - Ts_e\,[s] \tag{3}$$

Onde:
Ts_a: tempo semafórico a ser acrescentado$[s]$;
Ts_i: tempo semafórico ideal $[s]$;
Ts_r: tempo semafórico existente $[s]$.

4 RESULTADOS

Um total de 32 semáforos foram avaliados neste estudo, abrangendo 121 travessias de pedestres. Ao analisar os valores do cálculo inicial da velocidade de caminhada para realizar a travessia enquanto o semáforo para pedestres se encontra verde, verifica-se que 70 (58%) das travessias exigiam velocidade do pedestre inferior ou igual a 0,4 m/s, valor máximo definido na NBR 9050 (Tabela 1). Na Tabela 2 tem-se os dados da estatística básica para as velocidades de travessia ofertadas (média, desvio padrão, percentil 15, percentil 85, valores máximo e mínimo). A velocidade média encontrada foi de 0,38 m/s, e os valores mínimo e máximo obtidos foram 0,07 m/s e 0,86 m/s, respectivamente. Portanto, nenhuma travessia apresentou a necessidade de deslocamento em velocidade acima de 0,9 m/s, adotada pela BHTrans, e que atende a 85% dos idosos, segundo os parâmetros estabelecidos por Gualberto e Barbosa (2016).

Tabela 1 Travessias por semáforos que atendem à NBR 9050

N	Semáforo	Código	Denominação	Total de travessias	Travessias com Vt(*) ≤ 0,40 (m/s)	
					Número	%
1	S7033	S424-0	Alfredo Balena/Bernardo Monteiro	8	7	88%
2	S7137	S430-0	Brasil/Francisco Sales	8	5	63%
3	S7250	S420-0	Francisco Sales/Bernardo Monteiro	4	3	75%
4	S7251	S426-2	Francisco Sales/Ceará	3	2	67%
5	S7252	S426-1	Francisco Sales/Ceará - Santa Casa	2	-	0%
6	S7163	F301-0	Contorno/Andradas (Parrela)	7	5	71%
7	S7156	F360-2	Contorno (N° 2650)	2	-	0%
8	S7186	F337-0	Contorno/Grão Pará	3	2	67%
9	S7285	F339-0	Maranhão/Álvares Maciel	4	2	50%
10	S7193	F360-1	Contorno/Maranhão	3	-	0%
11	S6024	F363-1	Contorno/Manaus	3	1	33%
12	S6025	F363-2	Contorno/Ponta Porã	1	1	100%
13	S7196	F370-0	Contorno/Niquelina	4	2	50%
14	S7134	F371-0	Brasil/Álvares Maciel/Grão Pará	6	4	67%
15	S7229	F372-0	Domingos Vieira/Manaus	5	2	40%
16	S7286	F373-0	Maranhão/Domingos Vieira	4	2	50%
17	S7264	F376-0	Grão Pará/Domingos Vieira	4	2	50%
18	S7028	S317-0	Ezequiel Dias (Parque Municipal)	1	-	0%
19	S7029	S416-2	Ezequiel Dias/Al. Álvaro Celso	2	2	100%
20	S7030	S325-1	Alfredo Balena (Campus UFMG)	3	3	100%
21	S7031	S428-1	Alfredo Balena (Hospital Clínicas)	2	-	0%
22	S7032	S325-2	Alfredo Balena (HPS)	3	-	0%
23	S7034	S005-0	Alfredo Balena/Ceará	5	3	60%
24	S7035	S428-2	Alfredo Balena/ Dos Otoni	2	-	0%
25	S7060	S416-1	Andradas/Alameda Ezequiel Dias	4	4	100%
26	S7135	S802-0	Brasil/Carandaí/Bernardo Monteiro	7	4	57%
27	S7136	S801-0	Brasil/Ceará	3	2	67%
28	S7145	S329-0	Carandaí/Alfredo Balena/Pernambuco	5	4	80%
29	S7146	S803-2	Carandaí/Rio Grande do Norte	2	1	50%
30	S7248	S422-0	Francisco Sales/Alfredo Balena (Pça Hugo Werneck)	8	6	75%
31	S7425	TN22-0	Andradas/Bernardo Monteiro	2	1	50%
32	S7064	TN68-0	Andradas/Francisco Sales	1	-	0%
1	S7033	S424-0	Alfredo Balena/Bernardo Monteiro	8	7	88%
2	S7137	S430-0	Brasil/Francisco Sales	8	5	63%
			Total	**121**	**70**	**58%**

(*) Vt = Velocidade de travessia

Tabela 2 Estatística descritiva das velocidades de travessia

Nº de travessias	Velocidade média (m/s)	Desvio Padrão (m/s)	Percentil 15 (m/s)	Percentil 85 (m/s)	Velocidade mínima (m/s)	Velocidade Máxima (m/s)
121	0,38	0,21	0,18	0,67	0,07	0,86

Após ajustes nas programações semafóricas considerando os tempos de verde ideais para proporcionar velocidade máxima de caminhada de 0,4 m/s, 88 (73%) das travessias passaram a atender à NBR 9050. Inicialmente, 4 semáforos (13%) estavam com todas as travessias com velocidades de caminhada igual ou inferior a 0,4 m/s e após os ajustes nas programações semafóricas, 14 (44%) passaram a apresentar essa característica (Figura 4).

Contudo, 18 semáforos (56%) ainda possuem 33 travessias que não atendem à NBR 9050/2020, que representam 27% do total avaliado (Tabela 3).

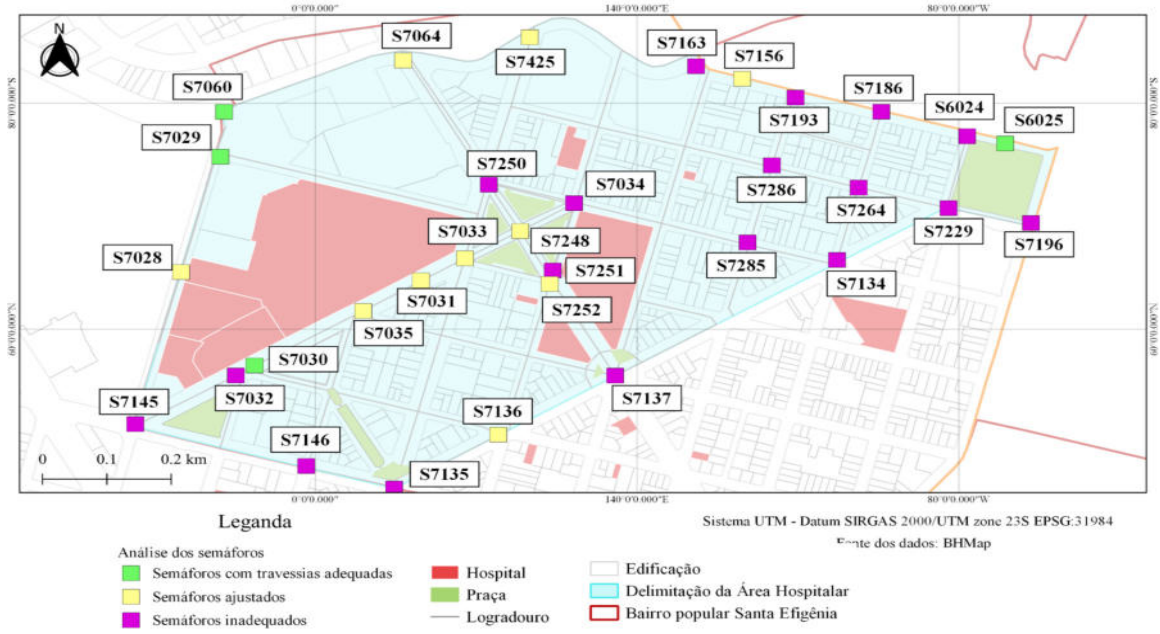


Fig. 4 Resultado da avaliação dos semáforos

Tabela 3 Semáforos com travessias inadequadas à NBR 9050 após a reprogramação

N	Semáforo	Código	Denominação	Total de travessias	Travessias com Vt(*) > 0,40 (m/s)	
					Número	%
1	S7137	S430-0	Brasil/Francisco Sales	8	3	38%
2	S7250	S420-0	Francisco Sales/Bernardo Monteiro	4	1	25%
3	S7251	S426-2	Francisco Sales/Ceará	3	1	33%
4	S7163	F301-0	Contorno/Andradas (Parrela)	7	2	29%
5	S7186	F337-0	Contorno/Grão Pará	3	1	33%
6	S7285	F339-0	Maranhão/Álvares Maciel	4	2	50%
7	S7193	F360-1	Contorno/Maranhão	3	3	100%
8	S6024	F363-1	Contorno/Manaus	3	1	33%
9	S7196	F370-0	Contorno/Niquelina	4	2	50%
10	S7134	F371-0	Brasil/Álvares Maciel/Grão Pará	6	1	17%
11	S7229	F372-0	Domingos Vieira/Manaus	5	3	60%
12	S7286	F373-0	Maranhão/Domingos Vieira	4	2	50%
13	S7264	F376-0	Grão Pará/Domingos Vieira	4	2	50%
14	S7032	S325-2	Alfredo Balena (HPS)	3	3	100%
15	S7034	S005-0	Alfredo Balena/Ceará	5	1	20%
16	S7135	S802-0	Brasil/Carandaí/Bernardo Monteiro	7	3	43%
17	S7145	S329-0	Carandaí/Alfredo Balena/Pernambuco	5	1	20%
18	S7146	S803-2	Carandaí/Rio Grande do Norte	2	1	50%
			Total	**111**	**33**	**41%**
			Total de travessias avaliadas	**121**		**27%**

(*) Vt = Velocidade de travessia

5 CONCLUSÕES

Com o estudo foi possível analisar o tempo necessário para garantir a velocidade ideal (0,4 m/s) para a travessia de pedestres idosos localizados na capital mineira. Dessa maneira, foi verificado que a maioria das travessias semaforizadas da área de estudo (Região Hospitalar), cerca de 58%, estão configuradas com tempos adequados, permitindo a velocidade de travessia de 0,4 m/s ou menos. Para as restantes, observou-se a necessidade de acréscimo no tempo semafórico em benefício do pedestre, já que a velocidade necessária para a travessia se encontra entre 0,41 m/s e 0,86 m/s (42%). É interessante ressaltar que não foram encontrados semáforos em que era necessário realizar a travessia em velocidade superior a 0,9 m/s, o que atesta a preocupação da BHTrans na travessia com a velocidade estipulada como ideal, segundo a empresa e os estudos realizados em 2018.

No que diz respeito aos semáforos da área de estudo, foi proposto aumento no tempo de verde para os pedestres para a conclusão do trajeto em tempo adequado. É bem verdade que esta medida poderá gerar congestionamentos e comprometer o desempenho operacional do transporte coletivo e o acesso dos serviços de emergência à Área Hospitalar. Diante dessa perspectiva, recomenda-se o desenvolvimento de estudos de viabilidade para implantação de semáforo acionado pelo pedestre, com tecnologia similar à adotada na cidade de Curitiba (Paraná). A capital paranaense implantou um sistema que prioriza a travessia de pessoas com mobilidade reduzida, através de uma botoeira acoplada ao semáforo, acionada pelos cartões especiais fornecidos pela Urbanização de Curitiba (URBS), que aumenta momentaneamente o tempo de verde da travessia, de forma a proporcionar mais segurança e reduzir a probabilidade de acidentes (Prefeitura Municipal de Curitiba - PMC, 2015).

Recomenda-se ainda, para trabalhos futuros, a aplicação da metodologia utilizada no presente estudo às demais áreas da capital mineira, bem como em outras cidades, para que as medidas aplicadas em prol das pessoas idosas se ampliem. Essa extensão da abordagem seria interessante para permitir futuras comparações entre as localidades. Também seria adequado avaliar a infraestrutura pedonal da Área Hospitalar como um todo, principalmente nos acessos às travessias em estudo, por ser considerada uma área de bastante movimentação dos pedestres, em especial a população idosa, que necessita de espaços adequados e acessíveis, relativos à circulação de forma segura e saudável.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES-Brasil pelo fomento à pesquisa, ao Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG e a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A - BHTrans pela disponibilidade de dados.

6 REFERÊNCIAS

ABNT (2020) NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 163 p.

ABRASPE (1999) Manual de Orientação do Pedestre. Associação Brasileira de Pedestres. São Paulo.

Barros, R M. (2018) Caminhabilidade em grandes centros urbanos: uma proposta metodológica para o município de Belo Horizonte (Minas Gerais). 151f. Monografia

(Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (Minas Gerais).

Belo Horizonte (2023a). Planilhas de Programação Semafórica de Belo Horizonte. BHTrans.

Belo Horizonte (2023b). Planilha Relação de Interseções Semaforizadas. BHTrans.

BHTrans (2022) Sinistros envolvendo pedestres idosos no município de Belo Horizonte - anos 2021. Relatório Técnico. Belo Horizonte: BHTrans.

Brasil (2003) Lei Nº 10.741, de 1° de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto da Pessoa Idosa e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil (2022) Lei Nº 14.423, de 22 de julho de 2022. Altera a Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003, para substituir, em toda a Lei, as expressões "idoso" e "idosos" pelas expressões "pessoa idosa" e "pessoas idosas", respectivamente. Brasília: Diário Oficial da União.

Carvalho, C. H. R (2016) Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil.

Carvalho, I. R. V. (2018) Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte. 201f. Dissertação (Mestrado) em Geotecnia e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Carvalho, J. D. S.; Costa, A. (2019). Caminhabilidade e acessibilidade urbana para a população idosa: uma análise em Campos dos Goytacazes-RJ. **Humanas Sociais & Aplicadas**, 9, 14-30.

Cleaver, S.; Hunter, D.; Ouellette‐Kuntz, H. (2009). Physical mobility limitations in adults with intellectual disabilities: a systematic review. **Journal of Intellectual Disability Research**, 53(2), 93-105.

CONTRAN (2014b) Conselho Nacional de Trânsito - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Sinalização Semafórica, volume V.

Duim, E.; Lebrão, M. L.; Antunes, J. L. F. (2017) Walking speed of older people and pedestrian crossing time. J. **Transport Health** 5 (February), 70–76. https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.02.001.

FHWA (2003) *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways. Federal Highway*. Edição 2003. Washington: Federal Highway Administration.

Freitas, A. P. O.; Saidler, M. F. S.; Dias, J. A. (2019) Caminhabilidade: um estudo no Hipercentro de Belo Horizonte.

Fórneas, V. (2019) Lentidão para caminhar faz BHTrans alterar tempo de sinais; trânsito pode ter impacto, diz especialista. BHAZ, Belo Horizonte, 06 de fev. 2019.

Gualberto, F.; Barbosa, H. M. (2016) Estudo dos fatores que influenciam o comportamento de pedestres em travessias de vias urbanas. Anais do XXIX Congresso de Pesq. e Ensino em Transp., ANPET, Ouro Preto.

Gualberto, F.; Barbosa, H. M.; Amorin, J. A.; Thebit, M (2017) Velocidade de pedestres em área hospitalar – um estudo exploratório. Anais do XXXI Congresso de Pesq. e Ensino em Transp., ANPET, Recife.

IBGE (2022) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos. Agência IBGE notícias. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>. Acesso em: 06 novembro 2023.

ITE (1999) **Traffic Engineering Handbook** – Institute of Transportation Engineers (5a ed.). James L. Pline (ed), Washington, D.C.

Lima, E. E. P. L. (2018) **Cuidador de idosos: Práticas e reflexões do cuidar com cuidado**. Editora: Senac.

Morais, R. (2019) Projeto Circunvizinhança resgata história do bairro Santa Efigênia. Notícias Externas da UFMG, Belo Horizonte, 26 abr. Disponível em: https://ufmg.br/comunicacao/noticias/projeto-circunvizinhanca-resgata-historia-do-bairro-santa-efigenia. Acesso em: 25 nov. 2023.

NACTO – **National Association of City Transportation Officials** (2022) Designing streets for kids. Disponível em:< https://globaldesigningcities.org/publication/designing-streetsfor- kids/>. Acesso em: 07 de dez. de 2023.

OPAS (2023) Organização Pan-Americana da Saúde. Guia dos programas nacionais de cidades e comunidades amigas das pessoas idosas. Organização Mundial de Saúde. Washington, D.C.

Papaléo Netto M. (2002) **O estudo da velhice no século XX: histórico, definição de campo e termos básicos**. In: Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 2-12.

Prefeitura Municipal de Curitiba (2015) Projeto de semáforos inteligentes de Curitiba ganha prêmio internacional. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/projeto-de-semaforos-inteligentes-de-curitiba-ganha-premio-internacional/38227. Acesso em: 11 dez. 2023.

Vasconcellos, E. A. (2016) Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. Balbim, R.; Krause, C.; Linke, C. C. (Orgs.). Cidade e Movimento – Mobilidades e interações no desenvolvimento urbano.

MEASURING SPATIAL ACCESSIBILITY TO HEALTHCARE SERVICES FOR OLDER ADULTS: A CASE STUDY FOR LISBON

L. B. M. de Assis, M. Monari, P. C. L. Segantine and M. J. N. P. Amado

ABSTRACT

The aging of the population is challenging the provision of healthcare worldwide. By 2050, the elderly population is expected to outnumber the younger population, with a consequent increase in demand for healthcare due to the frequency of chronic diseases, heart disease and cancer. This study aims to examine the level of accessibility of the elderly population to public healthcare centers in Lisbon, based on an integrated Floating Catchment Area (iFCA) approach. The level of accessibility was measured to 3 different age groups (65-69, 70-74 and 75+), considering a variable distance decay function and the spatial distribution of these groups and healthcare centers. The outputs show that the Estrela, Santa Maria Maior and Misericórdia neighborhoods have the highest levels of accessibility in the city, while the lowest levels are observed in the Parque das Nações and Avenidas Novas neighborhoods. Future studies may include Lisbon's public transport systems in the analysis.

1 INTRODUCTION

The population aging is one of today's most pressing socioeconomic challenges. According to the United Nations (UN, 2022), for the first time in history, the elderly population (over 65 years old) outnumbered individuals under 15 years old, exceeding 10% of the world population. This phenomenon was first observed in developed countries, especially in Europe, where life expectancy has increased due to advances in medicine, and the birth rate, on the other hand, has shown a large drop, raising concerns about social security and the sustainability of retirement and health systems (Guida *et al*., 2022).

According to the World Health Organization (WHO, 2014), one of the main health concerns arising from the aging of the population is the increase in non-communicable diseases (NCDs), also known as chronic diseases, which commonly persist for long periods and result from a combination of genetic, physiological, environmental and behavioral factors. Examples of NCDs include cardiovascular disease, cancer, diabetes, respiratory disease, alcoholism, smoking, hypertension, and obesity. Thus, the larger the elderly population, the greater the frequency of medical appointments, the number of hospitalizations and the demand for medicines (Medici, 2011).

In this context, Primary Health Care (or PHC, which encompasses, among other services, the provision of outpatient services, the first personal contact with health systems, etc.) is of fundamental importance to prevent several NCDs, as well as to treat patients with early diagnosis (WHO, 2014). Moreover, PHC is a global commitment to make basic healthcare services accessible and affordable (especially for low-income individuals), agreed at the 1978 Alma-Ata Conference (Fendall, 1978) and reaffirmed in the 2018 Astana Declaration (WHO, 2018).

Although PHC presents the greatest potential for success in the treatment of NCDs and stands out as a support base for a strong and robust health system, ensuring positive health outcomes for the general population depends on equity and ease of access to these services (Lawn *et al*., 2008; Shi, 2012; Beaglehole *et al*., 2008). Thus, considering the increase in the elderly population in Lisbon (Portugal) and the consequent reduction in the mobility of these individuals, the objective of this paper is to examine the level of accessibility of three different age groups (65-69, 70-74 and 75+ years old) to the city's primary public healthcare centers, using an integrated Floating Catchment Area (iFCA) approach and a Geographic Information System (GIS).

2 BACKGROUND

Accessibility is understood as the ease of reaching resources and services, and it is a fundamental concept applied to urban planning since the 1920s (Batty, 2009). Regarding the provision of health services, in particular, several authors define accessibility as the ease for people to obtain the medical assistance they need (Donabedian, 1973; Aday and Andersen, 1974; Frenk, 1985; Starfield, 1998; Guagliardo, 2004; Travassos and Martins, 2004; Thiede and McIntyre, 2008).

Accessibility to health services can be associated with operational aspects, such as patient waiting time, number of professionals and equipment available in each facility, opening days and hours of a given facility, etc.; or geographic aspects, related to the spatial distribution of healthcare centers and the population (distance between supply and demand), provision of public transport to the facilities, existence and condition of sidewalks, roads, etc. (Donabedian, 1973; Starfield, 1998, Goudard, 2014). Still regarding the latter, Aday and Andersen (1974) suggest that a person's willingness to seek care is directly associated with their ease of accessing the service.

As this work is focused on spatial accessibility to healthcare providers, it is important to understand some of the models commonly used to measure it, such as gravity models, whose mathematical formulation is presented by Equation (1) (Hansen, 1959; Ingram, 1971).

$$A_i = \sum_j \frac{S_j}{t_{ij}^{\beta}} \tag{1}$$

where A_i is the spatial accessibility of the demand for health services at point *i* (residence or centroid of any unit of analysis, e.g. census tract); S_j is the capacity of the service at the provision location *j* (number of professionals, beds, etc.); t_{ij} is the travel impedance, typically represented

by the distance or travel time between *i* and *j*; and β is a gravity decay coefficient (or travel friction coefficient).

Although gravity models are some of the most valid cumulative opportunity measures, authors such as Neutens (2015) warn that gravity-based accessibility compensates for service capacity with travel impedance. Furthermore, there are difficulties in choosing an appropriate distance decay function with the appropriate impedance coefficient β (Guagliardo, 2004). Therefore, addressing this problem, Luo and Wang (2003) proposed a method called 2-Step Floating Catchment Area (2SFCA). In the first step, the objective is to verify the population that is within a predefined global catchment size (C_{glob}) from each facility and determine a Provider-to-Population Ratio (PPR), as presented by Equation (2). Then, in the second step, is it verified which providers are located within each population catchment area, according to Equation (3). Figure 1 illustrates the two steps of the 2SFCA method.

$$PPR_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} P_i} \tag{2}$$

$$A_i = \sum_{j \in \{t_{ij} \leq C_{glob}\}} PPR_j \tag{3}$$

where A_i and P_i are the spatial accessibility and the demand for health services at point *i*, respectively; S_j is the capacity of the service at the provision location *j*; PPR_j is the Provider-to-Population Ratio for the provision location *j*; t_{ij} is the travel impedance between *i* and *j*; and C_{glob} is the predefined global catchment size from the facility *j*.

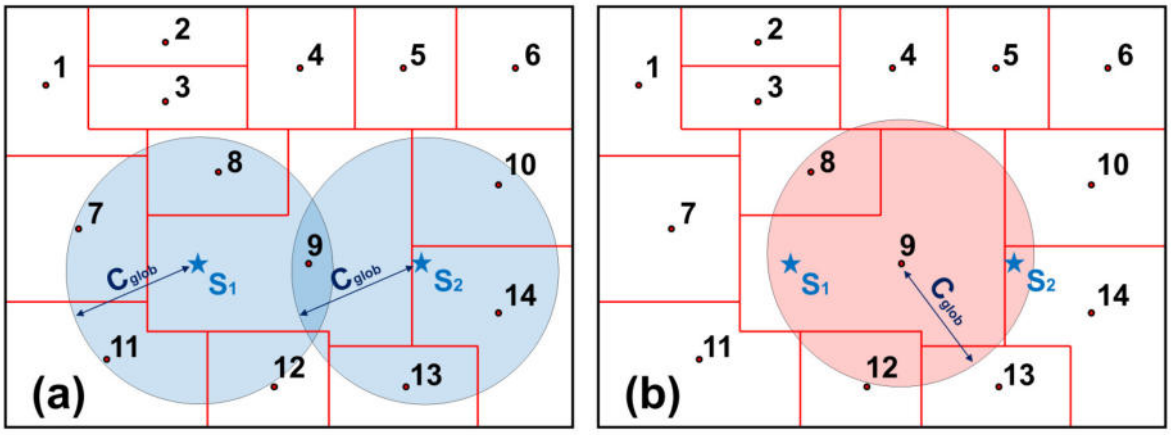


Fig. 1 2SFCA: (a) Step 1 and (b) Step 2 (Source: Adapted from Neutens, 2015)

Once published in its original version, several attempts have been made with the aim of improving the 2SFCA method presented above. Among these attempts, those proposed by Guida *et al*. (2022), Wan *et al*. (2012), and Bauer and Groneberg (2016) are highlighted. In the

first case, the authors assigned different walking speeds and introduced different Gaussian distance decay functions for each age group of the elderly population (same groups as in the present study). In the second case, the authors proposed an additional step to the original method, resulting in a 3SFCA approach that accounts for the competition between healthcare providers within a catchment area. Finally, in the last case, among other changes, the authors introduced a variable distance decay function dependent on population-to-provider distance distribution rather than a constant β. In this context, the method of the present research consists of a methodological adaptation of these three proposals, as detailed in the following section.

3 METHOD

In this section, the iFCA approach used to measure the accessibility of Lisbon's elderly population to health centers is detailed, and the case study data is presented.

3.1 Integrated FCA (iFCA)

According to the iFCA approach, the potential spatial accessibility ($A_{i,k}$) of the demand for health services at point *i* and belonging to age group *k* must be calculated by Equation (4) below (Bauer and Groneberg, 2016):

$$A_{i,k} = \sum_{j \in (t_{ij,k} \leq C_{glob})} \frac{S_j \times f_{adj}(t_{ij,k}) \times f_{con}(t_{ij,k})}{\sum_{i \in (t_{ij,k} \leq C_{glob})} P_{i,k} \times f_{adj}(t_{ij,k}) \times Prob_{demand_{ij,k}}} \quad (4)$$

where S_j is the capacity of the service at the provision location *j*, adopted in this research as the equivalent working hours of physicians in each facility; $P_{i,k}$ is the potential demand for health services (population) at point *i* that belongs to age group *k*; t_{ij} is the travel impedance (travel time) between *i* and *j*; $f_{adj}(t_{ij,k})$ and $f_{con}(t_{ij,k})$ are the adjusted and constant decay functions for age group *k* applied to the travel time $t_{ij,k}$ between *i* and *j*, respectively; C_{glob} is the global catchment size (the maximum travel time up to which a facility *j* is considered accessible from the population location *i*), adopted in this research as 30 minutes, which is considered as a valid tolerance for reaching healthcare facilities by walking; and $Prob_{demand_{ij,k}}$ is the probability of demand from location *i* choosing a healthcare provider *j* when alternative healthcare providers *z* are available, as long as the latter are within C_{glob}.

Travel times ($t_{ij,k}$) were calculated by dividing the length (d_{ij}) of the shortest network path between each travel origin *i* and destination *j* by the corresponding walking speeds adopted for each age group *k* of the elderly population, according to Equation (5). In this research, the following walking speeds (V_k) were adopted: 0.8 m/s, for elderly people between 65 and 69 years old; 0.7 m/s, for elderly people between 70 and 74 years old; and 0.6 m/s for elderly people aged 75 and over (Lindemann *et al*., 2008; Rydwik *et al*., 2012).

$$t_{ij,k} = \frac{d_{ij}}{V_k} \quad (5)$$

The adjusted (f_{adj} ($t_{ij,k}$)) and constant (f_{con} ($t_{ij,k}$)) decay functions for the iFCA approach are presented by Equations (6) and (7), respectively. The combination of both decay functions is justified by resulting in individual effective catchment sizes ($C_{i,k}$) for each population location *i* and age group *k*, with $C_{i,k}$ being the maximum travel time used to calculate the potential spatial accessibility ($A_{i,k}$). In other words, $C_{i,k}$ corresponds to the travel time *t* for which $f_{adj}(t)*f_{con}(t) = 0.01$, making the shape of the catchment area dependent on the road network. Furthermore, in the decay functions adopted, the arbitrary choice of the value of β is replaced by the calculated standard deviation (σ) of the distribution; and the median is chosen over the mean because it is less influenced by outliers (Bauer and Groneberg, 2016).

$$f_{adj}(t_{ij,k}) = \frac{1 + e^{-\frac{(median_k)\times\pi}{\sigma_k\times\sqrt{3}}}}{1 + e^{\frac{(t_{ij,k} - median_k)\times\pi}{\sigma_k\times\sqrt{3}}}} \tag{6}$$

$$f_{con}(t_{ij,k}) = \frac{1 + e^{-\frac{(C_{glob}/2)\times\pi}{\sigma_{glob}\times\sqrt{3}}}}{1 + e^{\frac{(t_{ij,k} - C_{glob}/2)\times\pi}{\sigma_{glob}\times\sqrt{3}}}} \tag{7}$$

where σ_k is the sample standard deviation of travel times $t_{ij,k}$; and σ_{glob} is the standard deviation calculated for $f_{con}(C_{glob}) = 0.01$.

Finally, competition between healthcare providers is also introduced to the iFCA approach through the Huff model, according to Equation (8) (Huff, 1964; Luo, 2014).

$$Prob_{demand_{ij,k}} = \frac{S_j \times f_{adj}(t_{ij,k})}{\sum_{z\in(t_{iz}\leq C_{glob})} S_z \times f_{adj}(t_{iz,k})} \tag{8}$$

where S_j and S_z are the equivalent working hours of physicians in competing locations *j* and *z*, respectively; f_{adj} ($t_{ij,k}$) and f_{adj} ($t_{iz,k}$) are the adjusted decay functions for age group *k* applied to the travel times t_{ij} and t_{iz}, respectively; and t_{iz} is the travel time between *i* and *z*.

3.2 Case study data

The city of Lisbon is the capital of Portugal and the center of a metropolitan region with a population of 2.8 million inhabitants. The city has a population of almost 530,000 inhabitants, of which 23.5% are elderly people (5.4% aged 65 to 69; 5.4% aged 70 to 74; and 12.7% aged 75 or over). Furthermore, Lisbon is subdivided into 24 neighborhoods and 512 census tracts (Lisboa, 2024), in the latter case, considered in this work as the units of analysis *i* for measuring the accessibility to health centers *j*. Figures 2 and 3 present the following data from the case study, respectively: georeferenced walkable network and location of primary public healthcare centers in Lisbon; and spatial distribution of the elderly population by age group in the city.

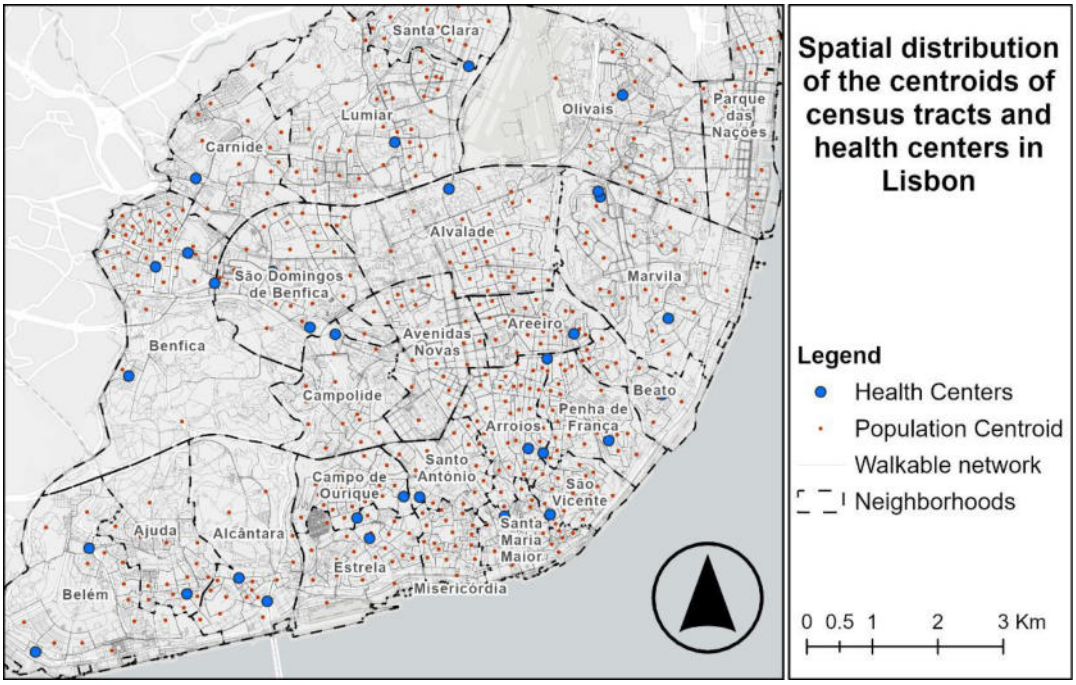


Fig. 2 Walkable network and location of primary public healthcare centers in Lisbon

Regarding the provision of healthcare services, the city has 32 public facilities intended for basic assistance, which are divided into three types: Health Centers (or Family Health Facilities), Shared Assistance Resource Facilities and Personalized Healthcare Facilities. Data on these facilities were obtained from the Regional Health Administration of Lisbon and Tagus Valley, an organization of the Portuguese National Health Service (or SNS, which in Portuguese stands for *Serviço Nacional de Saúde*) that provides a record of each health facility in the Lisbon Metropolitan Area, indicating their addresses and equivalent working hours of physicians.

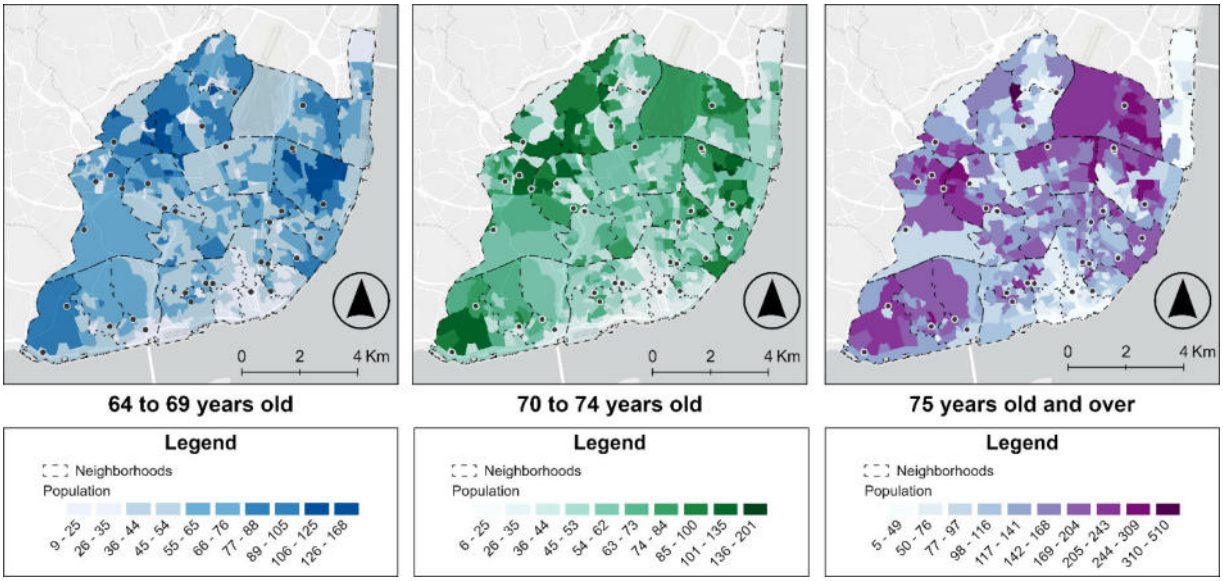


Fig. 3 Spatial distribution of the elderly population by age group in Lisbon

The georeferenced walkable network was downloaded from the OpenStreetMap (OSM) collaborative mapping database, and the shortest paths between each pair *i* and *j* were calculated using the ArcGIS Network Analyst extension.

Aggregated population data by census tracts were obtained from the results of the 2021 Demographic Census carried out by the Portuguese National Statistics Institute (or INE, which in Portuguese stands for *Instituto Nacional de Estatística*), which are available in the Lisbon City Council's open cartographic database (PORDATA, 2022).

4 RESULTS AND DISCUSSION

Figure 4 shows the level of accessibility to primary public healthcare centers in Lisbon by age group of the elderly population.

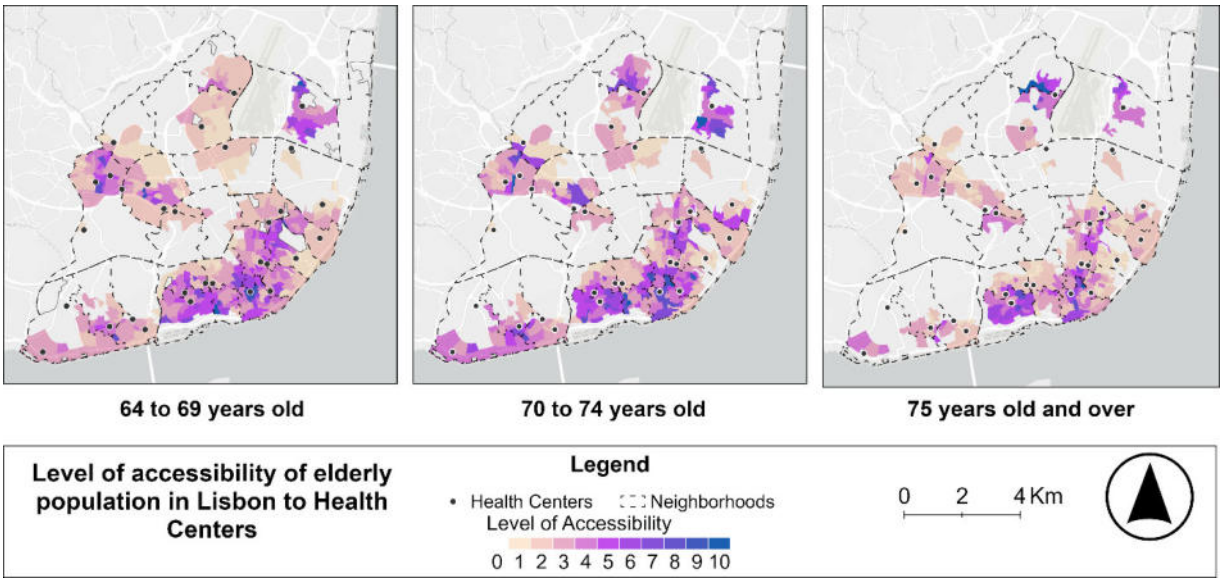


Fig. 4 Level of accessibility to primary public healthcare centers in Lisbon by age group

By weighing the walking times ($t_{ij,k}$) along each shortest path identified between the *ij* pairs of the research by the corresponding populations ($P_{i,k}$), it is estimated that, on average, the elderly population aged 65 to 69 needs to walk almost 26 minutes to access the nearest health center; those aged 70 to 74, just over 28 minutes; and those aged 75 and over, almost 32 minutes. These values, in turn, result in different average normalized levels of accessibility between age groups (where 0 is the lowest level of accessibility, or "Low accessibility"; and 10 is the highest, or "High accessibility"), as shown in Figure 5 and discussed below. It should be noted that the normalized level of accessibility in a given neighborhood was calculated by the population-weighted average of the normalized levels of the census tracts that comprise it.

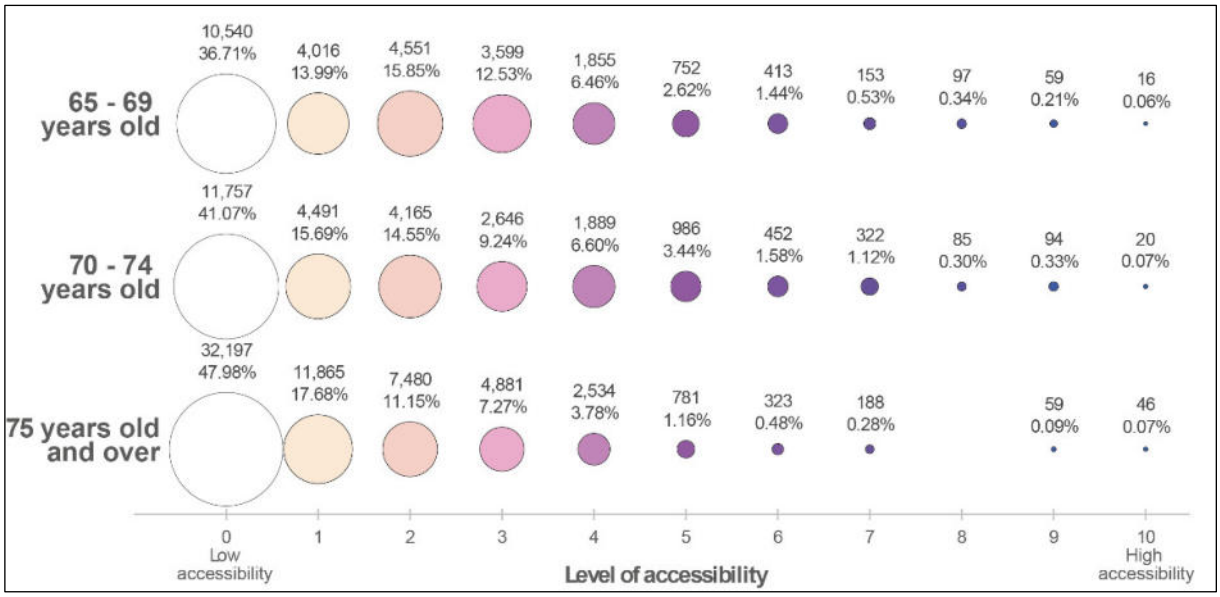


Fig. 5 Distribution of the elderly population by level of accessibility to primary public healthcare centers in Lisbon

The age group of the elderly population between 65 and 69 years old comprises 28,713 people. The average normalized level of accessibility to health centers for this age group, weighted by the corresponding population in each census tract, is 1.8. The highest levels of accessibility are observed for the Misericórdia (4.0), Santa Maria Maior (3.8) and Estrela (3.8) neighborhoods, while the lowest are observed for the Avenidas Novas, Campolide, and Marvila neighborhoods (all of 0.2), in addition to the Parque das Nações neighborhood (0), from which no health center is accessible to the population within a 30-minute walk. The most populous neighborhood in terms of this first age group of the elderly population, Lumiar (2,700 people), has an accessibility level of 0.5.

The age group of the elderly population between 70 and 74 years old comprises 28,626 people and its average normalized level of accessibility to health centers, as for the first group, is 1.8. The highest levels of accessibility are observed for the Estrela (4.3), Santa Maria Maior (4.2) and Misericórdia (4.0) neighborhoods, while the lowest are observed again for the Avenidas Novas and Parque das Nações neighborhoods, both of 0. Lumiar, the most populous neighborhood in terms of this intermediate age group of the elderly population (2,437 people), has an accessibility level of 0.6.

The age group of the elderly population aged 75 and over comprises 67,103 people and its average normalized level of accessibility to health centers is 1.2. The highest levels of accessibility are observed for the Estrela (3.7), Santa Maria Maior (3.2) and Arroios (2.1) neighborhoods, while the lowest are observed for the Campolide, Marvila and Carnide neighborhoods (all of 0.3), Alvalade (0.1) neighborhood, and, once again, Avenidas Novas and Parque das Nações (0) neighborhoods. Benfica, the most populous neighborhood in terms of this last age group of the elderly population (6,076 people), has an accessibility level of 1.5.

In an overall analysis, it is possible to state that the existence of primary public healthcare centers in Estrela, Santa Maria Maior and Misericórdia neighborhoods provides the highest levels of accessibility for the elderly population in Lisbon in these neighborhoods, although the numbers of elderly residents in them are not among the largest of the city. Apart from those, the Arroios and Penha de França neighborhoods have the next highest levels of accessibility in Lisbon, with the five highlighted regions being connected to each other and bordering the Tagus River.

On the other hand, the Parque das Nações and Avenidas Novas neighborhoods rank last for the three age groups studied, presenting the lowest levels of accessibility, which can be explained by the lack of health centers in these regions. Therefore, the elderly population residing in Parque das Nações should possibly seek health services in the Olivais and Marvila neighborhoods, despite these nearest facilities being accessible only by walking longer than 30 minutes. It is important to highlight that the SNS is aware of this gap in the provision of healthcare services and, to the best of our knowledge, the construction of a health facility in the Parque das Nações neighborhood began in 2024. As for the Avenidas Novas neighborhood, although located in a more central region of the city, with more facilities in its surroundings, the walking time to access them is also still over 30 minutes.

The research results suggest that public primary healthcare centers cannot be considered fully accessible to Lisbon's elderly population by walking. Furthermore, although it is reasonable to assume that motor skills decrease as individuals become older, it is important to emphasize that, in practical terms, each person's health conditions must be considered when measuring accessibility, as many people (not necessarily elderly) are unable to walk long distances. For these cases, the city of Lisbon provides non-urgent SNS transport for patients, in which the patient pays to be transported from their home to any health center of their choice, with the amount paid varying (in 2024) from 0.60 to 0.63 euros per kilometer. Regarding the elderly population, in particular, the city of Lisbon also offers free public transport by bus, train or tram to all residents of the metropolitan region, which is beneficial for accessing not only health centers, but all the opportunities and services available in the city.

5 CONCLUSIONS

The present study sought to examine the level of walking accessibility of the elderly population in Lisbon to the 32 primary public healthcare centers currently existing in the city. The objective was achieved using an iFCA approach in ArcGIS, which made it possible to identify neighborhoods in the city that have the highest levels of accessibility for elderly residents, as well as those from which no health center is accessible within a 30-minute walk. In turn, these results can help in decision-making regarding the allocation of new health facilities and, therefore, provide some contribution to meeting the growing demand for health services in Lisbon, which arises from the aging of the population and the consequent growth in the number of NCDs.

Finally, regarding methodological limitations, this study did not include the public transport network to measure the level of accessibility to health centers, which would obviously greatly expand the population catchment area. Future studies are encouraged to compare the levels of accessibility found in this work with those measured by including the different modes of public

transport in Lisbon, as well as extending the analysis to other age groups that, evidently, also use the health system.

6 ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the CNPq - 163811/2021-0, CAPES –88887.886769/2023-00, and the Foundation for Science and Technology (FCT) support through funding UIDB/05703/2020 from the research unit CiTUA at the IST of the Universidade de Lisboa (UL).

7 REFERENCES

Aday, L. A. and Andersen, R. (1974) A framework for the study of access to medical care. **Health Services Research**, 9(3), 208.

Batty, M. (2009) Accessibility: In search of a unified theory. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 36(2), 191-194. DOI: 10.1068/b3602ed.

Bauer, J. and Groneberg, D. A. (2016) Measuring spatial accessibility of health care providers-introduction of a variable distance decay function within the floating catchment area (FCA) method. **PLoS One**, 11, 1-17. DOI: 10.1371/journal.pone.0159148.

Beaglehole, R., Epping-Jordan, J. A., Patel, V., Chopra, M., Ebrahim, S., Kidd, M. and Haines, A. (2008) Improving the prevention and management of chronic disease in low-income and middle-income countries: a priority for primary health care. **Lancet**, 372, 940-949. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61404-X.

Donabedian, A. (1973) **Aspects of Medical Care Administration: Specifying Requirements for Health Care**. Harvard University Press.

Fendall, N. R .E. (1978) Declaration of Alma-Ata. **Lancet**, 312, 1308. DOI: 10.1016/S0140-6736(78)92066-4.

Frenk, J. (1985) Concept and measurement of accessibility. **Salud Publica Mex**., 27, 438. DOI: 10.1097/00005650-198102000-00001.

Goudard, B. (2014) **Localização da Implantação de Unidades Básicas de Saúde Utilizando Lógica Fuzzy e Sistemas de Informação Geográfica** (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Guagliardo, M. F. (2004) Spatial accessibility of primary care: Concepts, methods and challenges. **International Journal of Health Geography**, 3, 1-13. DOI: 10.1186/1476-072X-3-3.

Guida, C., Carpentieri, G. and Masoumi, H. (2022) Measuring spatial accessibility to urban services for older adults: an application to healthcare facilities in Milan. **European Transport Research Review**, 14(23). DOI: 10.1186/s12544-022-00544-3.

Hansen, W. G. (1959) How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, 25(2), 73-76. DOI: 10.1080/01944365908978307.

Huff, D. (1964) Defining and Estimating a Trading Area. **Journal of Marketing**, 28(3), 34-38.

Ingram, D. R. (1971) The concept of accessibility: A search for an operational form. **Regional Studies**, 5(2), 101-107. DOI: 10.1080/09595237100185131.

Lawn, J. E., Rohde, J., Rifkin, S., Were, M., Paul, V. K. and Chopra, M. (2008). Alma-Ata 30 years on: revolutionary, relevant, and time to revitalise. **Lancet**, 372, 917-927. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61402-6.

Lindemann, U., Najafi, B., Zijlstra, W., Hauer, K., Muche, R., Becker, C. and Aminian, K. (2008) Distance to achieve steady state walking speed in frail elderly persons. **Gait Posture**, 27, 91-96. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2007.02.005.

Lisboa (2024) **Lisboa Aberta**. Available at: https://lisboaaberta.cm-lisboa.pt/index.php/pt/dados/conjuntos-de-dados. Access: 10 May, 2024.

Luo, W. and Wang, F. (2003) Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: Synthesis and a case study in the Chicago region. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 30, 865-884. DOI: 10.1068/b29120.

Luo, J. (2014) Integrating the Huff Model and Floating Catchment Area Methods to Analyze Spatial Access to Healthcare Services. **Transactions in GIS**, 18(3), 436448. DOI: 10.1111/tgis.12096.

Medici, A. C. (2011) How age influences the demand for health care in Latin America. *In*: **Population ageing: Is Latin America ready?**, 135-190, Daniel Cotlear, ed. Washington, DC: World Bank.

Neutens, T. (2015) Accessibility, equity and health care: Review and research directions for transport geographers. **Journal of Transport Geography**, 43, 1427. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006.

PORDATA (2022) **Conheça o seu Município - Lisboa**. Available at: https://www.pordata.pt/municipios. Access: 10 May, 2024.

UN (2022) **2022 Revision of World Population Prospects**. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations. Available at: https://population.un.org/wpp/. Access: 13 May, 2024.

Rydwik, E., Bergland, A., Forsén, L. and Frändin, K. (2012) Investigation into the reliability and validity of the measurement of elderly people's clinical walking speed: A systematic review. **Physiotherapy theory and practice**, 28(3), 238-256. DOI: 10.3109/09593985.2011.601804.

Shi, L. (2012) The Impact of Primary Care: A Focused Review. **Scientifica**, 2012, 1-22. DOI:

10.6064/2012/432892.

Starfield, B. (1998) **Primary care: balancing health needs, services and technology**. Oxford University Press, New York.

Thiede, M. and McIntyre, D. (2008) Information, communication and equitable access to health care: A conceptual note. **Caderno de Saúde Pública**, 24, 1168-1173. DOI: 10.1590/S0102-311X2008000500025.

Travassos, C. and Martins, M. (2004) Uma revisão sobre os conceitos de acesso e utilização de serviços de saúde. **Caderno de Saúde Pública**, 20, S190-S198. DOI: 10.1590/s0102-311x2004000800014.

Wan, N., Zou, B., Sternberg, T., 2012. A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services. **Int. J. Geogr.** Inf. Sci. 26, 1073–1089. https://doi.org/10.1080/13658816.2011.624987

WHO (2014) **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. Geneva: World Health Organization.

WHO (2018) **A vision for primary health care in the 21st century: towards universal health coverage and the Sustainable Development Goals** (No. WHO/HIS/SDS/2018.15). World Health Organization.

INVESTIGAÇÃO DA ESCOLHA MODAL EM VIAGENS PARA DIFERENTES CAMPI DE UMA UNIVERSIDADE

A. C. L. Maia e M. A. N. Azevedo Filho

RESUMO

Neste estudo foi investigado o processo de escolha modal em três campi da Universidade Federal do Ceará, localizados em Fortaleza. Foram coletadas informações, através de questionário online, com estudantes e servidores (docentes e técnico-administrativos). A maioria dos dados coletados foi do tipo categórico. Após uma análise preliminar utilizando técnicas de estatística descritiva, aplicou-se Análise de Correspondência Múltipla, Análise de Cluster Hierárquico e Regressão Logística Multinomial. Nas duas primeiras análises percebeu-se uma relação mais forte com o tipo de vínculo e o tempo de universidade. Os modelos logísticos, para os três campi, forneceram bons ajustes. Os parâmetros obtidos dão indícios sobre as diferenças e semelhanças entre os três padrões de deslocamentos. Percebe-se, assim, a importância de se considerar diferentes categorias de indivíduos e a localização do ambiente universitário para uma melhor compreensão da escolha modal.

1 INTRODUÇÃO

A investigação do padrão de escolhas acerca do modo de viagem é uma etapa importante do processo de planejamento que pode subsidiar a previsão de escolhas futuras. O ambiente universitário apresenta necessidades e desafios particulares no que diz respeito à mobilidade. No entanto, é importante lembrar que as universidades estão inseridas em diferentes cenários de acordo com sua localização geográfica ou oferta de infraestrutura de transportes, por exemplo. Estudos mostram que analisar ambientes com diferentes características pode gerar informações importantes sobre como algumas variáveis afetam os padrões de deslocamento da comunidade acadêmica (Soltani *et al*., 2024). As variáveis do tipo categóricas, geralmente representadas por classes, não apresentam valores numéricos. Elas aparecem em estudos sobre escolha modal em transportes advindas, principalmente, de pesquisas de preferência (Ali *et al*., 2018; Maia *et al*., 2020; Thibenda *et al*., 2022).

O objetivo deste trabalho consistiu em identificar, utilizando diferentes ferramentas, associações entre variáveis categóricas e a escolha do modo de transporte para viagens destinadas a diferentes campi de uma universidade. Além disso, buscou-se investigar similaridades e divergências entre os padrões de deslocamento encontrados de acordo com o tipo de campus de destino e a categoria de seus frequentadores. Este artigo foi estruturado em quatro seções. Na seção a seguir, se encontra a fundamentação teórica deste trabalho. Em seguida, é fornecida uma breve caracterização da área de estudo além da explanação do método adotado. Segue-se a apresentação dos resultados e discussões. Por fim, são apresentadas as conclusões e contribuições obtidas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com relação às variáveis utilizadas para explicar a escolha da comunidade acadêmica acerca do modo para se deslocar, pode-se citar, principalmente, as que caracterizam a socioeconomia (por exemplo, idade e renda), a viagem (por exemplo, distância e tempo), o modo (por exemplo, custo e conforto) e o comportamento do indivíduo (por exemplo, conscientização). É percebido ainda um esforço para explicar o efeito causado pelo cenário da pandemia mundial no comportamento de viagens universitárias (DeWeese *et al*., 2022; Maljaee e Khadem Sameni, 2022; Steimle *et al*., 2022).

No que diz respeito às técnicas de tratamento de dados, a maioria dos autores adota análises quantitativas, desde métodos mais tradicionais, como estatísticas descritivas ou testes estatísticos (Cadima *et al*., 2020; Ribeiro e Fonseca, 2022), análise espacial (Caulfield *et al*., 2021; A. G. Maia *et al*., 2020) e modelos de regressão logística (Henning *et al*., 2020; Beria *et al*., 2021; Crotti *et al*., 2022; Hasnine *et al*., 2022), até métodos mais complexos, como modelagem integrada (Etminani-Ghasrodashti *et al*., 2018; Kim e Lee, 2023; Sfeir *et al*., 2020; Vahedi *et al*., 2021) e simulação baseada em agentes (Faboya et al., 2020). O trabalho de Maia e Azevedo Filho (2024) faz um detalhamento sobre o uso destas técnicas.

Técnicas de análise estatística multivariada vêm sendo utilizadas com o objetivo de explorar preliminarmente os dados de escolha. Maia *et al*. (2020) ressaltam que uma das principais vantagens deste tipo de análise é que seus métodos de estimativa não estão sujeitos a vieses decorrentes da endogeneidade das variáveis, o que costuma ocorrer em análises de regressão mais tradicionais. A Análise de Correspondência Múltipla (ACM) consiste em um método descritivo que revela padrões em conjuntos de dados complexos e simplifica-os (Costa *et al*., 2013). Esta técnica possui uma relevância em estudos onde é coletada uma grande quantidade de dados qualitativos que acabam, muitas vezes, ficando subutilizados na análise de dados. Embora seja usada sobretudo como técnica exploratória, ela fornece indicativos importantes sobre relações entre categorias sem a necessidade de atender pré-requisitos exigidos por outras técnicas, além de demonstrar os resultados de forma gráfica.

A análise de cluster, por sua vez, consiste em um grupo de técnicas multivariadas com a finalidade de agrupar objetos baseando-se em suas semelhanças. Uma das abordagens usadas é a Análise de Cluster Hierárquico (ACH). Os procedimentos hierárquicos envolvem uma série de n-1 decisões de agrupamentos, onde n é o número de observações da amostra, que combinam objetos em uma hierarquia semelhante a uma árvore. Uma das limitações desta técnica, assim como da ACM, é que elas não possuem base estatística para fazer inferências sobre a população (Hair *et al*., 2019). Por este motivo, geralmente, elas são aplicadas em conjunto com outras técnicas de cunho preditivo para validação dos seus resultados.

Os modelos de regressão logística são exemplos de ferramentas adotadas. Eles assumem que a probabilidade de um indivíduo escolher alguma opção é baseada nas suas características socioeconômicas e na sua atratividade relativa. O modelo logit multinomial é o mais comumente utilizado. Além de ser o tipo mais simples, apresenta uma formulação para a probabilidade de escolha fixa e de fácil interpretação. Moniruzzaman e Farber (2018) examinaram os fatores que afetam a escolha do modo de viagem de estudantes universitários no Canadá a partir de análises de cluster e modelos de regressão logística multinomiais.

Maia *et al.* (2020) aplicaram técnicas de ACM e ACH. Os autores salientam que essa abordagem integrada permite a identificação e descrição de padrões e atitudes relacionadas

com grupos comuns de utilizadores, e não apenas a descoberta de relações de causa e efeito entre variáveis e modo de transporte escolhido. O estudo analisou os principais motivos de escolha do modo de transporte entre estudantes universitários de Campinas. De Angelis *et al.* (2021) utilizaram a análise de clusters e alguns testes estatísticos para compreender sobre atitudes, normas pessoais, restrições pessoais e satisfação com viagens entre grupos de frequentadores de uma instituição de ensino superior na Itália.

3 METODOLOGIA

Esta seção engloba a caracterização da área de estudo considerada para os fins desta pesquisa e a descrição das etapas metodológicas desenvolvidas.

3.1 Área de estudo

A Universidade Federal do Ceará (UFC) foi a área de estudo desta pesquisa. Sua infraestrutura conta com oito campi localizados em seis municípios no Estado do Ceará. Fortaleza é a capital do estado, localizado na região nordeste do Brasil. Com uma população de 2.596.157 habitantes, é o quinto município mais populoso do país (IBGE, 2024). Esta pesquisa contemplou os três campi de Fortaleza. O campus do Pici é o maior dos três, com uma área de 210 ha, delimitada por barreiras físicas. Esta área corresponde à cerca de metade do bairro Pici, e inclui o Açude Santo Anastácio, com 143,40 ha, além de uma Área de Relevante Interesse Ecológico com 42,62 ha. Além disso, abriga diversos cursos de graduação e pós-graduação divididos pelo Centro de Ciências, Centro de Ciências Agrárias, Centro de Tecnologia, Instituto de Cultura e Arte, Instituto de Educação Física e Esporte, além de unidades de apoio à administração da universidade e uma residência universitária.

O campus do Benfica é formado por terrenos de diversos tamanhos, totalizando 13 ha. Nele se localizam a Reitoria, várias Pró-Reitorias e outros órgãos de apoio à administração superior da universidade, além do Centro de Humanidades, da Faculdade de Direito, da Faculdade de Educação, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade e do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design, das Casas de Cultura Estrangeira e de nove residências universitárias. O campus do Porangabuçu possui vários terrenos (total de 8 ha) localizados no entorno da Lagoa do Porangabuçu. Engloba a Faculdade de Medicina e a Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, além do complexo hospitalar (Hospital Universitário Walter Cantídio, Maternidade-Escola Assis Chateaubriand e Farmácia-Escola). O número de usuários ativos por campus, para o ano de 2022, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Número de usuários ativos por campus

Categorias Pesquisa	Benfica	Pici	Porangabuçu
Alunos de graduação	7710	11984	2406
Alunos pós-graduação	1851	3364	1102
Docentes	498	856	406
Funcionários terceirizados	354	490	144
Servidores técnico-administrativos	822	867	1171
TOTAL	11235	17561	5229

Fonte: (UFC, 2022)

Os três campi são servidos pelo sistema de transporte público por ônibus, sendo os do Benfica e do Porangabuçu servidos ainda pela linha norte-sul do metrô de Fortaleza. Estes

sistemas abrangem tanto a área urbana quanto a metropolitana. Para os usuários de carro, o campus do Pici possui muitas vagas para estacionamento. Já os outros dois campi possuem estacionamento mais para os docentes e demais funcionários, com uso restrito para estudantes. Infraestrutura cicloviária é ofertada no entorno dos três campi, sendo observadas ciclovias e ciclofaixas, além de estações de bicicletas compartilhadas.

3.2 Métodos adotados

A pesquisa foi dividida em três etapas. A primeira consistiu na seleção e classificação de variáveis. Este processo se deu por meio da revisão bibliográfica de trabalhos acadêmicos com foco na escolha modal em ambiente universitário e visou filtrar variáveis do tipo categóricas, foco desta investigação. A variável resposta "modo de deslocamento" apresenta quatro categorias: ativo, carro, transporte público (TPU) e outros. O modo ativo engloba caminhada e bicicleta, enquanto o modo outros contempla os deslocamentos por moto e transporte por aplicativo. Transporte público considera os deslocamentos por ônibus, metrô ou VLT. As variáveis foram organizadas em dois grupos: "socioeconomia" e "acessibilidade e mobilidade" (Tabela 2). Ao todo, foram selecionadas 20 variáveis do tipo categóricas, sendo 10 de cada grupo. Foram observados 57 níveis de categorias para análise. Variáveis como renda, vínculo e escolaridade apresentaram mais de cinco níveis de categorias. As variáveis sobre disponibilidade de modos e acesso se limitam ao trajeto até o campus.

Tabela 2 Variáveis de influência definidas para análise

Grupo	Variável	Níveis
Socioeconômicas	**Nível de escolaridade**	ESC_1 (Médio); ESC_2 (Superior); ESC_3 (Especialização) ESC_4 (Mestrado); ESC_5 (Doutorado)
	Vínculo com a UFC	AluGrad (aluno graduação); AluMest (aluno mestrado); AluDout (aluno doutorado); Docente; STA_NM (Servidor Nível Médio); STA_NS (Servidor Nível Superior)
	Tempo de UFC (anos)	TUFC_0 (<1); TUFC_1 (1 a 5); TUFC_2 (6 a 10) TUFC_3 (11 a 15); TUFC_4 (16 a 20); TUFC_5 (>20)
	Sexo	FEM; MASC
	Idade (anos)	IDA_0 (16 a 30); IDA_1 (31 a 45); IDA_2 (45 a 60); IDA_3 (>60)
	Renda Domiciliar Mensal (SM*)	RENDA_1 (<1); RENDA_2 (1 a 3); RENDA_3 (3 a 5) RENDA_4 (5 a 7); RENDA_5 (7 a 9); RENDA_6 (>9)
	Posse de Bicicleta	PBIKE_N (Não); PBIKE_S (Sim)
	Posse de Carro	PAUTO_N (Não); PAUTO_S (Sim)
	Posse de Moto	PMOT_N (Não); PMOT_S (Sim)
	Posse de licença	CARTA_N (Não); CARTA_S (Sim)
Acessibilidade e Mobilidade	**Disponibilidade de modos**	DAPEH_N (Não); DAPEH_S (Sim); DBIKE_N (Não); DBIKE_S (Sim) DBUS_N (Não); DBUS_S (Sim); DMETRO_N (Não); DMETRO_S (Sim) DCARRO_N (Não); DCARRO_S (Sim); DMOTO_N (Não); DMOTO_S (Sim)
	Acesso à bicicleta	ACBIKE_N (Não); ACBIKE_S (Sim)
	Acesso a calçadas	ACPED_N (Não); ACPED_S (Sim)
	Acesso ao TPU	ACTPU_N (Não); ACTPU_S (Sim)
	Incentivo ao TPU	INC_TPU_N (Não); INC_TPU_S (Sim)

*1SM = R$1302,00

A segunda etapa contemplou a coleta de dados. Os dados foram coletados entre abril e julho de 2023, por meio de questionário online (Hasnine *et al*., 2022) enviado via email institucional para docentes, funcionários e alunos de pós graduação. Os alunos de graduação

foram contactados via email pelos coordenadores de cursos. A terceira etapa tratou da análise dos dados e foi dividida em duas partes. A primeira compreendeu uma análise exploratória por meio de estatística descritiva, análise de correspondência múltipla (ACM) e análise de cluster hierárquico (ACH) (Maia *et al*., 2020). A segunda parte tratou da análise estatística com base na formulação de modelos de regressão logística multinomial (Moniruzzaman e Farber, 2018). A ACM explorou as relações entre as variáveis de estudo para determinar as mais influentes na decisão de escolha dos frequentadores de cada campus. A ACH identificou grupos com características semelhantes em cada campus. Esta foi feita com o modelo de Ward, para medir a similaridade, e o quadrado da distância euclidiana para medir a proximidade entre clusters. A qualidade dos clusters foi avaliada por medidas de silhueta (Thibenda *et al*., 2022). Os modelos logit serviram para validar as associações sugeridas. Estas tarefas foram feitas com programação na linguagem R (R Core Team, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, organizada conforme as etapas descritas na metodologia, são apresentados e discutidos os resultados.

4.1 Análise exploratória dos dados

A amostra total obtida foi de 1072 indivíduos, que representou, aproximadamente, 3% da população universitária da UFC. Do total, 52,8% representaram o campus do Pici, 34,4% o do Benfica e 12,8% o do Porangabuçu. Com relação à distribuição modal das amostras por campus, foi observado que os usuários do Benfica e do Pici preferem se deslocar por transporte público (40% e 52%, respectivamente), enquanto no Porangabuçu eles preferem usar o carro (53%). A preferência por carro no Pici representou uma parcela de 39%, enquanto no Benfica essa parcela foi de 33%. As categorias de modos ativos e outros modos foram menos escolhidas, variando entre 6% no Benfica (outros) e 10% no Pici (ativo).

O Benfica e o Porangabuçu apresentaram mais respostas do sexo feminino (60,61% e 74,05%), enquanto o Pici apresentou mais do sexo masculino (58,71%). Além disso, a maioria se trata de jovens entre 20 e 35 anos. Usuários com mais de 60 anos representaram 2,48% da amostra, do Benfica, e 3,82%, do Porangabuçu. Com relação à variável "Escolaridade", maior percentual de indivíduos graduados foi verificado no Pici e no Porangabuçu. Já no Benfica, observaram-se mais indivíduos com nível médio, enquanto o grupo com doutorado se apresentou em menor quantidade. Alunos de graduação representaram a maior parte da amostra do Pici (36,80%) e do Benfica (49,59%), enquanto no Porangabuçu, os alunos de mestrado tiveram maior aderência à pesquisa (33,59%).

Os resultados mostraram uma concentração maior de pessoas com renda domiciliar entre um e três salários mínimos. Grande parte da amostra do Porangabuçu (22,14%) se enquadrou no nível de renda mais alto. Talvez isso possa ser explicado pelo fato deste campus ter obtido mais respostas de indivíduos com nível superior ou acima, sugerindo exercício de atividade profissional. A maioria dos respondentes informou que atua na UFC entre 1 e 5 anos, sendo a maior taxa observada no Benfica (42,98%). Os níveis TUFC_2 e TUFC_5 apresentaram maior proporção no Porangabuçu (21,37% e 19,85%, respectivamente).

Uma parcela significativa dos respondentes não possui bicicleta ou moto no domicílio. O campus do Porangabuçu apresentou a maior taxa de posse de carro (70,99%), seguido do Pici (58,53%) e do Benfica (55,37%). Em todos os campi, a maioria possui licença e acesso à infraestrutura cicloviária. No Porangabuçu, 64,89% dos respondentes não possuem acesso

a calçadas adequadas durante o trajeto, o que desincentiva a caminhada. No entanto, a maioria dos indivíduos possui acesso à infraestrutura de transporte público. Sobre a disponibilidade de modos no trajeto, a maioria dos indivíduos não dispõem de bicicleta, metrô ou moto. Em compensação, carro e transporte público estão disponíveis. Os entrevistados afirmam ser desafiador viajar a pé em algum momento do seu percurso. Vários respondentes desconhecem algum tipo de incentivo ao transporte público ligado à prefeitura.

Análise de Correspondência Múltipla (ACM)

A ACM identificou associações entre as variáveis categóricas e a escolha do modo. A variável modo foi inserida como qualitativa suplementar, enquanto as demais variáveis entraram como ativas. Para esta análise, considerou-se uma solução bidimensional. Sobre a variância explicada, foram observados valores próximos para os campi, destacando-se o Benfica (dimensão 1). Os valores por dimensão são discriminados na **Tabela 3**. No Pici e no Benfica, os maiores valores estão relacionados à variável "vínculo". No Porangabuçu, destacam-se as variáveis "vínculo" (dimensão 1) e "escolaridade" (dimensão 2).

Tabela 3 Medidas por dimensão da ACM

	Pici		Benfica		Porangabuçu	
	Dimensão MCA		Dimensão MCA		Dimensão MCA	
	1	2	1	2	1	2
SEXO	0,002	0,015	0,005	0,029	0,001	0,016
IDADE_ORD	0,680	0,302	0,612	0,252	0,546	0,112
TUFC_CAT	0,511	0,279	0,424	0,219	0,483	0,130
VINCULO	0,736	0,644	0,748	0,619	0,752	0,566
ESC_CLASS	0,637	0,633	0,700	0,497	0,619	0,582
RENDA_CAT	0,582	0,348	0,677	0,269	0,691	0,356
LICENCA	0,378	0,092	0,529	0,035	0,225	0,100
Pauto	0,332	0,000	0,376	0,006	0,389	0,000
Pbike	0,002	0,021	0,010	0,060	0,001	0,006
Pmoto	0,006	0,074	0,001	0,070	0,019	0,069
ACESSO_BICICLETA	0,007	0,009	0,124	0,062	0,033	0,000
ACESSO_CALCADA	0,086	0,005	0,040	0,003	0,107	0,091
ACESSO_TPU2	0,022	0,007	0,020	0,011	0,046	0,155
EXISTE_INCENTIVO_TPU	0,009	0,014	0,027	0,002	0,037	0,002
Dapeh	0,023	0,000	0,010	0,001	0,058	0,053
Dbike	0,002	0,017	0,090	0,066	0,027	0,000
Dbus	0,078	0,012	0,080	0,019	0,042	0,155
Dmetro	0,017	0,000	0,013	0,016	0,042	0,155
Dcarro	0,406	0,002	0,526	0,012	0,354	0,020
Dmoto	0,004	0,046	0,000	0,082	0,001	0,047
Total	4,520	2,520	5,012	2,330	4,473	2,615
% de variância	12,257	6,778	13,352	6,345	12,409	6,837

As categorias de variáveis com valores mais altos exercem maior influência na definição das dimensões da análise (Ali *et al*., 2018). Na dimensão 1, as variáveis socioeconômicas "idade", "vínculo", "escolaridade" e "renda" se enquadraram nesse quesito para os três campi. As variáveis "licença" e "Dcarro" contribuem mais no campus do Benfica. Na dimensão 2, a variável "vínculo" fornece uma maior contribuição para os três campi, enquanto "escolaridade" contribui mais no Pici e no Porangabuçu. Além disso, as variáveis

do grupo de “acessibilidade e mobilidade” demonstraram baixa influência nesta dimensão. A análise indicou correlações entre variáveis. Para o Pici e o Benfica foram identificados três grupos: i) “escolaridade” e “vínculo”; ii) “renda”, “idade” e “tempo de universidade”; e iii) “posse de auto”, “disponibilidade de carro no trajeto” e “posse de licença para dirigir”. No Porangabuçu, “renda” e “licença” não apresentaram associações. Thibenda *et al*. (2022) também encontraram associações entre fatores como idade, renda, escolaridade e ocupação.

Quanto à relevância para a interpretação das dimensões de análise, é comum analisar as cargas das categorias. O coeficiente *cos2* indica o quanto uma categoria de variável contribui para a formação das dimensões. Para o Pici, as categorias “Docente”, “ESC_5”, “AluGrad” e “IDA_0” apresentaram coeficientes acima de 0,6, sendo consideradas as de maior relevância. As categorias com menor influência dizem respeito às variáveis “sexo”, “acesso a bike”, “incentivo TPU”, “acesso TPU”, “disponibilidade a pé” e “de bike” e “posse de bike”. Para o Benfica, apenas “AluGrad” e “Docente” apresentaram *cos2* acima de 0,6, enquanto no Porangabuçu, estes foram obtidos para “RENDA_6”, “Docente” e “ESC_5”. As categorias “IDA_3”, “RENDA_NS”, “PBIKE_S”, “PBIKE_N” e “STA_NM” tiveram pouca influência na representação.

Análise de Cluster Hierárquico (ACH)

Uma ACH foi conduzida e o método de silhueta determinou três *clusters* por campus e por dimensão. No Pici, o primeiro grupo é composto por jovens alunos de graduação que não possuem carro ou licença, bem como acesso ao carro em seu trajeto até o campus. Eles tendem a se deslocar por transporte público. O segundo grupo se trata de docentes com idade entre 45 a 60 anos com alto poder aquisitivo e alto nível de escolaridade, cuja tendência é usar o carro. Por fim, o terceiro grupo contempla alunos de pós-graduação e servidores que escolhem usar o carro e possuem licença para dirigir e acesso ao carro no trajeto, bem como especialização ou mestrado como escolaridade.

Para o Benfica, o primeiro grupo também considerou jovens alunos de graduação usando transporte público. No entanto, eles apresentaram renda baixa. No Porangabuçu, este grupo ainda englobou alunos de mestrado com renda de um a três salários mínimos. O segundo grupo diferiu do Pici por tratar de docentes com mais tempo de magistério (11 a 15 anos). No Porangabuçu, este grupo incluiu servidores de nível superior atuando há mais de 20 anos. A posse de automóvel foi específica do terceiro grupo (Benfica), que abrangeu alunos de pós-graduação e servidores, com menos de 5 anos na UFC, que tendem a escolher o carro. Isto pode ser explicado pelo fato destes indivíduos ainda estarem construindo seus hábitos de deslocamento até seu local de trabalho ou estudo, tendo em vista seu ingresso recente na universidade. No Porangabuçu, além da renda a partir de três salários mínimos, esse grupo englobou alunos de doutorado e tende a escolher modos ativos.

A ACH demonstrou que alguns grupos de indivíduos podem apresentar padrões semelhantes de escolha. É comum avaliar a qualidade dos clusters para validar a formação dos agrupamentos pelo método de silhueta. Ele permite uma variação de -1 (má qualidade) até 1 (boa qualidade) para medidas individuais por cluster, e de 0 (sobreposição) a 1 (boa separação), para médias. Os valores individuais variaram entre 0,42 (cluster 1; Pici e Porangabuçu) e 0,62 (cluster 3; Pici). No entanto, a média de 0,5 (Benfica e Porangabuçu) não permitiu chegar a conclusões sobre a qualidade dos clusters. Tendo em vista que estas técnicas exploratórias não possuem poder preditivo, não é possível fazer inferência estatística (Hair *et al*., 2019), justificando a formulação de modelos de escolha discreta.

4.2 Modelos de regressão logística multinomial

Os modelos foram construídos a partir da análise exploratória. A ausência de multicolinearidade foi testada pelo fator de inflação da variância (VIF) e fatores de preocupação foram excluídos (VIF > 10). As variáveis "Pauto" e "Dcarro" se mostraram mutuamente exclusivas. Apenas "Dcarro" foi incorporada aos modelos. Os modelos obtiveram convergência satisfatória e seus efeitos globais identificaram previsores significativos: "escolaridade", "licença" e "disponibilidade de carro" (Pici); "idade", "renda" e "disponibilidade de carro" (Benfica). Para o Porangabuçu, apenas "tempo de UFC" não se apresentou como previsor significativo. O modo "TPU" foi definido como categoria de referência para a variável dependente. As categorias de referência das demais variáveis são indicadas na **Tabela *4***. Para o Porangabuçu, a referência para a variável "renda" foi RENDA_2, pois a classe anterior não apareceu para todos os modos. Além disso, as categorias de modos ativos e outros modos não apresentaram dados suficientes para este campus, inviabilizando suas análises. A direção, magnitude e significância dos coeficientes e medidas de qualidade de ajuste são mostradas na **Tabela *4***.

Efeitos específicos das variáveis nos modelos de regressão logística

Foi observado um efeito significativo na preferência por modos ativos e outros modos entre indivíduos mais velhos (45 a 60 anos) que frequentam o Benfica. Para o modo carro, esse efeito foi observado entre indivíduos a partir de 30 anos. No Pici, a idade não representou um fator determinante sobre a decisão por modos ativos. No entanto, demonstrou influência sobre a escolha do carro e de outros modos para indivíduos com idade entre 30 e 45 anos. Além disso, ser idoso se mostrou como uma barreira na escolha de outros modos em detrimento do transporte público. No Porangabuçu, os idosos estão mais propensos a usar o carro do que os mais jovens. A pesquisa de Pinton e Rodrigues da Silva (2021) menciona sobre diferenças nos padrões de deslocamento entre viajantes mais velhos e mais novos, além da preferência destes últimos por modos sustentáveis. Os resultados do Benfica divergiram neste aspecto.

O tempo de universidade também contribuiu para a escolha. No Pici, a probabilidade de optar por modos ativos é maior entre aqueles que estão na universidade há mais tempo. Este grupo mostrou também uma tendência a escolher o carro ou outros modos para se deslocar. Constatou-se então, que o efeito exercido por esta classe independe do modo escolhido. Em contraste, aqueles com menos tempo (1 a 5 anos) são menos inclinados a adotar modos ativos para ir até o Pici. No Benfica, esse padrão é observado para aqueles que frequentam o campus há mais de 20 anos. Estes, no entanto, possuem uma tendência maior de escolher o carro, enquanto para o Pici e o Porangabuçu não foi verificada associação significativa. Outros modos têm menos chance de serem escolhidos do que o transporte público por indivíduos que atuam no Benfica entre 16 e 20 anos. Grupos de indivíduos que atuam há mais tempo na universidade tendem a estar mais familiarizados com o trajeto até o campus, mostrando maior conhecimento sobre a infraestrutura disponível para cada modo. Seus hábitos de deslocamento podem estar consolidados e, quando comparados com os recém chegados, se apresentam menos suscetíveis a mudanças. Vale ressaltar que a pandemia mundial pode ter desencadeado novos hábitos de mobilidade (DeWeese *et al*., 2022).

Com relação à escolaridade, os resultados mostraram que indivíduos graduados, com especialização, estão mais propensos a escolher qualquer modo em detrimento do transporte público (Pici). No caso do Benfica, este grupo tende a escolher o carro. Além disso, pessoas com escolaridades mais altas (mestrado ou doutorado) têm uma propensão maior a usar o

carro para se deslocar até o Pici e modos ativos para se deslocar até o Benfica. No Porangabuçu, foi observado um efeito contrário por conta da associação negativa encontrada entre indivíduos com mestrado e o uso do carro. Com relação aos modos ativos, associações positivas foram verificadas entre frequentadores do Pici com nível superior, especialização ou mestrado. Escolaridade e vínculo são variáveis que estão correlacionadas. O padrão de grupos com doutorado pode estar relacionado ao comportamento dos docentes. Geralmente, professores universitários cumprem uma carga horária de 20 a 40 horas semanais. Moniruzzaman e Farber (2018) mostram que a frequência pode ser determinante no padrão de escolha. A grande oferta de vagas no campus do Pici também pode induzir a escolha de docentes pelo carro, enquanto a limitação de vagas no Benfica tende a inibir este padrão.

Tabela 4 Resultados dos coeficientes estimados e significância nos modelos

	Modo Carro			**Modo Ativo**		**Modo Outros**	
Categorias	**Pici**	**Benfica**	**POR**	**Pici**	**Benfica**	**Pici**	**Benfica**
IDADE	CR: IDA_0						
IDADE_ORD1	1,19**	1,50**	102,85	0,33	0,27	1,03**	0,13
IDADE_ORD2	1,37*	3,21***	89,86	0,61	2,11**	0,78	2,83**
IDADE_ORD3	0,40	2,21	219,6***	0,30	0,31	-19,01***	0,14
TEMPO DE UFC	CR: TUFC_1						
TUFC_2	0,44	1,17	35,96	-1,32*	0,52	-0,13	0,74
TUFC_3	0,10	-0,53	66,67***	0,21	-0,16	-0,07	0,70
TUFC_4	23,70***	-0,18	21,96***	24,80***	0,82	23,75***	-26,68***
TUFC_5	0,40	19,30***	-62,31	0,36	-22,97***	-0,77	1,89
ESCOLARIDADE	CR: ESC_1						
ESC_2	0,21	1,35	-459,45	1,19**	0,39	0,69	1,36
ESC_3	1,61**	2,63**	-442,18	1,93**	1,54	2,17***	-0,07
ESC_4	0,96*	1,56	-498,28**	1,10*	2,28**	0,76	0,84
ESC_5	1,44*	1,45	-580,31	0,03	2,80**	1,17	0,84
RENDA	CR: RENDA_1						
RENDA_2	0,77	10,09***	283,99	-0,46	0,02	0,24	-0,70
RENDA_3	1,69	11,21***	304,59***	-0,42	-0,24	-0,24	0,45
RENDA_4	1,67	11,32***	304,36***	-0,72	-2,28	-0,39	-0,56
RENDA_5	1,93	12,83***	709,69***	-0,86	-0,47	0,68	1,21
RENDA_6	2,95**	13,30***	399,22*	0,35	0,52	1,11	1,46
LICENÇA	CR: CARTA_N						
CARTA_S	0,95*	1,34	187***	0,83*	-0,06	0,86**	0,84
DISP.	CR: DCARRO_N						
DCARRO_S	18,74***	44,76***	660***	0,11	0,78	0,22	0,33

(POR: Porangabuçu, CR: Categoria de Referência, DISP: Disponibilidade)

Pseudo R2 de Nagelkerke: Pici = 0,67; Benfica = 0,74; POR = 0,94

*** Significância de 1% ($p < 0,01$); ** Significância de 5% ($p < 0,05$); * Significância de 10% ($p < 0,1$)

Quanto à Renda Domiciliar, não foram observados efeitos significativos desta na escolha por modos ativos ou outros modos. No entanto, constatou-se que indivíduos com rendas domiciliares mais altas (>9 SM) estão mais propensos a usar o carro para viajar até o campus do Pici. Nos outros campi as categorias de renda que desencadeiam essa escolha partem de patamares mais baixos, sugerindo que possuir rendas menores pode não ser obstáculo para impedir um padrão de viagem orientado para o carro. De acordo com a magnitude dos coeficientes do Benfica, verificou-se que o aumento da renda estimula o uso do carro e reduz

o uso do transporte público. Este resultado confirma as descobertas de Moniruzzaman e Farber (2018), que mostram que o aumento da renda e o aumento da posse de carro são fatores que desincentivam o uso de modos mais sustentáveis.

Sobre a posse de licença para dirigir, no Porangabuçu foi observado um efeito significativo na preferência pelo carro entre indivíduos com licença. Já no campus do Pici, a posse de licença aumenta tanto a propensão pela escolha do carro, como de modos ativos e outros modos. Ou seja, independente do modo usado viajar até o Pici, o efeito da licença sobre a escolha é mantido. Não foram verificadas associações significativas para esta variável no campus do Benfica. Um resultado comum se refere ao aumento da probabilidade de indivíduos que dispõem de carro no seu trajeto em usar o carro, independente do campus de destino. Para modos ativos e outros modos a disponibilidade de carro no trajeto não apresentou associação.

Os resultados dos modelos de regressão buscaram validar os indicativos fornecidos pela análise exploratória, realizada a partir de ACM e ACH. Para o Porangabuçu, por exemplo, todas as variáveis apontadas como relevantes pela ACM foram validadas pelos modelos referentes ao modo carro. As variáveis "renda" e "disponibilidade de carro" foram validadas apenas para o modo carro (Pici e Benfica). Apesar de não se apresentar como relevante na ACM, a variável "posse de licença" se mostrou significativa para todos os modelos do campus do Pici. No Benfica, foi verificado um efeito contrário.

5 CONCLUSÕES

Relações entre variáveis categóricas e a escolha de modos de transporte para deslocamentos até três campi da Universidade Federal do Ceará foram investigadas neste estudo. A Análise de Correspondência Múltipla identificou idade, vínculo, escolaridade e disponibilidade de carro como potenciais motivadores da escolha. Esta técnica de análise se mostrou uma ferramenta de fácil aplicação e eficaz nesta exploração. Os efeitos da socioeconomia e da acessibilidade na escolha por modos ativos, carro ou outros modos foram mostrados a partir de modelos de regressão logística multinomial. Estes forneceram bons ajustes e validaram aspectos importantes das análises de cunho exploratório.

Limitações da amostragem, como a não aleatoriedade da amostra de estudantes de graduação e o tamanho amostral por campus, podem gerar viés nos resultados e afetar a robustez das análises. Destaca-se a necessidade de um planejamento voltado para as particularidades dos grupos de indivíduos e para a localização do ambiente universitário, além do engajamento da comunidade acadêmica, visando a implementar medidas mais eficientes. Futuras etapas deste projeto devem contemplar a inclusão de outros tipos de variáveis e dados de campi da UFC localizados em cidades do interior do Ceará.

6 REFERÊNCIAS

Ali, F., Dissanayake, D., Bell, M., e Farrow, M. (2018). Investigating car users' attitudes to climate change using multiple correspondence analysis. **Journal of Transport Geography**, 72, 237–247.

Beria, P., Campisi, E., Tolentino, S., e Perotto, E. (2021). The irreducibles: The causes of non-propensity to shift to public mode to access university campus. **Case Studies on Transport Policy**, 9(3), 1198–1210.

Cadima, C., Silva, C., e Pinho, P. (2020). Changing student mobility behaviour under financial crisis: Lessons from a case study in the Oporto University. **Journal of Transport**

Geography, 87, 102800.

Caulfield, B., Browne, S., Mullin, M., Bowman, S., e Kelly, C. (2021). Re-open our city and campus post-Covid: A case study of Trinity college Dublin, the University of Dublin. **Case Studies on Transport Policy**, 9(2), 616–625.

Costa, P. S., Santos, N. C., Cunha, P., Cotter, J., e Sousa, N. (2013). The Use of Multiple Correspondence Analysis to Explore Associations between Categories of Qualitative Variables in Healthy Ageing. **Journal of Aging Research**, 2013, 1–12.

Crotti, D., Grechi, D., e Maggi, E. (2022). Proximity to public transportation and sustainable commuting to college. A case study of an Italian suburban campus. **Case Studies on Transport Policy**, 10(1), 218–226.

De Angelis, M., Mantecchini, L., e Pietrantoni, L. (2021). A Cluster Analysis of University Commuters: Attitudes, Personal Norms and Constraints, and Travel Satisfaction. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18(9), 4592.

DeWeese, J., Ravensbergen, L., e El-Geneidy, A. (2022). Travel behaviour and greenhouse gas emissions during the COVID-19 pandemic: A case study in a university setting. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, 13, 100531.

Etminani-Ghasrodashti, R., Paydar, M., e Hamidi, S. (2018). University-related travel behavior: Young adults' decision-making in Iran. **Sustainable Cities and Society**, 43, 495–508.

Faboya, O. T., Ryan, B., Figueredo, G. P., e Siebers, P.-O. (2020). Using agent-based modelling for investigating modal shift: The case of university travel. **Computers & Industrial Engineering**, 139, 106077.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., e Anderson, R. E. (2019). **Multivariate data analysis** (Eighth edition). Cengage.

Hasnine, M. S., Chung, B., e Nurul Habib, K. (2022). How far to live and with whom? Role of modal accessibility on living arrangement and distance. **Transportmetrica A: Transport Science**, 1–23.

Henning, E., Ferreira Shubert, T., e Ceccato Maciel, A. (2020). Modelling of University Student Transport Mode Choice in Joinville: A Binary Logistic Model for Active Modes. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, 8(4), 678–691.

IBGE. (2024). **Censo 2022—Divulgação dos Resultados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. https://censo2022.ibge.gov.br/etapas/divulgacao-dos-resultados.html

Kim, J., e Lee, B. (2023). Campus commute mode choice in a college town: An application of the integrated choice and latent variable (ICLV) model. **Travel Behaviour and Society**, 30, 249–261.

Maia, A. C. L., e De Azevedo Filho, M. A. N. (2024). Research instruments and data analysis for mode choice in travel within the university environment. **Caderno Pedagógico**, 21(1), 447–482.

Maia, A. G., Carvalho, C. S. D., Venâncio, L. C., e Dini, E. D. (2020). The Motives Behind Transport Mode Choice: A Study with University Students in Brazil. **Ambiente & Sociedade**, 23, e01884.

Maljaee, S. S., e Khadem Sameni, M. (2022). Investigating factors affecting university students' use of subway before and after COVID-19 outbreak: A case study in Tehran. **Journal of Transport Geography**, 105, 103461.

Moniruzzaman, M., e Farber, S. (2018). What drives sustainable student travel? Mode choice determinants in the Greater Toronto Area. **International Journal of Sustainable Transportation**, 12(5), 367–379.

Pinton, J. T., e Rodrigues Da Silva, Antônio Nelson. (2021). Uma Análise da Escolha Modal de Frequentadores Regulares da USP em São Carlos entre 2012 e 2019. **Anais do 35o. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET**, 1946–1957.

R Core Team. (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing** [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Ribeiro, P. J. G., e Fonseca, F. (2022). Students' home-university commuting patterns: A shift towards more sustainable modes of transport. **Case Studies on Transport Policy**, 10(2), 954–964.

Sfeir, G., Abou-Zeid, M., e Kaysi, I. (2020). Multivariate count data models for adoption of new transport modes in an organization-based context. **Transport Policy**, 91, 59–75.

Soltani, A., Azmoodeh, M., Doostvandi, M., Sheikh Ahmadi, A., e Rahimi, M. (2024). Post-COVID-19 campus commuting patterns and influential factors: Evidence from a developing country. **Transportation Planning and Technology**, 1–32.

Steimle, L. N., Sun, Y., Johnson, L., Besedeš, T., Mokhtarian, P., e Nazzal, D. (2022). Students' preferences for returning to colleges and universities during the COVID-19 pandemic: A discrete choice experiment. **Socio-Economic Planning Sciences**, 82, 101266.

Thibenda, M., Wedagama, D. M. P., & Dissanayake, D. (2022). Drivers' attitudes to road safety in the South East Asian cities of Jakarta and Hanoi: Socio-economic and demographic characterisation by Multiple Correspondence Analysis. **Safety Science**, 155, 105869.

UFC. (2022). **Portal de Dados Abertos da UFC**. Universidade Federal Do Ceará. http://dados.ufc.br/

Vahedi, J., Shams, Z., e Mehdizadeh, M. (2021). Direct and indirect effects of background variables on active commuting: Mediating roles of satisfaction and attitudes. **Journal of Transport & Health**, 21, 101054.

PESSOAS IDOSAS E A CAMINHABILIDADE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A. L. R. S. Santos, M. G. Silva, E. F. Oliveira, D. A. Lessa, B. A. Matos, L. Cardoso, D. A. G. Palhares e R. M. Barros

RESUMO

As pesquisas envolvendo o envelhecimento da população e o crescimento urbano destacam a importância de políticas públicas voltadas aos ambientes urbanos acessíveis e seguros para as pessoas idosas. Este artigo analisa, por meio da bibliometria, o estado da arte sobre a caminhabilidade desse grupo entre 2006 e 2023. Para tanto, foram utilizadas as plataformas *Web of Science* (*WoS*) e *Scopus*, onde identificou-se 485 documentos relacionados, representando apenas 12,28% do total de trabalhos sobre caminhabilidade. O *International Journal of Environmental Research and Public Health* foi o periódico mais destacado, enquanto a Universidade de Hong Kong liderou as pesquisas na área, justificado pela alta proporção de pessoas idosas na população local. O artigo mais citado investigou como o ambiente construído influencia a atividade física destes. No geral, os estudos para esse grupo etário são relativamente recentes, com poucos esforços e pesquisas dedicados ao tema.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional vem se tornando uma realidade das cidades a partir da década de 60, com a redução das taxas de fecundidade e mortalidade (Macedo *et al*., 2008). Seguindo essa tendência, a Organização das Nações Unidas (ONU) (2017) estimou que o número de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, no mundo, chegará a 2,1 bilhões em 2050 e a 3,1 bilhões em 2100. De acordo com os dados coletados, e as estimativas divulgadas pela *Population Ageing,* referente ao percentual de pessoas idosas nos anos de 2006 e 2050, a Ásia e a América são os continentes que apresentarão os maiores acréscimos em termos percentuais (15%) dessa parcela populacional.

Diante dessa nova configuração etária, surge a necessidade de adaptar os espaços urbanos para atender às especificidades desse grupo populacional (Wong e Carvalho, 2006). É importante que as cidades acolham e minimizem os impactos naturais do envelhecimento, para que, além desse grupo crescer em quantidade, tenham qualidade de vida, isto é, tenham um envelhecimento saudável (Carvalho e Costa, 2019). Para Tavares *et al*. (2017), um dos conceitos basilares do envelhecimento saudável é a boa relação do indivíduo com o meio urbano. Ao relacionar as colocações de Gehl (2015), em sua obra Cidade para Pessoas, nota-se que o vínculo, a identidade e a apropriação das pessoas com o meio urbano se estabelecem em ambientes caminháveis.

Nessa lógica, o estudo caminhabilidade (do inglês *walkability*), definida por Pitilin *et al.* (2018), como a capacidade de um determinado ambiente construído suportar e encorajar o

caminhar, ganha relevância. Isso porque esse campo de pesquisa avança em diversas perspectivas, principalmente ao analisar como as pessoas interagem com os espaços urbanos e os fatores que influenciam suas escolhas no deslocamento pelo modo a pé. Aspectos fundamentais, como a diversidade de usos do solo, densidade populacional, conectividade das vias, qualidade do ambiente pedestre, presença de comércio local, segurança, acessibilidade e disponibilidade de diferentes modos de transporte, têm sido destacados como elementos-chave na promoção de espaços urbanos favoráveis à mobilidade a pé (Pitilin e Sanches, 2020).

Voltado às pessoas idosas, a Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu o Guia Global Cidade Amiga do Idoso, que cita, dentre outras estruturas e serviços que necessitam de atenção para a inclusão do grupo etário, a infraestrutura pedonal, para permitir deslocamentos seguros e o convívio social (OMS, 2007). Ademais, há estudos, assim como os desenvolvidos por Barnett *et al*. (2017), Hoof *et al*. (2018) e Wang e Yang (2019) focados na caminhabilidade de pessoas idosas mas que se diferem enquanto escala e abordagem. Barnett *et al*. (2017) buscaram entender a correlação entre o ambiente construído com a atividade física. Já Hoof *et al*. (2018) focaram o estudo aos desafios dessa parcela populacional no continente europeu, bem como Wang e Yang (2019) consideraram a escala do bairro. Essa variedade reflete a diversidade das cidades e das pessoas dentro do próprio grupo etário.

Estabeleceu-se, como meta da Agenda 2030, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em que 17 objetivos foram firmados a fim de promover ações de melhorias à vida em diversos modelos de existência, destinando aos idosos a continuidade de direitos sociais e um melhor rumo de realidades, sobretudo relacionados a valores financeiros e previdenciários, mas também às questões que envolvem a invisibilidade social e o isolamento. O entendimento do envelhecimento requer uma análise abrangente de extensos fatores tais como os biológicos, sociais e culturais, logo adaptar-se às mudanças do perfil etário, o que inclui atender às novas necessidades e potencialidades, é entender que a população idosa está em constante evolução (Mocelin, 2021).

Diante das perspectivas supramencionadas, o presente artigo tem como objetivo analisar, por meio da bibliometria, o desenvolvimento dos estudos referentes à caminhabilidade das pessoas idosas. Para tal, a partir de uma ampla revisão em bases de dados de trabalhos científicos, buscou-se conhecer o quantitativo das publicações anuais entre o período de 2006 e 2023. Este intervalo de tempo abrange desde a publicação do primeiro estudo sobre caminhabilidade até o ano anterior ao presente, uma vez que o ano em curso ainda não foi concluído. Durante a condução do trabalho, objetivou-se identificar as publicações mais citadas, os periódicos, os autores e as instituições com mais pesquisas sobre a temática. Em sequência, atribuiu-se correlações importantes advindas desses resultados e consequentes conclusões.

2 METODOLOGIA

2.1 Análise bibliométrica

A análise bibliométrica é uma abordagem quantitativa que utiliza dados bibliográficos para avaliar a produção científica, que permite uma representação mais rica e estruturada dos dados, de modo a ampliar a compreensão dos resultados (Leydesdorff e Welbers, 2011). Medeiros *et al.* (2015) pautam os seguintes objetivos como sendo os principais na realização das pesquisas bibliográficas: i) o levantamento dos pareceres de outros pesquisadores sobre o estudo a ser pesquisado; ii) a identificação de lacunas investigativas;

iii) a utilização, como material de estudo, dos trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores. Como base para os estudos que envolvem a análise bibliométrica, foram utilizadas bases de dados como a *Scopus* e a *Web of Science* (*WoS*).

A exemplo, cita-se o estudo de Pitilin e Sanches (2020), desenvolvido com a finalidade de compreender o comportamento das produções científicas a respeito da caminhabilidade entre os anos de 2000 e 2018. Neste, as autoras usufruíram das informações da *Scopus*, por ser considerada a maior base de dados de citações e resumos revisados por pares (Elsevier, 2024). Enquanto Braga *et al*. (2019) utilizaram a *WoS* em conjunto com a *Scopus* a fim de identificar as métricas de mobilidade urbana mais utilizadas.

Destaca-se que a junção das duas plataformas foi pertinente, uma vez que elas ocupam uma posição internacional e um extenso conteúdo, de modo a facilitar o acesso aos periódicos mais citados, identificar as múltiplas áreas que envolvem o tema e demais registros relacionados ao tema buscado (Bastos e Silva, 2019). Seguindo essa mesma lógica, a fim de ampliar a identificação dos documentos, optou-se por utilizar ambas nas plataformas *WoS* e *Scopus*, de forma conjunta.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi dividida em dois momentos. Primeiramente, para identificar a totalidade dos estudos acerca da temática caminhabilidade, foram feitas, no dia 20 de janeiro de 2024, buscas com o termo traduzido para o inglês: *walkability*. Na *WoS*, foram identificados 3.648 documentos e, na *Scopus*, 2.702, que somados, resultaram em 6.350. Após essa etapa, fez-se a seleção e remoção dos 1.916 trabalhos que estavam duplicados, obtendo assim, um total de 4.434 estudos referentes à temática. Vale destacar que, como o objetivo era identificar a totalidade de estudos desenvolvidos acerca da temática, não foi determinada uma temporalidade inicial, mas houve a necessidade de limitar a seleção aos documentos datados do ano de 2023, uma vez que esse era o último ano completo até o momento de realização da pesquisa.

No segundo momento, buscou-se afunilar a pesquisa para identificar a quantidade de estudos inerentes à caminhabilidade que tratassem conjuntamente das questões das pessoas idosas. Para o alcance, foi feita uma segunda consulta à *WoS* e à *Scopus*, utilizando para além do termo *walkability*, duas variações da tradução da palavra pessoa idosa: *elderly* e *old people*, combinadas nas sintaxes "*TS=(((elderly) OR (old people)) AND ((walkability)))*" e "*"elderly" OR "old people" AND "walkability"*", respectivamente. Assim, verificou-se a existência de 314 e 263 documentos, respectivamente. Entretanto, desses 577, 92 tiveram que ser removidos por estarem duplicados, restando 485 trabalhos.

Antes de prosseguir com a análise dos dados coletados, foi necessário realizar a exclusão dos 485 documentos relacionados à caminhabilidade de pessoas idosas dos dados coletados inicialmente com o termo "*walkability*". Isso resultou em um total de 3.949 produções, excluindo os estudos que abordavam ambas as temáticas para garantir uma análise precisa dos resultados e evitar a contagem duplicada dos documentos. Essa etapa foi fundamental para assegurar a integridade da análise e a confiabilidade dos resultados obtidos. A sequência e o número de documentos identificados e removidos em cada etapa estão apresentados no fluxograma da Figura 1.

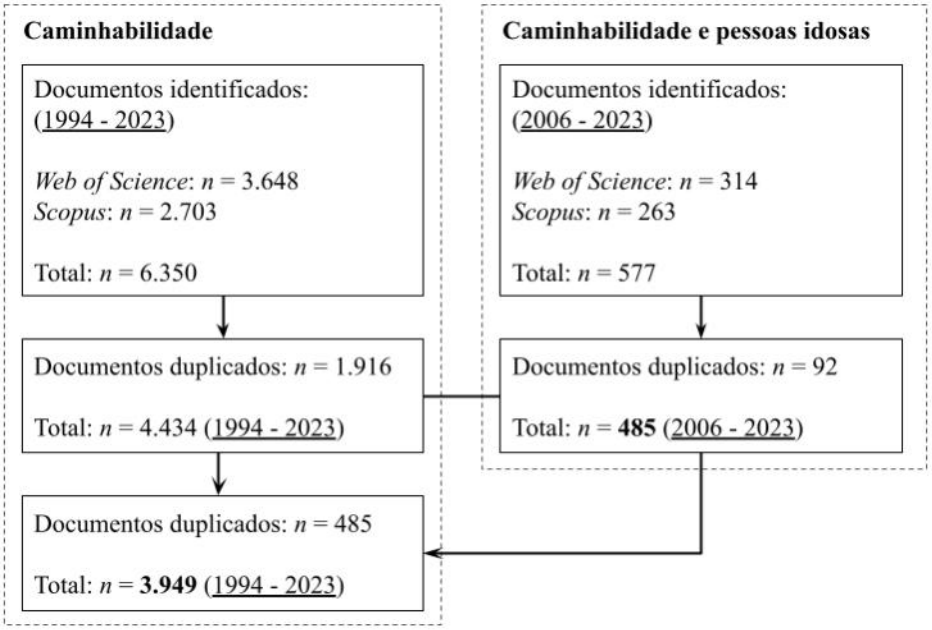


Fig. 1 Fluxograma dos estudos de Caminhabilidade e Caminhabilidade e pessoas idosas.
Fonte: Elaboração própria.

3 RESULTADOS

Observando o comportamento das produções por ano (Figura 2), destaca-se que o artigo mais antigo, dentre os 3.949 analisados, remonta a 1994. Notavelmente, o estudo pioneiro nessa área não estava indexado em ambas as plataformas, uma vez que foi conduzido em 1993 por Chris Bradshaw. Intitulado "*Creating - And Using - A Rating System For Neighborhood Walkability Towards An Agenda For 'Local Heroes'*", esse estudo de Bradshaw propôs um Índice de Caminhabilidade (IC) voltado para um bairro em Ottawa (Canadá). Seu objetivo era avaliar se os valores dos impostos imobiliários refletiam a qualidade dos segmentos de calçada e faces da quadra, além de estarem em conformidade com a segurança pública do bairro (Ghidini, 2011).

De forma geral, observa-se uma expansão desses estudos ao longo do tempo. Em 1994, registrou-se apenas uma publicação nas plataformas, enquanto em 2023, esse número alcançou 594. Além disso, ao comparar a quantidade de publicações por temática, nota-se que as pesquisas relacionadas às pessoas idosas representam 12,3% do total de estudos sobre caminhabilidade. Embora essa proporção seja relativamente baixa em comparação com outros artigos, a tendência de crescimento ao longo dos anos também é evidente. É possível, também, associar a publicação do Guia Global Cidade Amiga do Idoso pela OMS em 2007 com a crescente nos estudos a partir desta data. A OMS direciona e coordena a saúde internacional, assim, ao posicionar-se enquanto Organização preocupada com a nova configuração etária, instituições e estudiosos da área passaram a ver a necessidade em desenvolver pesquisas alinhadas à temática.

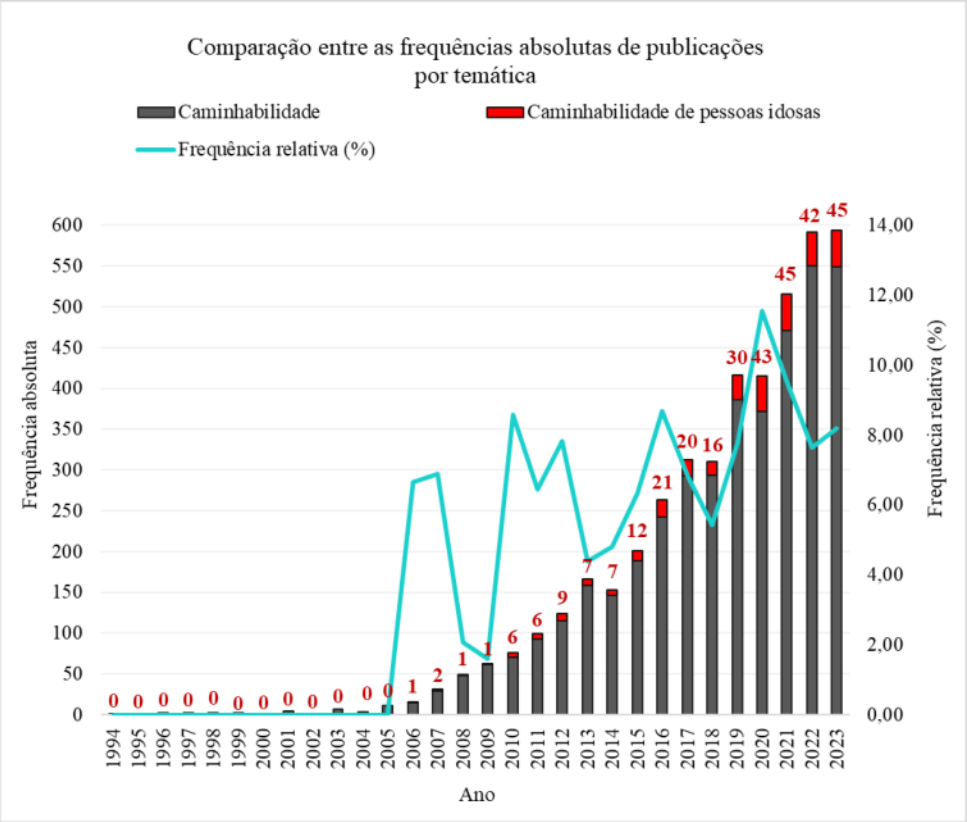


Figura 2 Frequência absoluta e relativa das publicações por temática - Pesquisa realizada em 20/01/2024

De acordo com o *ranking* dos documentos, segundo o número de citações (Tabela 1), o artigo intitulado "*Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis*" foi o mais citado (435 vezes). Este foi elaborado por Barnett *et al*. (2017) com o objetivo de avaliar a relação entre os aspectos do ambiente construído, a prática de atividade física e dos deslocamentos a pé das pessoas idosas. Para atingi-lo, os autores realizaram uma revisão sistemática e meta-análise e puderam observar que bairros seguros, esteticamente agradáveis, com acesso a destinos e serviços, parques e demais espaços públicos abertos, são incentivos aos idosos para a prática das atividades físicas e a utilização do modo a pé para acesso à cidade (Barnett *et al*., 2017). Os artigos que ocuparam o segundo e terceiro lugar no *ranking* foram citados 119 e 101 vezes e publicados nos anos de 2018 e 2019, respectivamente.

Tabela 1 *Ranking* dos documentos mais citados.

Ranking	Título	Ano	Autores	Quantidade de citações
1º	*Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis*	2017	Barnett, DW; Barnett, A; Nathan, A; Van Cauwenberg, J; Cerin, E	435
2º	*The Challenges of Urban Ageing: Making Cities Age-Friendly in Europe*	2018	Hoof, J. V.; Kazak, J. K.; Perek-Białas, J. M.; Peek, S. T. M.	119
3º	*Neighbourhood walkability: A review and bibliometric analysis*	2019	Wang, H.; Yang, Y.	101

Diante dos dados, os documentos foram publicados em 150 periódicos distintos, dentre os quais, destaca-se o *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, com 7,0% (34) da quantidade total de publicações (Tabela 2). O *IJERPH* é um periódico científico revisado por pares, em que podem ser publicados artigos completos, revisões críticas e notas de pesquisa relativas à saúde global, ciências da saúde, saúde comportamental e mental, doenças infecciosas, doenças crônicas e prevenção de doenças, exercício e qualidade de vida, saúde ambiental e ciências ambientais (MDPI, 2024).

Em segundo lugar, com 4,3% (21) dos documentos, tem-se o *Sustainability*, periódico internacional, também revisado por pares, cujos principais assuntos contemplados são: sustentabilidade ambiental, cultural, econômica e social. Já o terceiro com maior destaque foi o *Health & Place*, com 2,9% (14) dos 485 estudos em análise. O foco dessa revista são as pesquisas que associam a Geografia, a Saúde, a Sociologia e a Saúde Pública, ou seja, aquelas que enfatizam as diferenças na saúde e nas experiências relacionadas à saúde entre os lugares, os processos sociais, culturais e políticos (MDPI, 2024).

Tabela 2 *Ranking* dos periódicos de acordo com a quantidade de artigos na base de dados.

Ranking	Título do periódico	Quantidade artigos na base de dados	Quantidade artigos na base de dados (%)
1º	*International journal of environmental research and public health*	34	7,01
2º	*Sustainability*	21	4,33
3º	*Health & place*	14	2,89

Vale destacar as universidades com maior número de publicações, sendo 16 para a Universidade de Hong Kong (3,3%), onde os autores atuam no departamento de Saúde Pública e no departamento de Geografia. Os estudos focam em saúde pública, mas também em infraestrutura regional, desenvolvimento urbano e segurança viária, com destaque para a acessibilidade e segurança dos idosos nas cidades (Hong Kong University, 2024). A Universidade da Colúmbia Britânica, no Canadá, apresenta 15 artigos (3,1%) que integram pesquisadores de departamentos de Saúde Pública, Arquitetura Paisagística e outros, como estudos que consideram o envelhecimento no local desejado, abrangendo suas necessidades de informação e comunicação, bem como apoio físico, emocional, social e cognitivo (UBC, 2024).

No caso da *Ghent University* (2024), nos Estados Unidos, os 14 trabalhos (2,9%) se concentram em departamentos de Medicina e Ciências da Saúde, Ciências Sociais, Ciências da Terra e Ambientais e Tecnologia e Engenharia, sendo estes representantes de estudos do ambiente construído, caminhada, atividade física, saúde, caminhabilidade e vizinhança. Ainda sobre outra universidade norte-americana, a Universidade da Califórnia (2024), que apresenta 13 estudos (2,7%), é composta por mais de uma escola em um sistema, de diferentes categorias de ensino, que se dividem em múltiplas áreas de conhecimento.

Afunilando a análise dos autores de destaque, baseado na quantidade de artigos publicados, foram coletadas informações referentes à instituição pertencente, sua localização, bem como, o índice h de cada um (Tabela 3). Surgem, a partir dessa extração de informações, os dois principais pesquisadores, Van Cauwenberg e De Bourdeaudhui, ambos com 9 (1,9%) artigos desenvolvidos, sendo eles docentes da Universidade de Gante (São

Francisco/Estados Unidos). Em sequência, dois pesquisadores têm 7 trabalhos cada um, representando 1,4% das produções. Um deles atua na Universidade de Gante e o outro na Universidade de Hong Kong. Na quarta posição, há autores de três universidades distintas, localizadas no Brasil, Finlândia e Austrália. Por fim, na quinta posição, outros três pesquisadores da Universidade de Jyvaskyla (Finlândia) têm a mesma quantidade de trabalhos.

Tabela 3 *Ranking* dos autores de acordo com a quantidade de artigos na base de dados.

Ranking	Autor	Instituição pertencente	Cidade e país da instituição	Índice h	Quantidade artigos na base de dados	Quantidade de artigos na base de dados (%)
1º	Van Cauwenberg, Jelle	Universidade de Gante	São Francisco (Estados Unidos)	33	9	1,86
	De Bourdeaudhuij, Ilse			89	9	
2°	Deforche, Benedicte			56	8	1,65
3°	Cerin, Ester	Universidade de Hong Kong	Hong Kong	76	7	1,44
	Van Dyck, Delfien	Universidade de Gante	São Francisco (Estados Unidos)	48		
4°	Barnett, Anthony	Universidade Católica Australiana	Sydney (Austrália)	65	6	1,24
	Sallis, James F			143	6	
	Van Holle, Veerle	Universidade de Gante	São Francisco (Estados Unidos)	16	6	
	d'Orsi, Eleonora	Universidade Federal de Santa Catarina	Santa Catarina (Brasil)	30	6	
5°	Keskinen, Kirsi E.	Universidade de Jyvaskyla	Jyvaskyla (Finlândia)	8	5	1,03
	Van de Weghe, Nico	Universidade de Jyvaskyla		28		
	Portegijs, Erja	Universidade de Jyvaskyla		29		
	Rantanen, Taina	Universidade de Jyvaskyla		59		

Ao observar a distribuição dos trabalhos por área de estudo (Tabela 4), nota-se uma predominância de pesquisas provenientes de departamentos de Saúde Pública e de áreas ambientais. No entanto, nota-se a ausência significativa de estudos relacionados a áreas cruciais como Transporte, Engenharia, Geografia e Planejamento Urbano, bem como setores infraestruturais. Essa diferença apresenta-se como uma alerta às questões sobre a distribuição equitativa de recursos e a necessidade de uma abordagem mais abrangente e multidisciplinar para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à mobilidade e ao desenvolvimento urbano.

Tabela 4 *Ranking* de trabalhos por área de estudo

Ranking	Área de Estudo	Nº de trabalhos	Percentual por área (%)
1º	*Public Environmental Occupational Health* (Saúde Pública Ambiental e Ocupacional)	120	24,7
2º	*Environmental Sciences Ecology* (Ciências Ambientais e Ecologia)	77	15,9
3º	*Geriatrics Gerontology* (Geriatria e Gerontologia)	38	7,8
	Transportation (Transporte)		
4º	*Urban Studies* (Estudos Urbanos)	37	7,6
5º	*Science Technology Other Topics* (Ciência, Tecnologia e Outros Tópicos)	29	6,0
6º	*Public Administration* (Administração Pública)	25	5,2
7º	*Engineering* (Engenharia)	18	3,7
8º	*Sport Sciences* (Ciências do Esporte)	15	3,1
9º	*Geography* (Geografia)	14	2,9

4 CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que os estudos sobre caminhabilidade estão em ascensão, o que também se aplica ao grupo amostral de estudos voltados às pessoas idosas. Entretanto, é imprescindível observar a lacuna existente nos primeiros anos desde o início dos registros sobre os estudos. De 1994 a 2006 apresenta-se como um período em que pouco se discutiu sobre caminhabilidade, tão pouco foi dada a devida importância aos estudos relacionados às pessoas idosas. Assume-se um caráter positivo, dentro dessa perspectiva, a partir de 2006. Porém, entende-se que essa carência de estudos reflete em perspectivas atuais que abordam a notória presença das pessoas idosas nos espaços públicos, especialmente exercendo ativamente diversas atividades.

Historicamente, os trabalhos que envolvem a caminhabilidade, sobretudo ao considerar esse grupo da população, emergem principalmente de questões como a saúde e bem-estar, comumente abordadas por núcleos de pesquisa da medicina, medicina do trabalho, demais departamentos da saúde e ciências ambientais e ecologia, representando 63,2% do total (Tabela 4). Quantitativamente, considerando apenas a indicação das áreas de estudo, sem entrar na análise de abordagem de conteúdo dos trabalhos, observa-se que o agrupamento das áreas de Estudos Urbanos e Geografia, representam 12,4% dos trabalhos; Ciência, Tecnologia e outros tópicos, 7,1%; Engenharia, 4,4%; Ciências do Esporte, 3,6% e Transportes, 9,2% do total.

É evidente que a multidisciplinaridade possibilita uma ampla perspectiva e uma abordagem holística à ciência, entretanto, nesse caso, é preciso ressaltar a carência por ciência voltada à caminhabilidade nas áreas de estudo diretamente ligadas ao transporte, tecnicamente com

maior potencial de diagnosticar, elaborar e dimensionar soluções de infraestruturas de transportes para áreas urbanas, visando favorecer e qualificar as áreas urbanas para intensificar o uso do transporte ativo e a melhoria dos deslocamentos e da qualidade da vida das pessoas idosas. Principalmente ao considerar a qualidade dos espaços urbanos e uma mobilidade urbana eficiente, segura, inclusiva e acessível.

Os investimentos em pesquisas advém, majoritariamente, de países notoriamente com maior investimento em pesquisa, como os Estados Unidos, países europeus, mas o destaque acontece à universidade com maior número, localizada em Hong Kong. Segundo os dados encontrados, também surgem localidades do sul do globo, como Brasil e Austrália, o que reforça a potência de países em desenvolvimento no cenário global de pesquisas. Sob essa perspectiva, é destacável observar que, além da presença de boas universidades e pesquisas, essas localidades possuem em sua essência uma pluralidade vasta de espaços públicos diversos e perfis de pessoas engajadas em um crescimento contínuo em campos sociais e econômicos, aspectos essenciais ao progresso.

Na continuidade dos estudos, torna-se necessário investigar em profundidade, qual o universo do enfoque e conteúdo específico de cada um dos 485 trabalhos encontrados nas diversas áreas de estudo, o que irá permitir análises de maior espectro de causalidades, confiabilidade de dados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo fomento à pesquisa, aos programas de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG, em Engenharia Ambiental da UFOP e em Geografia da UFMG. Além das contribuições dos Departamentos de Engenharia Urbana e Engenharia Civil da Escola de Minas da UFOP.

5 REFERÊNCIAS

Barnett, D. W., Barnett, A., Nathan, A., Van Cauwenberg, J., Cerin, E. (2017). Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis. International journal of behavioral nutrition and physical activity, 14, 1-24.

Bastos, L. M. G., Silva, E. N. (2019). Public Management and Governance a partir da Plataforma Web of Science: Análise bibliométrica sobre a temática. *Revista Brasileira de Administração Científica*, *10*(3), 1-10.

Braga, I. P. C., Dantas, H. F. B., Leal, M. R. D., Almeida, M. R. D., & Santos, E. M. D. (2019). Urban mobility performance indicators: A bibliometric analysis. *Gestão & Produção*, *26*.

Carvalho, J. D. S., Costa, A. (2019). Caminhabilidade e acessibilidade urbana para a população idosa: uma análise em Campos dos Goytacazes-RJ. Humanas Sociais & Aplicadas, 9, 14-30.

ELSEVIER, S. (2024) Scopus. Revista Áudio e Base de dados, Campinas, SP, v. 1, p. ID8, 2024. Disponível em: https://econtents.bc.unicamp.br/pas/index.php/jad/article/view/296. Acesso em: 14 maio de 2024.

Gehl, J. (2015) Cidades para pessoas. 3ª edição. Tradução de Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 276 p.

Ghent University. (2024) Academic Bibliography. Disponível em: https://biblio.ugent.be/publication?text=Zoë+Van+Cauwenberg+walkability. Acesso em 14 maio de 2024.

Ghidini, R. (2011). A caminhabilidade: medida urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos–ANTP. São Paulo*, *33*, 21-33.

Hong Kong University. (2024) Featured Publications Disponível em: https://sph.hku.hk. Acesso em 14 maio de 2024.

Hoof, J. V., Kazak, J. K., Perek-Białas, J. M., & Peek, S. T. (2018). The challenges of urban ageing: Making cities age-friendly in Europe. International journal of environmental research and public health, 15(11), 2473.

Leydesdorff, L. e Welbers, K. (2011) The semantic mapping of words and co-words in contexts. Journal of informetrics, v. 5, n. 3, p. 469-475.

Macedo, D., Oliveira, C. V., Günther, I. D. A., Alves, S. M., & Nóbrega, T. S. (2008). O lugar do afeto, o afeto pelo lugar: o que dizem os idosos?. Psicologia: Teoria e pesquisa, 24, 441-449.

MDPI (2024) Jornal Menu - *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Disponível em: https://www.mdpi.com/journal/ijerph. Acesso em: 14 de maio de 2024.

MDPI (2024) Jornal Menu - *Sustainability*. Disponível em: https://www.mdpi.com/journal/ijerph. Acesso em: 14 de maio de 2024.

Medeiros, I. L., Vieira, A., Braviano, G., & Gonçalves, B. S. (2015). Revisão Sistemática e Bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação, 12(1), 93-110.

Mocelin, G., Milagres, G. Z., Krug, S. B. F., Pohl, H. H. e Carneiro, M. (2021) Elderly health professionals: which factors foster and drive this public to remain in the workplace after retirement?. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 16, p. e11101623021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23021. Acesso em: 25 abr. 2024.

OMS (Organização Mundial da Saúde) (2007) Guia Global das Cidades Amigas das Pessoas Idosas. Genebra, Suíça: OMS.

ONU (2017) Department of Economic and Social Affairs, Population D. World Population Ageing. Report no. ST/ESA/SER.A/408, 2017.

Pitilin, T. R., & da Penha Sanches, S. (2020). A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. Revista de Morfologia Urbana, 8(2), e00129-e00129.

Pitilin, T. R.; Carvalho, C. U.; Sanches, S. P. (2018) A Caminhabilidade: uma análise bibliométrica. Revista Transportes, Gramado, p. 2677-2688.

Tavares, R. E., Jesus, M. C. P. D., Machado, D. R., Braga, V. A. S., Tocantins, F. R., & Merighi, M. A. B. (2017). Envelhecimento saudável na perspectiva de idosos: uma revisão integrativa. *Revista brasileira de geriatria e gerontologia*, *20*, 878-889.

UBC. (2024) Search. The University of British Columbia. Disponível em: https://www.ubc.ca/search/refine/?q=elderlu&label=you.ubc.ca&site=*.ubc.ca#gsc.tab=0&gsc.q=elderly%20and%20spaces&gsc.sort=&gsc.page=2. Acesso em 14 maio 2024.

Universidade da Califórnia. (2024) California University. Disponível em: https://www.universityofcalifornia.edu. Acesso em 14 maio de 2024.

Wang, H., & Yang, Y. (2019) Neighbourhood walkability: A review and bibliometric analysis. Cities, 93, 43-61.

Wong, L. L. R., Carvalho, J. A. M. (2006). El Rápido Proceso de Envejecimiento en los Países del Tercer Mundo y las Políticas Sociales: el Caso de Brasil. **Notas de Población**, 81, 1-31.

UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA A DETERMINAÇÃO DA CICLABILIDADE DA CIDADE DA PÓVOA DE VARZIM

U.N. Castañon e P. J G. Ribeiro

RESUMO

Nos últimos anos a bicicleta emergiu como solução relevante para combater o crescimento e dependência do automóvel nas deslocações urbanas. A provisão de uma rede ciclável é crucial para promover o uso da bicicleta como um modo regular de transporte. Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar uma abordagem para avaliar a ciclabilidade de uma rede viária urbana através de avaliação multicritério, tendo por base critérios de acessibilidade, infraestrutura e segurança. Para esse efeito, apresenta-se o estudo de caso da Póvoa de Varzim (Portugal), onde é possível avaliar a adequação das condições dos eixos da rede viária para serem usados como a base de uma potencial rede. Os resultados obtidos mostram que a rede apresenta um nível de ciclabilidade relativamente baixo, que poderá melhorar significativamente com a criação de infraestruturas de circulação e estacionamento dedicadas, dado que também potenciarão a segurança e acessibilidade de quem usa a bicicleta.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica urbana e a qualidade de vida nas cidades estão continuamente afetadas pelos efeitos da crise climática, especialmente pelo crescimento da dependência de veículos motorizados. A bicicleta emerge como uma solução destacada no planeamento de transportes, devido à sua capacidade de aumentar a eficiência das viagens diárias e proporcionar benefícios pessoais e comunitários aos habitantes urbanos, alinhando-se diretamente com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2016). Os benefícios individuais para a saúde e a economia associados ao uso da bicicleta são amplamente reconhecidos e aceitos (ECF, 2015). Além disso, do ponto de vista urbano, a infraestrutura ciclável demanda consideravelmente menos espaço em comparação com a infraestrutura para veículos motorizados, por vezes apresentando melhor custo-benefício em sua construção e manutenção (Pucher e Buehler, 2008).

Por outro lado, a integração da infraestrutura ciclável com as redes de transporte público permite que os ciclistas acedam facilmente os *hubs* de transporte e continuem sua deslocação utilizando modos de alta capacidade, transformando as bicicletas em um importante meio de alimentação para o transporte público (Czech *et al.*, 2018). Além disso, o uso da bicicleta pode reduzir a dependência de veículos motorizados para a realização de viagens de curta distância dentro das

cidades, promovendo uma transferência modal significativa em áreas urbanas centrais (Moura *et al.*, 2017) e contribuindo para a redução das emissões de poluentes e ruído a nível local e global (Pérez-Neira *et al.,* 2020). Contudo, o planeamento e a implementação de infraestrutura ciclável enfrentam desafios significativos em ambientes urbanos (Di Mascio *et al.*, 2018). Nesse sentido, um método prático com medidas detalhadas para avaliar a rede ciclável pode ser uma ferramenta essencial e orientadora para profissionais de planeamento urbano e de transportes e para os municípios envolvidos na construção, expansão ou melhoria da infraestrutura ciclável.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de avaliação multicritério da ciclabilidade de uma rede viária, assente num Sistema de Informação Geográfico para caracterizar e avaliar as variáveis que sustentam os três critérios: acessibilidade, infraestrutura e segurança, quer estão na origem do índice de ciclabilidade para cada eixo da rede. Neste sentido, apresenta-se um estudo de caso onde se avalia este índice experimental para Póvoa de Varzim (Portugal). Como o processo de caracterização e avaliação das variáveis subjacentes aos critérios serão devidamente pormenorizados, esta abordagem pode ser facilmente aplicada, ajustada e replicada para diferentes contextos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A noção de Ciclabilidade surge como um conceito relativamente recente, derivado do estabelecido e consolidado conceito de caminhabilidade (Castañon e Ribeiro, 2021), podendo ser considerada um componente crucial para a promoção da mobilidade sustentável, particularmente no aprimoramento do planeamento do transporte urbano sustentável. Este conceito abarca diversas definições, como o nível de serviço (Lowry *et al.*, 2012), o nível de stress induzido pelo tráfego (Gholamialam e Matisziw, 2019), e a acessibilidade (Saghapour *et al.*, 2017). Embora existam diferentes abordagens conceptuais, uma definição precisa situa a ciclabilidade como a avaliação da rede ciclável como um todo, em termos de conforto, conveniência e acessibilidade (Lowry *et al.*, 2012). Quanto aos métodos de avaliação, a ciclabilidade é comumente empregada como uma indexação das características do ambiente examinado num contexto onde o uso da bicicleta é priorizado (Nielsen and Skov-Petersen, 2018). Em sua essência, avalia-se a adequação geral e o suporte oferecido pelo ambiente examinado para aqueles que optam pelo uso da bicicleta como seu meio de transporte preferencial.

Uma rede ciclável pode ser conceituada como um sistema interligado de vias urbanas onde o uso da bicicleta é permitido, proporcionando diferentes níveis de conforto e utilidade. Assim, uma rede ciclável assenta em percursos especialmente desenhados para o uso da bicicleta, abrangendo vias exclusivas e partilhadas, onde ciclistas e outros utentes da estrada compartilham o mesmo espaço (Reggiani *et al.*, 2022). Os métodos de avaliação para redes cicláveis podem ser fundamentados na localização ou nas infraestruturas, dependendo de avaliações qualitativas ou análises quantitativas para compreender as perceções dos ciclistas e avaliar as condições para andar de bicicleta (Castañon e Ribeiro, 2021). Com base na bibliografia, é possível afirmar que os principais critérios, ou domínios, na avaliação da ciclabilidade são as infraestruturas, a segurança e a acessibilidade.

As infraestruturas englobam aspetos relacionados com a disponibilidade, quantidade, qualidade e tipologia das infraestruturas de circulação (lineares – eixos) e apoio (Grigore *et al.*, 2019; Porter *et al.*, 2019), o projeto geométrico (Lowry *et al.*, 2012) e o estacionamento de bicicletas (Lin and Wei, 2018). O critério da acessibilidade inclui aspetos relacionados com o uso do solo (Saghapour *et al.*, 2017). O critério da segurança abrange elementos da relação entre as características físicas e funcionais das infraestruturas de circulação (Krenn *et al.*, 2015), bem como características do fluxo de tráfego (Lowry *et al.*, 2012) e pontos de conflito com outros modos de transporte (Ma and Dill, 2017).

Neste contexto, a abordagem de avaliação deste trabalho centra-se numa avaliação multicritério com base nestes três critérios, assumindo-se à partida que o peso de cada critério/ domínio de avaliação possui mesma importância e, que poderão ser parametrizados com base em diferentes métodos ou técnicas estatísticas. No entanto, este trabalho permite desde logo fornecer uma ferramenta de avaliação que permite realizar uma compreensão concisa e prática do nível de ciclabilidade de um determinado eixo e da rede em geral.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição da área de estudo

O concelho da Póvoa de Varzim, com uma população de 64.320 habitantes, ocupa uma área de 82,81 km² situada na Área Metropolitana do Porto, na região norte de Portugal. O estudo de caso focaliza-se na área da cidade, a qual é demarcada a norte por uma zona de interrupção urbana, a Leste por uma autoestrada (A28), a sul pela cidade de Vila do Conde, com a qual estabelece uma conurbação, e a Oeste pelo Oceano Atlântico.
O crescimento da cidade seguiu um padrão da costa para o interior (Fig. 1), com o núcleo original (1) localizado na parte sul da área de estudo. As estreitas e sinuosas vielas da cidade antiga, datadas do século XIV, ainda podem ser encontradas nesta região. A região central (2) é caracterizada pelo setor de serviços e ruas de comércio tradicional. Uma região altamente urbanizada fica ao norte (3) da região central é caracterizada por ruas que se desenvolvem paralelas à costa. Esta é uma área de praia com edifícios altos concentrados em sua porção norte. A Leste desta área encontra-se uma região mais recentemente planeada (4), onde o parque da cidade está localizado. A oeste do núcleo original estão duas zonas interiores com características distintas, uma com um aspeto rural (5) e outra mais a sul com tipologias de ocupação diversas (6). Uma zona urbana costeira de caráter residencial, exibindo um padrão de crescimento orgânico, fica no extremo mais ao norte (7).

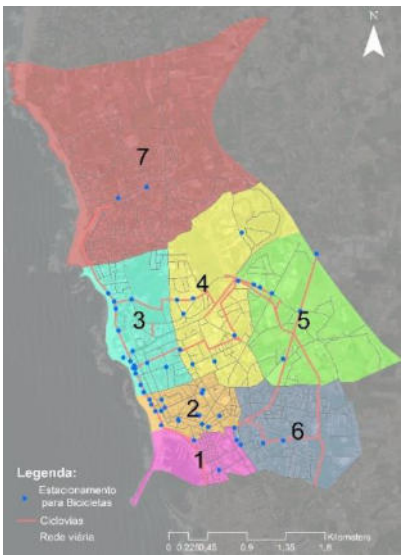


Fig. 1: Zoneamento da área de estudo

A análise da repartição modal, com base em dados dos censos de 2011 e 2021, revela um aumento de mais de 5% no uso de automóveis, sendo em 2021 de 65,8%, enquanto os modos de transporte ativos, registaram uma diminuição de 1% (INE, 2021). Embora esses dados não estejam exclusivamente relacionados com deslocações urbanas, sugerem que os padrões de deslocação na área ainda estão fortemente dependentes do uso de automóveis. Os 2,9% atribuídos à bicicleta indicam uma discrepância entre a infraestrutura existente e as necessidades dos ciclistas. No entanto, esta situação também é influenciada por fatores culturais, como a

resistência à adoção da bicicleta como meio de transporte, uma tendência que tem sido observada em outras cidades portuguesas (Fonseca *et al.*, 2023).

A Póvoa de Varzim apresenta-se como um estudo de caso promissor por diversas razões. Em primeiro lugar, destaca-se a existência de uma infraestrutura ciclável dedicada, com o concelho a possuir mais de 30 km de extensão de ciclovias. Em segundo lugar, a autarquia local demonstra um compromisso com iniciativas destinadas a contrariar as tendências do planeamento urbano centrado no automóvel, especificamente através do fornecimento de infraestruturas adequadas para a utilização regular de bicicletas (CMPdV, 2022). Adicionalmente, a geografia e a sazonalidade da cidade favorecem o uso da bicicleta como uma alternativa atrativa para deslocações urbanas, tendo em conta as distâncias moderadas, a topografia favorável (cidade quase plana) e as características costeiras da paisagem que podem potenciar o uso deste modo de transporte durante todo o ano.

3.2 Abordagem metodológica

Este trabalho utiliza um método que combina aspetos dos critérios baseados nas infraestruturas e nos territórios. Além disso, utiliza medidas quantitativas e qualitativas para avaliar a rede ciclável ao nível do segmento (trecho da rede). O índice de ciclabilidade resulta de um processo de avaliação que envolve múltiplos critérios e fatores, cuja importância depende do significado que essas variáveis assume para os diferentes tipos de *stakeholders* ou do contexto específico do processo de tomada de decisão, que numa avaliação multicritério é feito pela atribuição de pesos específicos a cada critério ou fator, que neste trabalho assumirão o mesmo peso, ou seja, assume-se que os critérios apresentam o mesmo nível de importância pois são os critérios mais comuns que se observam na bibliografia para avaliar a ciclabilidade.

O índice de ciclabilidade resultará então da soma dos resultados dos critérios que serão classificados numa escala de 0 a 1, em que 0 será sempre a situação mias desfavorável e 1 o valor que se entende ser o que mais contribui para assegurar a ciclabilidade desse troço eme avaliação. Neste sentido, as variáveis que compõe os 3 critérios dos modelos de avaliação serão normalizadas de acordo com as funções de pertinência (1), (2) e (3), que se apresentam de seguida e que serão usadas no item de avaliação das tabelas 1, 2 e 3.

$$f_I(x, a, c) = \text{MIN}\left(1, \text{MAX}\left(0, \left(\frac{(x-a)}{(c-a)}\right)\right)\right) \quad (1)$$

$$f_{II}(x, a, c) = \text{MIN}\left(1, \text{MAX}\left(0, \left(\frac{(c-x)}{(c-a)}\right)\right)\right) \quad (2)$$

$$f_{III}(x, a, b, c) = \text{MIN}\left(\text{MAX}\left(0, \left(\frac{(x-a)}{(b-a)}\right), \text{MAX}\left(0, \left(\frac{(c-x)}{(c-b)}\right)\right)\right)\right) \quad (3)$$

Essas representações são úteis ao usar uma linguagem baseada em script ou qualquer programa de planilha. As variáveis consideradas em cada critério e o respetivo processo de coleta e processamento de dados são detalhados nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Coleta e processamento de dados para o critério da acessibilidade

VARIÁVEL	IDENTIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
Conexão com o Transporte Público	Identifique todos os itinerários de autocarro da área de estudo. Verifique os segmentos de acordo com: Existência de bicicletário ou similar adjacente às paragens (100 m buffer). (conexão por alternativa) Existência de regulamentação para levar a bicicleta no interior do autocarro (conexão por associação)	Atribua a cada segmento o valor de 1 para cada verificação. Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 1. Os parâmetros de controle adotados são: a=0 e c=2.
Diversidade de destinos	Identifique os seguintes atributos para cada segmento: Comprimento(metros); Número de categorias de uso do solo presentes no segmento (N); Soma dos comprimentos das fachadas de cada categoria (C_i). As seguintes categorias devem ser consideradas: comercial/escritórios, estabelecimento educacional, áreas verdes, residencial, equipamentos sociais, e transportes.	O valor atribuído a cada seguimento é determinado pelo índice de entropia: $\frac{-\sum_{i=1}^{N}(D_i)\ln(D_i)}{\ln(N)}$ Onde: "D" é o rácio do comprimento de uma categoria "i"; "N" é o número de categorias. Classifique cada segmento de acordo com o resultado do índice acima (quanto mais próximo de 1 maior será o nível de diversidade)
Bicicletários acessíveis a partir duma paragem	Identifique todos os *hubs* de transporte (paragens e estações) e todas as áreas designadas como estacionamento de bicicleta. Verifique quais estacionamentos estão na área de influência do *hub* (*buffer* de 100 m). Determine o número de lugares para estacionamento estão relacionados a cada hub.	Atribua a cada segmento um valor baseado no número de lugares disponíveis para bicicletas Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 1. Os parâmetros de controle adotados são: a= 3 ou 50 e c=10, 200 ou 600 (no caso de paragem ou estação)

Tabela 2: Detalhamento da coleta e processamento de dados para infraestrutura

VARIÁVEL	IDENTIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
Infraestrutura de circulação Linear	Identifique todos os segmentos onde usar a bicicleta não é proibido.	Atribua a cada segmento um valor baseado em quatro categorias de infraestrutura linear. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para pista ciclável, 0,75 para faixa ciclável, 0,25 para partilha com peão, e 0 para coexistência com automóveis.
Largura da Faixa/pista	Identifique todos os segmentos que possuem infraestrutura linear dedicada. Verifique a existência de faixas e pistas cicláveis em ambos os lados do segmento.	Atribua a cada segmento um valor baseado na largura (metros) da infraestrutura linear. Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 1. Os parâmetros de controle adotados são: a=2 e c=4 (unidirecional) ou a=2.5 e c=4.5 (bidirecional).

VARIÁVEL	IDENTIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
Inclinação	Identifique todos os segmentos onde usar a bicicleta não é proibido. Organize os segmentos baseado nos seguintes atributos: extensão (metros) e cota dos pontos inicial e final. Calcule a rampa (%) para cada segmento.	Designe a elegibilidade dos segmentos de acordo com a rampa (%) e extensão (metros). Considere as seguintes classes: rampa < 6%, qualquer extensão; rampa ≥ 6%, limite: 240m; rampa ≥ 7%, limite: 120 m; rampa ≥ 8%, limite: 90 m; rampa ≥ 9%, limite: 60 m; rampa ≥ 10%, limite: 30m; rampa ≥ 11%, limite: 15m. Os segmentos não elegíveis receberão valor 0. Classifique os segmentos elegíveis de acordo com a função de pertinência tipo 2. Os parâmetros de controle adotados são: a=6 e c=11.
Regularidade da Superfície	Identifique todos os segmentos onde usar a bicicleta não é proibido. Verifique a existência de irregularidades visíveis a olho nu.	Atribua a cada segmento um valor baseado em cinco categorias de superfície. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir:1 para alcatrão; 0.80 para Betão; 0.50 para superfície irregular (presença recorrente de irregularidades superiores à 2cm); 0.20 para blocos de granito; 0 para vias não pavimentadas.
Densidade de Bicicletários	Identifique todos os locais regulamentados como estacionamento para bicicletas. Verifique quais seguimentos são contemplados com pelo menos 1 local de estacionamento (*buffer* de 100 m). Organize os segmentos baseado nos atributos: comprimento (metros) e nº de locais para estacionamento (não e é o espaço individual para cada veículo).	Atribua a cada segmento um valor baseado no número de locais de estacionamento para bicicletas por 50 metros. Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 1. Os parâmetros de controle adotados são :a=1 and c=5.
Tipologia do Bicicletário	Identifique todos os locais regulamentados como estacionamento para bicicletas. Nestes casos a ocorrência crônica de estacionamento (*fly-parking*) deve ser considerada. Verifique quais seguimentos são contemplados com pelo menos 1 local de estacionamento (*buffer* de 100 m).	Atribua a cada segmento um valor baseado em cinco categorias. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para cacifo, 0,50 para rack com cobertura, 0,25 rack simples, e 0 para *fly-parking* ou ausência de estacionamento.
Presença de Balneário	Identifique todos os balneários/WC públicos da área de estudo. Verifique quais estacionamentos para bicicleta são contemplados com pelo menos uma instalação (buffer de 100m a partir da instalação). Aplique um novo buffer (200m) a partir dos estacionamentos servidos. Verifique quais são os segmentos atendidos pela área estendida (buffers combinados).	Atribua a cada segmento um valor baseado em uma classificação binária. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para servidos; 0 para não servidos.

Tabela 3: Detalhamento da coleta e processamento de dados para segurança

VARIÁVEL	IDENTIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
Configuração da Paragem	Identifique todas as paragens na área de estudo. Verifique a configuração da paragem considerando a sua posição relativa à infraestrutura linear e a estrada (considere uma extensão de 50 metros antes e depois da paragem)	Atribua a cada segmento um valor baseado em quatro categorias. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para ausência de paragem, 0,75 configuração em ilha, 0,25 paragem no passeio, e 0 para configuração em recuo.
Densidade de Entradas/Saídas	Identifique todos os acessos para peões e automóveis adjacentes aos segmentos. Organize o conjunto de acessos de modo a calcular o número de entradas e saídas por 100 metros.	Atribua a cada segmento um valor baseado na densidade de entradas e saídas por 100m. Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 2. Os parâmetros de controle adotados são: a=15 e c=30.
Configuração do Estacionamento	Identifique todos os segmentos onde usar a bicicleta não é proibido. Verifique a configuração do estacionamento ao longo das faixas de estacionamento os	Atribua a cada segmento um valor baseado em quatro categorias. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para ausência de estacionamento; 0,67 para paralelo; 0,33 para obliquo; e 0 para perpendicular.
Largura da zona de segurança	Identifique todos os segmentos onde usar a bicicleta não é proibido. Verifique a ocorrência de zona de segurança em ambos os lados do segmento (apenas o de menor dimensão será considerado).	Atribua a cada segmento um valor baseado na largura da zona de segurança (cm). Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 1. Os parâmetros de controle adotados são: a=0 e c=50.
Interseções Protegidas	Identifique todas as interseções da rede urbana. Verifique a ocorrência das soluções de projeto consideradas (barreiras físicas, rotatórias, regiões de transição).	Atribua a cada segmento um valor baseado em quatro categorias. Classifique cada segmento conforme os pesos a seguir: 1 para interseções protegidas; 0.75 para faixa ou pista ciclável em rotunda; 0.25 para interseção com zona de transição; 0 para coexistência.
Velocidade do Tráfego Motorizado	Identifique o limite de velocidade para cada segmento (nos casos em que não há sinalização, a hierarquia da via deve determinar o limite de velocidade considerando a legislação pertinente).	Atribua a cada segmento um valor baseado no limite de velocidade (km/h). Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 2. Os parâmetros de controle adotados são: a=20 e c=50.
Volume de Tráfego	Identifique o volume diário médio (bidirecional) dos segmentos. Organize o conjunto de dados por unidade equivalente de carro de passageiros.	Atribua a cada segmento um valor baseado no volume diário médio. Classifique cada segmento de acordo com a função de pertinência tipo 2. Os parâmetros de controle adotados são: a=2500 e c=4000.

3.3 Resultados

Nesta seção, apresenta-se os resultados dos critérios considerados no índice. Cada aspeto foi vinculado às diferentes zonas da área de estudo de maneira a oferecer uma visão abrangente das condições identificadas. Os 120,2 km da rede urbana abrangidos estão distribuídos da seguinte forma: Zona 1 (6,4%); Zona 2 (10,3%); Zona 3 (11,2%); Zona 4 (18,5%); Zona 5 (13,3%); Zona 6 (16,1%); e Zona 7 (24,2%). A pontuação para cada critério inspecionado e o índice de ciclabilidade variam de 0 a 100%, tendo sido definidas cinco classes, a saber: "Muito Baixo" (0 - 20%); "Baixo" (21 - 40%); Moderado (41 - 60%); Elevado (61 - 80%); Muito Elevado (81 - 100%).

A Tabela 1 mostra a distribuição dos segmentos segundo o critério da acessibilidade. Percebe-se que as zonas 6 e 7 são aquelas que possuem maior percentual de segmentos classificados como muito baixo. Na Fig. 2a tem-se a representação gráfica para o critério da acessibilidade.

Tabela 4: Percentual de segmentos por zona para o critério acessibilidade

NÍVEL	ZONAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Muito Elevado	3,7%	7,6%	8,4%	5,9%	4,1%	-	-
Elevado	5,4%	10,8%	1,3%	1,8%	0,0%	1,7%	0,7%
Moderado	19,5%	17,2%	17,4%	9,8%	7,6%	1,8%	4,4%
Baixo	18,6%	26,1%	24,5%	22,6%	13,1%	17,9%	17,6%
Muito Baixo	52,7%	38,3%	48,4%	59,9%	75,2%	78,5%	77,3%

Os dados apresentados na Tabela 5, mostram os percentuais de segmentos segundo o critério das infraestruturas. Nenhuma das zonas apresenta nível muito elevado, entretanto as zonas 2 e 3 apresentam pequenos percentuais de nível elevado. Já as zonas 6 e 7 apresentam altos percentuais nos níveis muito baixo e baixo, sendo a somas destes superior a 90% em ambas as zonas. Na Fig. 2b tem-se a representação gráfica para o critério das infraestruturas.

Tabela 5: percentual de segmentos por zona para o critério das infraestruturas

NÍVEL	ZONAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Muito Elevado	-	-	-	-	-	-	-
Elevado	-	1,5%	2,6%	-	-	-	-
Moderado	28,7%	24,0%	8,8%	8,4%	19,0%	8,5%	4,1%
Baixo	57,0%	52,3%	78,5%	67,7%	55,1%	50,9%	48,7%
Muito Baixo	14,2%	22,2%	10,2%	23,9%	25,9%	40,5%	47,2%

A Tabela 6 mostram os percentuais de segmentos segundo o critério da segurança. Todas as zonas apresentam percentuais maiores do que 85% para este critério quando somados os níveis mais elevados. Destaca-se a zona 5, com maior concentração de segmentos de níveis elevado e muito elevado e as zonas 3 e 6 como as que apresentam a maior quantidade de segmentos classificados com os níveis inferiores de segurança. Na Fig. 2c tem-se a representação gráfica para o critério da segurança.

Tabela 6: percentual de segmentos por zona para o critério segurança

NÍVEL	ZONAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Muito Elevado	1,7%	1,8%	4,6%	13,0%	20,8%	8,7%	0,7%
Elevado	48,4%	42,3%	25,7%	29,1%	34,7%	27,0%	44,7%
Moderado	48,3%	50,8%	56,8%	51,6%	39,2%	50,7%	50,9%
Baixo	1,6%	5,1%	12,8%	6,3%	5,3%	13,6%	3,8%
Muito Baixo	-	-	0,2%	0,1%	-	-	-



(a) (b) (c)

Fig. 2 Resultados parciais por critério

O resultado final com os percentuais de segmentos segundo o índice de ciclabilidade são apresentados na Tabela **7**. Pode-se perceber que predomina entre as zonas um nível de ciclabilidade de moderado à baixo. Destacam-se as zonas 6 e 7 pelos maiores percentuais de segmentos com nível baixo de ciclabilidade.

Tabela 7: percentual de segmentos por zona segundo o índice de ciclabilidade

NÍVEL	ZONAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Muito Elevado	-	-	-	-	-	-	-
Elevado	-	5,2%	4,1%	0,7%	4,7%	-	-
Moderado	39,9%	42,0%	24,2%	19,6%	24,4%	11,2%	5,8%
Baixo	60,1%	52,8%	71,7%	79,6%	69,7%	86,7%	94,2%
Muito Baixo	-	-	-	-	1,3%	2,1%	-

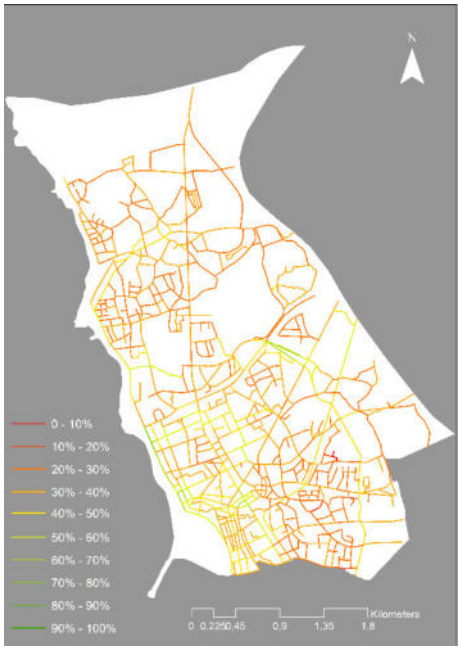


Fig 3. Resultado final da Ciclabilidade da rede urbana

4 DISCUSSÃO

A análise dos dados revelou uma distribuição heterogênea dos níveis de acessibilidade nas diferentes zonas da área de estudo. Predominantemente, observou-se a falta de acessibilidade, com 65,2% dos segmentos da área de estudo pontuando como Muito Baixo e 19,7% como Baixo. Ao considerar o uso da bicicleta como uma modalidade regular de transporte, uma elevada diversidade de atividades dentro de uma região revela-se uma característica importante pois o uso misto do solo incrementa a probabilidade de deslocações múltiplas (Krenn *et al.*, 2015; Lin e Wei, 2018). Nesse sentido a interação entre bicicletas e transporte público desempenha um papel fundamental e está condicionada ao grau de integração entre esses modos. A existência de infraestruturas para estacionamento de bicicletas adjacentes às paragens amplia a sua área de cobertura e estende o alcance para as primeiras e últimas etapas da viagem (Czech *et al.*, 2018; Raux *et al.*, 2017). A baixa pontuação para acessibilidade, deve-se principalmente à tipologia dos bicicletários, sua distribuição e número de espaços.

Relativamente à infraestrutura, os resultados apontam para uma predominância de níveis muito baixos, com 57,7% dos segmentos da área de estudo classificados nesses patamares. A infraestrutura de circulação desempenha um papel significativo em cidades onde o uso da bicicleta não é predominante pois aumentam a probabilidade de indivíduos optarem pelo uso da bicicleta como meio de transporte e dos ciclistas escolherem rotas específicas (Koh e Wong, 2013; CROW, 2016; Transport for London, 2014). Os resultados sugerem a necessidade de investimentos para aprimoramento e expansão da infraestrutura ciclável.

A respeito da segurança, os resultados revelaram que 95,6% dos segmentos área de estudo apresenta níveis moderados ou elevados. Isso indica um ambiente urbano relativamente seguro. Neste critério as variáveis que mais contribuíram para a pontuação reduzida dos segmentos foram volume de tráfego e tipologia da infraestrutura linear.

A combinação dos critérios considerados nesta análise revela baixos níveis de ciclabilidade, sugerindo constrangimentos significativos para o uso de bicicletas como meio de transporte regular na cidade da Póvoa de Varzim, sendo possível realçar a necessidade de investimentos em infraestrutura cicloviária e da adoção de políticas de incentivo ao uso da bicicleta, visando promover a mobilidade sustentável e a saúde pública.

5 CONCLUSÕES

A provisão de uma rede ciclável é crucial para promover o uso da bicicleta como um modo regular de transporte nas principais deslocações do quotidiano. Este trabalho apresentou a formulação de um índice de ciclabilidade que contempla os critérios mais empregados neste tipo de índices, como a acessibilidade, a infraestrutura e a segurança, de modo a avaliar a aptidão da rede viária urbana da Póvoa do Varzim (Portugal), uma cidade que já possui alguma infraestrutura dedicada ao modo ciclável e boas condições geográficas para ser uma cidade ciclável, mas o nível de utilização da bicicleta é muito reduzido. Os resultados obtidos permitiram concluir que o índice de ciclabilidade é baixo e talvez seja esse o fator para a reduzida demanda deste modo, tendo sido possível desde logo identificar quais as variáveis dos critérios que devem ser melhoradas, devendo o ser colocado foco na infraestrutura de circulação e reavaliação da localização dos estacionamentos para bicicletas e de sua capacidade. Trabalhos futuros podem explorar mais critérios e formas de adequação a diferentes localidades.

6 REFERÊNCIAS

Castañon, U.N., Ribeiro, P.J.G., 2021. **Bikeability and emerging phenomena in cycling: Exploratory analysis and review**. Sustainability (Switzerland) 13, 1–21. https://doi.org/10.3390/su13042394

CMPdV, 2022. **Ciclovias da Póvoa de Varzim**. URL https://www.cm-pvarzim.pt/territorio/mobilidade/modos-suaves/ciclovias/ (acesso em maio de 2024).

CROW, 2016. **Design Manual for Bicycle Traffic**. Ede.

Czech, P., Turoń, K., Urbańczyk, R., 2018. **Bike-sharing as an element of integrated Urban transport system**. Advances in Intelligent Systems and Computing 631, 103–111. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62316-0_8

Di Mascio, P., Fusco, G., Grappasonni, G., Moretti, L., Ragnoli, A., 2018. **Geometrical and functional criteria as a methodological approach to implement a new cycle path in an existing Urban Road Network: A Case study in Rome**. Sustainability (Switzerland) 10. https://doi.org/10.3390/su10082951

ECF, 2015. **Cycling delivers on the global goals**. European Cycling Federation.

Fonseca, F., Ribeiro, P., Neiva, C., 2023. **A Planning Practice Method to Assess the Potential for Cycling and to Design a Bicycle Network in a Starter Cycling City in Portugal**. Sustainability (Switzerland) 15. https://doi.org/10.3390/su15054534

Gholamialam, A., Matisziw, T.C., 2019. **Modeling Bikeability of Urban Systems**. Geogr Anal 51, 73–89. https://doi.org/10.1111/gean.12159

Grigore, E., Garrick, N., Fuhrer, R., Axhausen, I.K.W., 2019. **Bikeability in Basel**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2673, 607–617. https://doi.org/10.1177/0361198119839982

Koh, P.P., Wong, Y.D., 2013. **Influence of infrastructural compatibility factors on walking and cycling route choices**. J Environ Psychol 36, 202–213. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.08.001

Krenn, P.J., Oja, P., Titze, S., 2015. **Development of a Bikeability Index to Assess the Bicycle-Friendliness of Urban Environments**. Open Journal of Civil Engineering 05, 451–459. https://doi.org/10.4236/ojce.2015.54045

Lin, J.J., Wei, Y.H., 2018. **Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process**. Transp Res Part A Policy Pract 113, 381–396. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.022

Lowry, M., Callister, D., Gresham, M., Moore, B., 2012. **Assessment of communitywide bikeability with bicycle level of service**. Transp Res Rec 41–48. https://doi.org/10.3141/2314-06

Ma, L., Dill, J., 2017. **Do people's perceptions of neighborhood bikeability match "reality"?** J Transp Land Use 10, 291–308. https://doi.org/10.5198/jtlu.2016.796

Moura, F., Magalhães Da Silva, J., Santos, L.P., 2017. **Growing from incipient to potentially large cycle networks: screening the road network of the consolidated urban area of Lisbon**. EJTIR Issue 17, 170–190.

Nielsen, T.A.S., Skov-Petersen, H., 2018. **Bikeability – Urban structures supporting cycling. Effects of local, urban and regional scale urban form factors on cycling from home and workplace locations in Denmark**. J Transp Geogr 69, 36–44. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.04.015

Pérez-Neira, D., Rodríguez-Fernández, M.P., Hidalgo-González, C., 2020. **The greenhouse gas mitigation potential of university commuting: A case study of the University of León (Spain)**. J Transp Geogr 82. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102550

Porter, A.K., Kohl, H.W., Pérez, A., Reininger, B., Pettee Gabriel, K., Salvo, D., 2019. **Bikeability: Assessing the Objectively Measured Environment in Relation to Recreation and Transportation Bicycling**. Environ Behav 001391651882528. https://doi.org/10.1177/0013916518825289

Pucher, J., Buehler, R., 2008. **Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany**. Transp Rev 28, 495–528. https://doi.org/10.1080/01441640701806612

Raux, C., Zoubir, A., Geyik, M., 2017. **Who are bike sharing schemes members and do they travel differently? The case of Lyon's "Velo'v" scheme**. Transp Res Part A Policy Pract 106, 350–363. https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.010

Reggiani, G., van Oijen, T., Hamedmoghadam, H., Daamen, W., Vu, H.L., Hoogendoorn, S., 2022. **Understanding bikeability: a methodology to assess urban networks**. Transportation (Amst) 49, 897–925. https://doi.org/10.1007/s11116-021-10198-0

Saghapour, T., Moridpour, S., Thompson, R.G., 2017. **Measuring cycling accessibility in metropolitan areas**. Int J Sustain Transp 11, 381–394. https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1262927

INE – Instituto Nacional de Estatística, 2021. **Census 2021 Data**. URL https://tabulador.ine.pt/censos2021/?lang=EN (acesso em maio de 2024).

Transport for London, 2014. **London Cycling Design Standards**. London.

UN, 2016. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**.

ESPAÇO URBANO E O PEDESTRE: UM ESTUDO DE CASO PARA AVALIAR A ATRATIVIDADE DOS EQUIPAMENTOS URBANOS NOS NÚCLEOS DE ATIVIDADES ECONÔMICAS (NAEs)

D. A. Lessa, A. L. R. S. Santos, E. F. Oliveira, R. M. Lima e M. G. Silva

RESUMO

Para promover a qualidade de vida nas cidades, é necessário integrar o uso do solo, a mobilidade, a acessibilidade e a sustentabilidade, com foco nos modos ativos. Jacobs (2011) e Gehl (2011) destacam a importância de ruas vibrantes e seguras, convidativas para a caminhada e permanência das pessoas. Este estudo avalia a atratividade do espaço urbano para o pedestre nos Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs) da Regional Venda Nova, em Belo Horizonte, Brasil. A metodologia incluiu a utilização de dados georreferenciados e o Índice de Caminhabilidade de Aplicação Remota (ICAR), desenvolvido por Veras *et al.* (2023). Os resultados refletem a predominância de ruas com calçadas segregadas, largura insuficiente e intensa circulação de veículos, mas também apresenta boa iluminação e variedade de usos. Este estudo destaca a importância de planejar a cidade para promover a convivência e permanência das pessoas.

1 INTRODUÇÃO

Os espaços urbanos são catalisadores de trocas sociais, econômicas, de lazer, entre outras atividades. As ações voltadas para promover a vitalidade desses lugares desempenham um papel fundamental na promoção do bem-estar e da experiência dos cidadãos que os frequentam, além de criar ambientes atrativos e atentos à permanência dos indivíduos (Gehl, 2015). Reconhecer a importância de elementos que incentivam a presença de pessoas é crucial para estabelecer um ambiente acolhedor, influenciando no modo como se deslocam, permanecem e percebem esses espaços (Jacobs, 2011).

Na concepção e manutenção dos projetos urbanos, a escala humana estabelece uma conexão direta entre o ambiente urbano e o indivíduo, ou seja, os espaços públicos e a sociedade civil. Ambientes que levam em consideração as proporções humanas incorporam características benéficas à sociedade, como o tamanho das quadras, a largura e acessibilidade das calçadas, a atratividade das fachadas, o mobiliário urbano e a segurança (Carvalho, 2018). Importa-se, para que uma cidade seja viva, o convite à presença de pessoas em dinâmicas com significados reais, onde as atividades sociais e de lazer estejam combinados, diante de projetos que sustentem os processos da vida humana (Gehl, 2015).

Ao considerar os espaços, assim como o conceito, compreende-se sua natureza mutável e sua capacidade de promover mudanças, assumindo um caráter contínuo de evolução nas formas e funções sociais, tanto do passado quanto do presente (Santos, 1978). Esses lugares servem como cenário para uma variedade de processos e funções sociais, constantemente reorganizados ao longo do tempo. Trata-se de uma inter-relação entre geografia e espaço, onde as pessoas os utilizam para trabalhar, se encontrar e realizar

outras atividades, todas condicionadas pelas redes existentes. Essa dinâmica é moldada pelos interesses individuais, resultando em um emaranhado de possibilidades (Santos, 1978).

Ao longo dos anos, as interações sociais influenciam na dinâmica do espaço urbano, o qual se transforma ao longo do tempo histórico. As problemáticas decorrentes dessa produção do espaço urbano constituem a maior parte dos desafios enfrentados pelas cidades, como desigualdades sociais, expansão desordenada, urbanismo voltado para o espetáculo, lacunas na legislação, crises imobiliárias, além de outras questões, como limitações de acessibilidade e mobilidade urbana (Maricato, 2015). Nesse contexto, surge o questionamento sobre como ocorre a manutenção desses espaços diante das múltiplas realidades existentes, em que a qualidade de vida em uma região bem equipada e assistida difere daquela em áreas precariamente urbanizadas, por exemplo (Santos, 1978).

Reserva-se aos cidadãos o direito à cidade, que abrange o acesso à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, tanto para as gerações presentes quanto futuras. Nessa perspectiva, empasses surgem quando esses direitos são submetidos a um controle mercadológico, como na especulação imobiliária e uso desordenado do solo, onde fortunas podem ser formadas desnecessariamente, agravando a desigualdade social, principalmente na busca por moradia. Basta um aumento na área edificável ou uma mudança no uso permitido para que o patrimônio privado cresça exponencialmente, resultando em regiões sem planejamento urbano equitativo (Lefebvre, 1969; Bassul, 2002).

Para melhor compreensão dos efeitos anteriormente mencionados, dentro dos valores da dualidade da valorização, pode-se abordar a segregação como um processo em que distintas classes acabam se concentrando em diferentes regiões ou conjuntos de bairros, normalmente entre o centro e a periferia. Ocorre, por consequência, processos onde a produção imobiliária intensifica a expansão baseada em uma baixa densidade e informalidade das construções, o que fortalece o contraste de efeitos como a gentrificação (Rufino, 2016; Villaça, 2012; Stephan e Rabelo, 2019).

O poder público costuma adotar medidas para mitigar os efeitos negativos dos movimentos por moradia e controlar efetivamente os novos conjuntos habitacionais. Uma dessas ações é a instalação de regiões administrativas locais, que visam uma relação mais próxima entre o Estado e os cidadãos, incentivando maior participação popular. Em Belo Horizonte (Minas Gerais), desde as décadas de 1970 e 1980, foram estabelecidas sedes administrativas conhecidas como Regionais em diferentes áreas da cidade. Posteriormente, na década de 1990, foram implementadas as Unidades de Planejamento (UPs), que serviram como estrutura para o Orçamento Participativo (OP), e os Territórios de Gestão Compartilhada (TGCs) em 2011 (Barbabela e Gonçalves, 2023).

Quando se discute o uso e ocupação do solo urbano, alguns aspectos se destacam na perspectiva de um modelo sustentável para a criação de espaços funcionais e autogeridos. A ocupação espontânea promove a diversidade, o que, por sua vez, amplia as possibilidades de funções urbanas. Nesse sentido, defende-se a criação de ruas atraentes, com uma malha contínua, capazes de sustentar a formação de subcentros urbanos e de integrar diferentes ambientes. Além disso, é importante fortalecer uma identidade local com funções variadas que atendam às necessidades da comunidade. Então, para promover um desenvolvimento próspero, é essencial atrair estabelecimentos comerciais e culturais que sirvam como centros de atividade. Neste trabalho, esses centros são denominados

Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs), sendo considerados eixos importantes tanto para as atividades econômicas locais quanto para o município como um todo (Spolaor e Oliveira, 2021).

Um objeto de transformação desses espaços acontece ao reconhecer a importância de projetos voltados ao transporte a pé e a criação de ambientes que promovam não apenas a mobilidade sustentável, democrática e igualitária, mas que permita a circulação de pessoas e consequentemente fomento a atividades econômicas nos centros urbanos. Embora a caminhada tenha desempenhado um papel significativo na circulação, a rápida urbanização e industrialização dos séculos XX e XXI modificaram o espaço urbano para privilegiar a mobilidade motorizada e assim o distanciamento de pessoas, sendo realidade comum, principalmente em grandes centros urbanos (Carvalho, 2016; Vasconcellos, 2017).

Pitilin e Sanches (2020) argumentam que é crucial refletir sobre as condições atuais da mobilidade motorizada no planejamento urbano, buscando uma compreensão mais ampla dos modos sustentáveis de deslocamento. Assim, a prática da caminhada não só melhora a qualidade de vida, mas também promove a igualdade no acesso ao espaço urbano para os pedestres (Pitilin; Sanches, 2020). Para Speck (2016), a caminhabilidade transcende compensações físicas e sociais, mas contribui para a vitalidade urbana, através da caminhada proveitosa, segura, confortável e interessante.

O conceito de caminhabilidade é utilizado por planejadores urbanos para avaliar a qualidade do deslocamento dos pedestres e a facilidade de locomoção no ambiente urbano, em busca de componentes importantes (ITDP, 2019; Pitilin e Sanches, 2020; Barros *et al*., 2021). Barros *et al*. (2021) identificam os índices de caminhabilidade como ferramentas capazes de mensurar as condições do ambiente urbano para promover um melhor deslocamento a pé. Esses índices permitem a identificação de trechos ou segmentos de rua potenciais a intervenções no planejamento urbano e atendimento das necessidades de circulação dos pedestres (Barros *et al*., 2021).

Neste contexto, o presente estudo visa realizar uma análise objetiva da atratividade urbana dos espaços destinados ao deslocamento a pé. Para isso, focou-se na aplicação de um índice de caminhabilidade desenvolvido por Veras *et al*. (2023), o Índice de Caminhabilidade de Aplicação Remota (ICAR), que utiliza dados secundários e pode ser aplicado remotamente. Especificamente, este estudo concentrou-se na avaliação dos Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs) da Regional Venda Nova, em Belo Horizonte, utilizando dados georreferenciados para definição das áreas de recorte específicas para análise, levantamento de resultados e proposição de diretrizes.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Definiu-se como área de estudo a regional Venda Nova, localizada no vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), composta por 37 bairros. Segundo Pinho (2021), seu processo de crescimento foi acelerado em termos populacionais devido aos valores relativamente baixos dos terrenos. Posteriormente, para mitigar os processos de impacto social e falta de investimentos, houve a implantação de novos empreendimentos, a criação da linha verde, do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (AITN) em 2004, do Centro Administrativo do Estado de Minas Gerais (CAMG) em 2006 e a instalação do MOVE no PlanMob-BH, através da Estação Venda Nova, localizada na Rua Padre Pedro Pinto, uma das principais vias da região. Assim, Venda Nova se estabeleceu como uma

centralidade importante não somente para a regional, mas para cidades vizinhas devido ao uso misto habitacional e de serviços (Lessa, 2019).

3.2 Unidade Territorial de Análise (UTA) e identificação dos Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs)

Para permitir a aplicação do instrumento de análise no *software* de geoprocessamento, foi necessário definir a Unidade Territorial de Análise (UTA). A premissa utilizada foi que o espaço no qual o pedestre se desloca é composto pela calçada e influenciado pela pista de rolamento e pela porção inicial de ocupação do lote (Moura, 2020). Assim, utilizou-se os *shapefiles* dos trechos de logradouros e quadras disponibilizados na plataforma BH Map da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH). As vias foram transformadas em pontos ao longo de seu eixo (1 ponto a cada 10 metros), a partir dos quais foram gerados polígonos de Voronoi. Esse procedimento geométrico visou a subdivisão espacial com base nos pontos, levando em consideração a disposição espacial de suas distribuições.

Por preservarem os atributos do elemento inicial nos polígonos, todos os pontos passaram a possuir o código (ID) do trecho de via. Em decorrência disso, todos os polígonos de Voronoi compartilhavam o mesmo atributo, permitindo a posterior agregação do conjunto de polígonos com base no ID do trecho, resultando na criação do Voronoi por trecho. Para estabelecer o recorte do campo de visão na porção inicial do lote, foi gerado um *buffer* negativo dos polígonos de quadras, deslocando as linhas para dentro em 5 metros. Esse procedimento capturou a fachada da edificação e o que seria visível na parte anterior do lote. O resultado desse deslocamento foi utilizado como plano de corte para os polígonos de Voronoi, gerando um polígono que abrange tanto a via quanto a porção frontal da quadra (Figura 1).

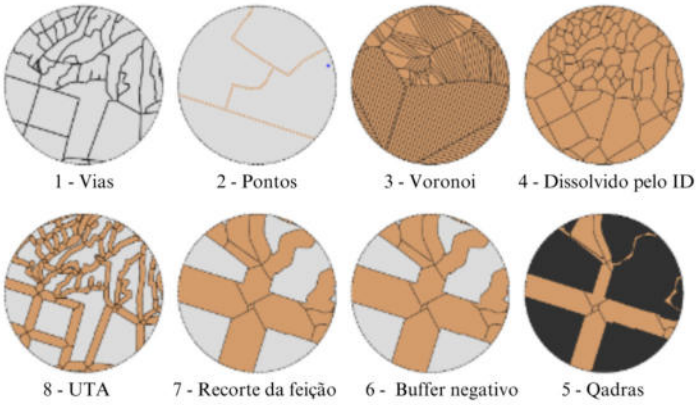


Fig. 1 Método para elaboração das Unidades Territoriais de Análise

Após o processo de criação das UTAs com os polígonos de Voronoi em todo a regional Venda Nova, partiu-se para a identificação dos Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs). Para isso, foi utilizado o *shapefile* de uso e ocupação territorial de 2022, também disponibilizado pela PBH na plataforma BH Map. Assim, foi possível identificar e separar os loteamentos que apresentavam a tipologia de Uso Misto e Uso não Residencial, ou seja, de Uso Comercial. Em seguida, foi feita a interseção entre as UTAs com os lotes de Uso Misto e Uso não Residencial e identificada a quantidade de lotes com a tipologia desejada que estavam inseridas no recorte analisado através da ferramenta Unir Atributos pela Localização (Figura 2).

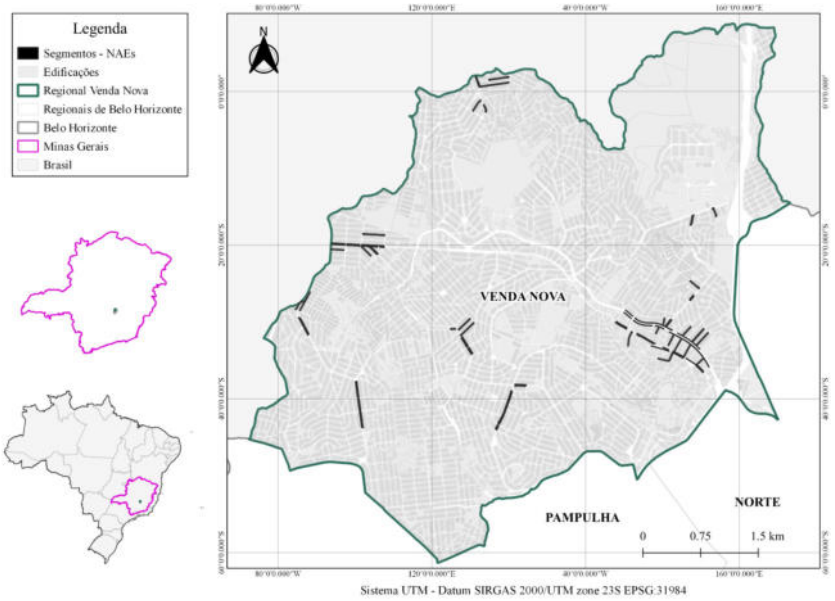


Fig. 2 Núcleos de Atividades Econômicas (NAEs)

3.3 Instrumento de análise: Índice de Caminhabilidade de Aplicação Remota (ICAR)

Para avaliar a caminhabilidade dos NAEs, optou-se por utilizar o ICAR, índice desenvolvido por Veras *et al*. (2023) com base nas informações georreferenciadas do BH Map. A escolha pelo instrumento deu-se pela facilidade de aplicação, uma vez que ocorre de maneira remota com dados secundários, diferentemente dos índices de caminhabilidade comumente encontrados na literatura, cuja aplicação é feita *in loco*. Outro ponto positivo do ICAR é o fato de ser uma ferramenta acessível, isto é, não envolve gastos. Conforme citado pelos autores, esse aspecto é importante sobretudo para as autoridades públicas de cidades menores, em que os orçamentos são restritos e queiram utilizá-lo para a seleção de áreas prioritárias a receber intervenções voltadas à melhoria do ambiente construído para o pedestre (Veras *et al*., 2023).

Em termos de estrutura, o ICAR é composto por 9 indicadores estratificados em 5 categorias, a saber: estrutura urbana, conectividade, uso do solo urbano, segurança pública e segurança viária. Para cada um dos indicadores, há três critérios e respectivas pontuações, que variam do 1 ao 3, sendo o 1 referente ao pior cenário e o 3 ao melhor, conforme a Tabela 1. Segundo Veras *et al*. (2023), os critérios foram formulados a partir de pesquisas e coleta de informações em artigos correlatos ao tema (índices de caminhabilidade), às normas de agências brasileiras e leis municipais.

Tabela 1 Critérios de avaliação dos indicadores selecionados para análise

Categoria	Indicador	Pontuação	Critério
Estrutura urbana	Comprimento do quarteirão	1	Quadras com dimensões acima de 150 m
		2	Quadras com dimensões de 101 m até 150 m
		3	Quadras com dimensões de até 100 m de faixa lateral
	Largura da calçada	1	A calçada possui dimensão inferior a 1,90 metros
		2	A calçada possui dimensão de 4 metros a 1,90 metros

Categoria	Indicador	Pontuação	Critério
Estrutura urbana	Largura da calçada	3	A calçada possui dimensão superior a 4 metros, e por isso pode acomodar mobiliários urbanos de maior porte, como telefones públicos, cabines telefônicas, bancas de jornal e bancas de revistas, borda externo e faixas de acesso
	Largura da via	1	Ruas com mais de duas faixas de circulação de veículos e sem espaço para refúgio de pedestres
		2	Ruas com mais de duas faixas de circulação de veículos e um espaço de espera para pedestres (refúgio ou canteiro central)
		3	Ruas com uma ou duas faixas de circulação de veículos
	Topografia do terreno ou Declividade longitudinal	1	A inclinação é superior a 12,5%
		2	A inclinação superior a 8,33%, mas inferior ou igual a 12,5%
		3	A inclinação é inferior ou igual a 8,33%
Conectividade	Conectividade/ Continuidade do sistema de calçadas	1	Cada segmento de calçada é conectado a menos que 2 segmentos de rua diferentes
		2	Cada segmento de calçada é conectado a outros 2 segmentos de rua
		3	Cada segmento de calçada é conectado a outros 3 ou mais segmentos de rua
Uso do solo urbano	Variedade de usos	1	Uso do solo exclusivamente residencial
		2	Uso do solo exclusivamente comercial ou institucional
		3	Há usos mistos do solo como residências, comércio, áreas de lazer, trabalho, serviços, escola, dentre outros
Segurança pública	Iluminação pública	1	Considerando um buffer de 3,5 vezes a altura da luminária (17,5m), a iluminação está inadequada (a maior parte do piso dos segmentos não se encontra iluminado)
		2	Considerando um buffer de 3,5 vezes a altura da luminária (17,5m), a iluminação está parcialmente adequada (a maior parte do piso dos segmentos se encontra iluminado)
		3	Considerando um buffer de 3,5 vezes a altura da luminária (17,5m), a iluminação está adequada (todo o piso dos segmentos se encontra iluminado)

Categoria	Indicador	Pontuação	Critério
Segurança viária	Facilidade de atravessar as ruas	1	Ruas de até duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) sem faixa de pedestres visível; e ruas com mais de duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) sem travessias semaforizadas
		2	Ruas de até duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) com faixa de pedestres visível; e ruas com mais de duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) com faixa de pedestres visível e travessias semaforizadas
	Facilidade de atravessar as ruas	3	Ruas de até duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) com faixa de pedestres visível e travessias semaforizadas; e ruas com mais de duas faixas de circulação (7,2 metros de largura) com faixa de pedestres visível, travessias semaforizadas e canteiro central (refúgio para pedestres)
Segurança viária	Tipologia da rua	1	Vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados
		2	Vias compartilhadas por pedestres, ciclistas e veículos motorizados
		3	Vias exclusivas para pedestres

Fonte: Veras *et al*. (2023).

Após a aplicação dos 9 indicadores que compõem o ICAR, fez-se o cálculo da pontuação total para cada uma das unidades de análise, a partir da Equação (1) - trata-se de um somatório simples entre as notas obtidas em cada uma das avaliações. Posteriormente, fez-se o cálculo do valor normalizado, conforme a Equação (2), para a obtenção do nível de desempenho do segmento. Os resultados podem variar de 0 a 1 (Tabela 2), sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é o desempenho (Veras *et al*., 2023). Segundo Veras *et al*. (2023), essa segunda etapa é necessária uma vez que há quantidades desiguais de indicadores por categoria.

$$Pt_n = \sum(a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_9) \quad (1)$$

Pt_n: Pontuação total para o segmento n;
a_1: Nota do atributo 1;
a_2: Nota do atributo 2;
a_3: Nota do atributo 3;
a_9: Nota do atributo 9.

$$X_i = \frac{Pt_n - V_{mip}}{V_{map} - V_{mip}} \quad (2)$$

Em que:

X_i: Valor normalizado;

Pt_n: Pontuação total para o segmento n;

V_{mip}: Valor mínimo potencial do atributo i;

V_{map}: Valor máximo potencial do atributo i.

Tabela 2 Intervalos e níveis de desempenho do ICAR

Intervalo	Nível de desempenho
$0 \leq x \leq 0,25$	Ruim
$0,25 < x \leq 0,50$	Regular
$0,50 < x \leq 0,75$	Bom
$0,75 < x \leq 1,00$	Ótimo

Fonte: Veras *et al*. (2023).

4 RESULTADOS

Com a avaliação do indicador largura da calçada identificou-se que, em 18 (12,6%) dos 143 segmentos, a dimensão da calçada é inferior a 1,90 m, obtendo assim, pontuação 1. Já na maioria deles (86, isto é, 60,1%) a dimensão supera 1,90 m e pode atingir até 4,00 m (correspondente à pontuação 2). Em contrapartida, nos 39 (27,3%) dos segmentos restantes, a extensão dessa infraestrutura se mostrou superior a 4 m, em que a faixa livre de, no mínimo 1,5 m, é provavelmente assegurada.

No que tange ao indicador largura da via, 56 (39,2%) foram classificados com pontuação 1, isto é, as ruas apresentam mais de duas faixas de circulação de veículos e sem espaço para refúgio de pedestres. Bem como, em 43 (30,1%) deles a pontuação obtida foi 2, pelas ruas com mais de duas faixas de circulação de veículos e um espaço de espera para pedestres (refúgio ou canteiro central). Nos 44 (30,8%), às ruas tem apenas uma ou duas faixas de circulação de veículos, de modo que obtiveram pontuação 3. Esse cenário evidencia que entre os segmentos analisados, há a preponderância (69,2%) de ruas com mais de duas faixas de circulação de veículos e que apresentam um espaço para a espera de pedestres (refúgio ou canteiro central) ou nenhum espaço do tipo.

Os resultados da avaliação do indicador declividade foram positivos em relação aos critérios considerados, haja vista que, em 79 (55,2%) a pontuação foi 3, indicando uma inclinação inferior ou igual a 8,33%. Já os piores cenários, cujas inclinações superam 8,33% foram obtidos em 46 (32,2%), assim como, as superiores a 12,5% foram obtidos em 18 (12,6%). Todavia, seguindo os parâmetros estabelecidos por Cardoso (2018), em um índice de caminhabilidade também voltado à realidade de Belo Horizonte mas que propõe a aplicação *in loco*, uma parcela mais significativa dos segmentos seriam classificados como péssimos, pelo valor de referência ser superior a 8,0%. Cardoso (2018) argumenta que considerou que, ao caminhar em uma calçada dessa inclinação, o pedestre já teria uma sensação de aclive/declive muito acentuado.

Já os resultados do indicador variedade de usos foram, em sua totalidade, com pontuação 3, pela tipologia de uso misto do solo, com residências, comércio, áreas de lazer, trabalho, serviços, escola, dentre outros. Estes são reflexo do critério estabelecido para a escolha das áreas de aplicação (os NAEs). Segundo o ITDP Brasil (2019), esse é o cenário mais favorável ao caminhar para os pedestres, permitindo a realização de um maior número de atividades percorrendo distâncias menores. Além disso, a diversidade de usos auxilia na

promoção de fachadas ativas, com a presença de pessoas que estão vivenciando o espaço público e ao mesmo tempo, promovem a segurança pública (Jacobs, 2011). Na avaliação do indicador comprimento do quarteirão, identificou-se que em 53 (37,1%) dos segmentos as quadras têm dimensão acima de 150 m (pontuação 1), em 38 (26,6%) às dimensões são de 101 m à 150 m (pontuação 2) e nos 52 (36,4%) restantes, as quadras têm dimensão de até 100 m de faixa lateral (pontuação 3). Esse último refere-se ao cenário mais favorável, uma vez que menores quadras representam uma malha mais conectada e integrada, de forma a proporcionar diferentes rotas ao pedestre e caminhos mais curtos (Zabot, 2013).

Acerca do indicador iluminação pública foram 3 (2,1%) segmentos com pontuação 1, cuja maior parte do piso não se encontra iluminado, 36 (25,2%) em que a maior parte do piso dos segmentos se encontra iluminado (pontuação 2) e em 104 (72,8%) todo o piso dos segmentos se encontra iluminado (pontuação 3). Através dos percentuais elencados, nota-se que há uma preocupação com a iluminação pública nas áreas analisadas, fator que é importante à sensação de segurança que os pedestres têm em seus deslocamentos (Carvalho, 2018). O cenário obtido com a avaliação do indicador tipologia da rua reflete que em 143 (100%) dos segmentos em análise as vias apresentam calçadas segregadas e a circulação de veículos motorizados. Sob outro ponto de vista, nota-se que não há a presença de vias compartilhadas por pedestres, ciclistas e veículos motorizados ou vias exclusivas para pedestres.

Para fazer uma análise geral e entender os indicadores de destaque, fez-se o cálculo das frequências absolutas e relativas das pontuações 1, 2 e 3, conforme Tabela 2. Assim, faz-se possível perceber como destaque do pior cenário, o indicador nomeado tipologia da rua, com 100% das pontuações 1. De maneira oposta, destaca-se a variedade de usos, também com 100% e a iluminação pública, com 72,7%. No que diz respeito ao cenário intermediário, tem-se a largura da calçada, com 60,1%. Ao computar todos os dados, percebe-se, ainda, que os cenários caracterizados por nota 3 foram os mais recorrentes (49,9%), o que demonstra a prevalência de ambientes qualificados ao caminhar, à vista dos critérios analisados.

Tabela 2 Ranking dos indicadores de acordo com as respectivas pontuações

Ranking	**Indicador**	**Frequência**					
		Pontuação 1		**Pontuação 2**		**Pontuação 3**	
1º	Variedade de usos	0	0,0%	0	0,0%	143	100,0%
	Conectividade/ Continuidade do sistema de calçadas	0	0,0%	0	0,0%	143	100,0%
2º	Iluminação pública	3	2,1%	36	25,2%	104	72,7%
3º	Topografia do terreno ou declividade longitudinal	18	12,6%	46	32,2%	79	55,2%
4º	Comprimento do quarteirão	53	37,1%	38	26,6%	52	36,4%
5º	Largura da via	56	39,2%	43	30,1%	44	30,8%
6°	Largura da calçada	18	12,6%	86	60,1%	39	27,3%
7°	Facilidade de atravessar as ruas	33	23,1%	74	51,7%	36	25,2%
8º	Tipologia da rua	143	100,0%	0	0,0%	0	0,0%

Ao considerar os resultados do ICAR por segmento, nota-se que, das 143 unidades de análise avaliadas, 10 (7,0%) classificaram-se com o nível de desempenho regular, 130 (90,9%) como bom e 3 (2,1%) como ótimo. Assim, percebe-se mais uma vez, no geral os ambientes apresentaram-se atrativos aos deslocamentos a pé, mesmo com características que podem vir a interferir negativamente nessa prática. Destaca-se que, no Núcleo de Atividade Econômica de maior relevância para a Regional Venda Nova que localiza-se no entorno da Avenida Vilarinho (via arterial de ligação à regionais e municípios vizinhos), estão localizadas 2 das 3 unidades de análise classificadas com nível de desempenho ótimo ao caminhar. Esse fato ganha significância quando se visualiza a relevância das pessoas enquanto pedestres para a apropriação do lugar e sobretudo, ao fomento da economia local.

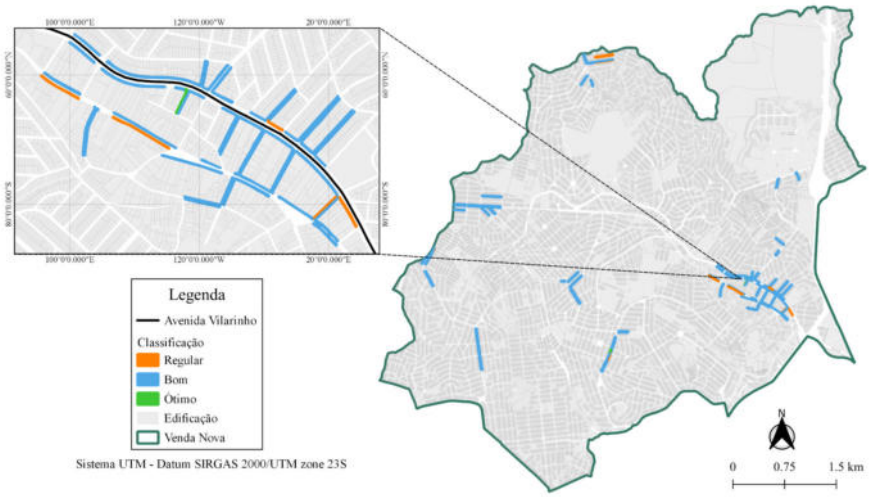


Fig. 3 Classificações finais do ICAR por segmento, com destaque ao NAE de maior relevância

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se o frequente aperfeiçoamento dos espaços urbanos que tange a vitalidade e o bem-estar dos cidadãos, ao passo de estabelecer um ambiente acolhedor às pessoas que se deslocam. Entretanto, é verificado o contexto sobre as complexidades que envolvem a produção do espaço ao longo do tempo, o que verifica a necessidade em mitigar abordagens relacionadas ao uso do solo propícios a segregação e expansão sem controle. Com isso, é compreendida a discussão acerca da criação de espaços funcionais e autogeridos, que promovem a diversidade por ambientes atraentes e de reconhecimento ao transporte a pé, a medida que permita a circulação de forma íntegra e com qualidade.

Portanto, caracterizar os espaços de dedicação à mobilidade sustentável no espaço urbano promove o ato de caminhar adequado e igualitário entre os cidadãos. Quando são evidenciados a locomoção dos pedestres, os índices de caminhabilidade são um importante instrumento de análise e observação dos espaços, o que possibilita diagnósticos e adequações em áreas destinadas ao deslocamento ativo. Dito isto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a atratividade do espaço urbano para o pedestre, contemplando a utilização de um índice de caminhabilidade de aplicação remota (ICAR).

Este índice prevaleceu como uma importante ferramenta de análise envolvendo a Regional Venda Nova, em Belo Horizonte, através do uso de dados disponibilizados pelo BHMap. Os resultados propuseram discernir aspectos positivos relacionados ao deslocamento a pé, sendo atribuídas a frequência crescente de pontuação para os espaços com maior dedicação ao pedestre, de acordo com os níveis 1, 2 e 3. O que também foi possível compreender cenários que se apresentaram com pontuações negativas quando o pedestre é evidenciado.

Com a aplicação, percebe-se alguns indicadores de maior relevância nas avaliações do índice. Como exemplo, os indicadores variedade de usos e conectividade/continuidade do sistema de calçadas que receberam 100% de pontuação 3, seguido pela iluminação pública, com 72,7% e topografia do terreno com 55,2%. Com avaliação intermediária, foram registrados os indicadores largura da calçada, com 60,1% e facilidade em atravessar as ruas com 51,7%. Por outro lado, de maneira oposta, foram identificados com pior cenário o indicador tipologia da rua, com 100% de avaliação nota 1, seguidos por largura da via, com 39,2% e comprimento do quarteirão com 37,1%. Desse modo, é possível observar que das 143 unidades avaliadas pelo ICAR, somente 10 (7%) foram equivalentes a um desempenho regular, sendo que 130 (90,9%) receberam bom e 3 (2,1%) como ótimo.

Destaca-se neste trabalho a relevância na utilização de dados secundários de execução remota, o que difere de demais aplicações realizadas *in loco*, consideradas na literatura por alguns índices de caminhabilidade. Contudo, é estabelecido limitações a serem ponderadas com a aplicação, sendo evidenciados os indicadores que avaliam a compreensão do espaço urbano em campo. Como por exemplo a relevância na aferição de obstáculos, e as condições físicas de adequação das calçadas quanto a pavimentação e largura. O que poderia contribuir para um diagnóstico pertinente sobre os aspectos que permeiam a caminhabilidade no espaço urbano. Espera-se que o ICAR possa ser aplicado em outras regiões de Belo Horizonte, auxiliando em um diagnóstico preciso dedicado ao deslocamento a pé de maneira segura, inclusiva e acessível.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo fomento à pesquisa, aos Programas de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG, em Engenharia Ambiental da UFOP e em Geografia da UFMG.

6 REFERÊNCIAS

Barbadela, F. M. e Gonçalves, R. G. (2023) As Regionais de Belo Horizonte e sua contribuição para a participação popular: análise a partir da visão de lideranças comunitárias. ENAN PUR, 2023, Belém, PA.

Barros, R. M. *et al*. (2021) Avaliação de indicadores de caminhabilidade a partir da perspectiva de pedestres: um estudo para Belo Horizonte. In: IX Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento.

Bassul, J. R. (2002) Reforma urbana e Estatuto da Cidade. EURE (Santiago)[online]. 2002, vol.28, n.84 [citado 2024-05-06], pp.133-144. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612002008400008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0250-7161. http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008400008.

Carvalho, C. H. R. (2016) Mobilidade Urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. Brasília: Ipea.

Carvalho, I. R. V. (2018) Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte. 201f. Dissertação (Mestrado) em Geotecnia e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Gehl, J. (2013) Cidade para Pessoas. 2.ed. Tradução: Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva, 2013.

ITDP (2019) Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. Índice de Caminhabilidade Ferramenta - Versão 2.0. Rio de Janeiro: Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. 66p.

Jacobs, J. (2011) Morte e vida de grandes cidades. São Paulo: Martins Fontes.

Lefebvre, H. (1969) O direito à cidade. São Paulo: Editora Documentos.

Lessa, D. A. (2019) Mobilidade e acessibilidade ao transporte coletivo por ônibus: evidências e contradições no caso de Belo Horizonte-MG. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG. p. 250.

Maricato, E. (2015) Para entender a crise urbana. CaderNAU, v. 8, n. 1, p. 11-22.

Moura, A. C. M. (2020) Escolhas Conscientes em Tecnologias de Geoinformação para Representação, Análise, Simulação e Proposição para um Território: Suporte ao Geodesign. In.: Sutil, T.; Pereira, J. R..; Ladwig, N. I..; Zocch, J. J.; Pereira, J. L. (orgs.) Geoprocessamento na Análise Ambiental. Criciúma, Santa Catarina: Unesc, p. 11-68.

Pitilin, T. R.; Sanches, S. P. (2020) A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. Revista de Morfologia Urbana, v. 8, n. 2.

Rufino, M. B. C. (2016) Transformação da periferia e novas formas de desigualdades nas metrópoles brasileiras: um olhar sobre as mudanças na produção habitacional. Cadernos Metrópole, v. 18, n. 35, p.217- 236.

Santos, M. (1978) Por uma Geografia Nova. São Paulo: Hucitec, Edusp.

Speck, J. (2016) Cidade caminhável. 1ª ed - São Paulo: Perspectiva.

Spolaor, S. e Oliveira, V. (2021) "Morfologia urbana e informalidade: a busca da identidade local", Projectare 2(12), 7 - 20. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/Projectare/index. Acesso em 08 mai. 2024.

Stephan, Í e Rabelo, N. (2019) A segregação socioespacial nas cidades históricas de Minas Gerais: uma análise de Diamantina, MG. GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n. 18, p. 38.

Vasconcellos, E. A. (2017) Andar nas cidades do Brasil. In: ANDRADE, Victor; LINKE, Cunha Clarisse (orgs.). Cidades de pedestres: A caminhabilidade no Brasil e no mundo, Rio de Janeiro: Editora Babilônia, 2017, p. 42 a 53.

Veras, D. F. G. *et al*. (2023) A caminhabilidade percebida remotamente: uma metodologia de aplicação por meio de dados. In: Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em transportes, Santos.

Villaça, F. (2012) Reflexões sobre as cidades brasileiras. São Paulo: Studio Nobel.

Zabot, C. M. (2013) Critérios de avaliação da caminhabilidade em trechos de vias urbanas: considerações para a região central de Florianópolis. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis. p. 169.

CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTE E DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE VIAGEM NOS CAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

U. N. Castañon, C. C. Martuscelli, P. J. G. Ribeiro

RESUMO

Compreender os padrões de viagem e as características da demanda por transporte em um campus universitário é crucial para desenvolver estratégias eficazes de planejamento de transporte que promovam uma mobilidade mais sustentável. Este estudo apresenta um diagnóstico sobre a mobilidade no acesso aos *campi* da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), uma instituição de ensino superior localizada em Minas Gerais, Brasil. Como resultados principais destacam-se: a predominância do transporte público como o principal meio de transporte no acesso aos campi entre os estudantes e do automóvel entre os docentes; a correlação significativa entre modo de transporte e faixa etária, a renda e categoria acadêmica sugere que diferentes grupos têm necessidades e comportamentos distintos. Estes resultados podem contribuir para apoiarem a implementação de estratégias de incentivo ao uso de modos mais sustentáveis, ao combate das desigualdades e à melhoria das condições de acesso aos campi da UFVJM.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado ocorrido nas últimas décadas trouxe consigo um modelo de desenvolvimento centrado no automóvel e tem gerado uma série de desafios, que impactam diretamente na qualidade de vida nas cidades (Yuan *et al.*, 2020). Nesse sentido, o transporte assume um papel crucial, sendo responsável por uma parcela significativa das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e da poluição do ar nas áreas urbanas (Cherry *et al.*, 2018). Dessa forma, a mobilidade sustentável, associada ao planejamento urbano desponta como uma necessidade premente para mitigar os efeitos negativos do desenvolvimento urbano desordenado e da dependência de veículos motorizados nos deslocamentos.

Num contexto espacial, as universidades se destacam como ambientes singulares que apresentam desafios específicos em termos de transporte e mobilidade urbana (Dell'Olio *et al.*, 2014). Os campi universitários, caracterizados por sua concentração populacional e pela diversidade de atividades desenvolvidas, configuram-se como verdadeiras microcidades, exigindo soluções de transporte adaptadas às suas particularidades (Cherry *et al.*, 2018). Pela perspectiva institucional, as universidades desempenham um papel crucial na busca pela sustentabilidade, servindo como catalisadoras de mudanças comportamentais e como agentes promotores de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento urbano sustentável (Dell'Olio *et al.*, 2014).

A compreensão do padrão das viagens e das características da demanda por transporte de um campus universitário torna-se, portanto, fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de planejamento urbano e de transporte (Whalen *et al.*, 2013). A análise detalhada desses aspectos permite identificar as principais necessidades de deslocamento da comunidade acadêmica, bem como as oportunidades de intervenção para promover escolhas de transporte mais sustentáveis (Ribeiro e Fonseca, 2022). Além disso, o conhecimento aprofundado sobre o perfil de viagens dos membros da universidade possibilita a implementação de políticas e medidas específicas, visando a redução de emissões de poluentes, o aumento da eficiência energética e da melhoria da qualidade de vida (Gonzalo-Orden *et al.*, 2012). Neste contexto, este trabalho tem como objetivo a realização de um diagnóstico da mobilidade para a caracterização e definição dos padrões de viagem e da demanda por transporte da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) através de um inquérito à sua comunidade acadêmica. Esta análise visa contribuir para definir potenciais estratégias para implementação de medidas de incentivo ao uso de modos de transporte mais sustentáveis no acesso aos campi e, também, auxiliar na promoção da mobilidade sustentável nas cidades em que a UFVJM está inserida.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um campus universitário é capaz de atrair uma significativa quantidade de pessoas para a cidade onde se instala, podendo ser, em alguns casos, os maiores empregadores de uma única área urbana (Cherry *et al.*, 2018). No âmbito do planejamento de transportes esta capacidade de atrair pessoas traduz-se pela demanda de viagens geradas. Os empreendimentos que possuem um relevante potencial de geração são definidos como Polos Geradores de Viagens (PGV) (Portugal, 2012). Nos últimos anos pode-se perceber um crescente foco de pesquisa sobre as circunstâncias de transporte das comunidades universitárias, tendo vários estudos explorado aspectos como padrões de viagem, preferências modais potenciais de atratividade e transferência modal (Dell'Olio *et al.*, 2014; Pérez-Neira *et al.*, 2020; Ribeiro e Fonseca, 2022).

Se por um lado os campi universitários têm características únicas que influenciam a demanda por viagens, tornando-os por vezes grandes atratores de tráfego de automóveis que lá irão permanecer durante praticamente todo o dia, por outro lado estes, habitualmente, constituem espaços altamente caminháveis, muito distintos dos que se encontram nos ambientes urbanos das cidades onde estão localizados (Cherry *et al.*, 2018; Ribeiro e Fonseca, 2022). Esses fatos fazem de um campus um peculiar objeto de estudo. Outro ponto característico do espaço físico das universidades é o fato de serem ecossistemas e espaços de planejamento controlado, isto é, sua administração tem o controle de quase todos os aspectos da infraestrutura de transporte e do edificado no campus e possui uma grande quantidade de dados/ informação sobre toda a comunidade acadêmica (Cherry *et al.*, 2018). Tendo isto em consideração, é possível influenciar a escolha modal de grupos específicos dessas comunidades, a fim de incentivar o uso de modos de transporte mais sustentáveis, em oposição aos veículos motorizados particulares, reduzindo assim as emissões e o consumo de combustível e libertando mais espaço do campus para ser utilizado por modos de transporte mais sustentáveis (Gonzalo-Orden *et al.*, 2012). Além da possibilidade de atuação em partes específicas da demanda, deve-se levar em conta que a comunidade acadêmica apresenta, predominantemente, níveis de educação mais altos, possuindo maior consciência dos impactos significativos em termos de pegada de carbono atribuídas à mobilidade das pessoas. Além disso, os alunos e os professores tendem a ser mais receptivos a novas ideias, como à realização de deslocamentos ativos. A aceitação de práticas de transporte sustentável

por estes grupos pode influenciar e promover comportamentos semelhantes em outros grupos demográficos da cidade, fazendo das universidades plataformas para a promoção da mobilidade sustentável (Dell'Olio *et al.*, 2014; Yuan *et al.*, 2020).

Além das relações intrínsecas com a academia, os campi universitários muitas vezes constituem importantes espaços de lazer e convivência nas cidades. Nesse sentido, é essencial avaliar e implementar soluções de transporte sustentável para os usuários eventuais e, especialmente, para os regulares (Lovejoy e Handy, 2011). Diversas estratégias podem ser empregadas para encorajar escolhas de transporte sustentável, desde abordagens associadas à incentivos até aquelas relacionadas a penalidades. Alguns exemplos incluem oferecer passes gratuitos, programas de estacionamento com reembolso para implementar tarifas elevadas de estacionamento a fim de desencorajar o uso do automóvel e campanhas de carona com apoio de aplicativos em smartfones (Cherry *et al.*, 2018). No entanto, para avaliar com precisão e escolher essas alternativas para implementação, é antes necessário compreender as características da demanda por transporte, os principais fatores que a influenciam e como esses fatores estão distribuídos pela comunidade acadêmica.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Área de estudo

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) é uma instituição pública de ensino superior brasileira, criada em 2005 no âmbito do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). A UFVJM é a única universidade federal presente na porção setentrional do estado de Minas Gerais, abrangendo as mesorregiões do Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Noroeste e Norte do estado (UFVJM, 2014). A vasta extensão territorial na qual a universidade se distribui impõe desafios ao planejamento e gestão da instituição, especialmente pelos diferentes contextos urbanos onde os campi estão inseridos. Na Fig. 1 pode-se identificar os municípios onde os campi da UFVJM estão implementados, à Oeste Unaí, ao Norte Janaúba, ao Leste Teófilo Otoni e próximo à região central do estado de Minas Gerais Diamantina, município no qual a reitoria da universidade está localizada.

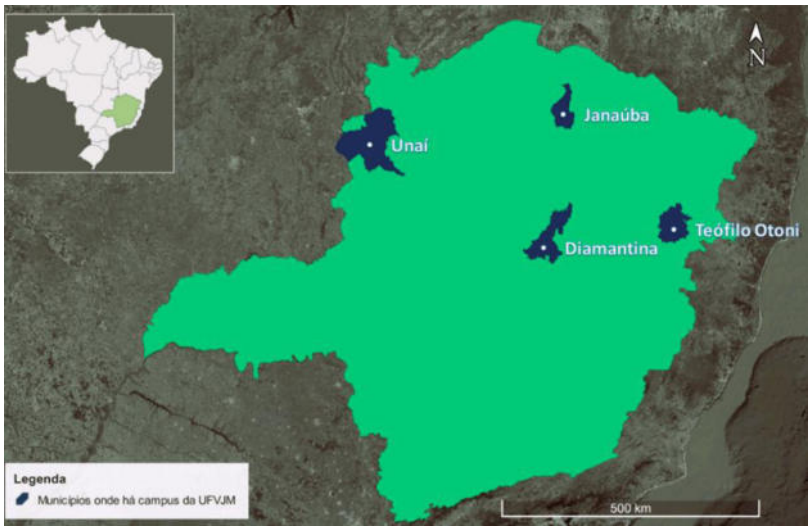


Fig. 1 Distribuição espacial da presença da UFVJM no estado de Minas Gerais

Os municípios de Diamantina, Janaúba, Teófilo Otoni e Unaí apresentam características demográficas e socioeconômicas distintas. Diamantina tem uma população de aproximadamente 47.702 habitantes, distribuídos em uma área de 3.870 km², um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,716 e um índice GINI de 0,49, indicando desigualdade moderada. Janaúba conta com uma população de 70.699 pessoas, em uma área de 2.181 km². O município apresenta um IDH de 0,696 e um índice GINI de 0,5405. Teófilo Otoni possui 137.418 habitantes em 3.242 km², um IDH de 0,701 e um índice GINI de 0,53, refletindo uma desigualdade um pouco maior. Por fim, Unaí abriga 86.619 habitantes em uma área de 10.041 km². Este município apresenta um IDH de 0,736 e um índice GINI de 0,46, o menor entre os quatro municípios mencionados (IBGE, 2024; Ministério da Saúde, 2024; PNUD, 2013).

3.2 População-alvo

A população alvo deste estudo foi composta por quatro classes da comunidade acadêmica: professores, alunos de graduação presencial, servidores técnicos-administrativos (TAEs) e servidores terceirizados. Conforme as informações disponibilizadas publicamente pela instituição (UFVJM, 2014), em 2014, a comunidade acadêmica da UFVJM era composta por 4860 alunos de graduação presencial em Diamantina, 243 em Janaúba, 2131 em Teófilo Otoni e 130 em Unaí. O corpo docente totalizava 576 professores, com 433 em Diamantina, 7 em Janaúba, 123 em Teófilo Otoni e 13 em Unaí. Os TAEs somavam 421, distribuídos entre 303 em Diamantina, 24 em Janaúba, 75 em Teófilo Otoni e 19 em Unaí. Os dados de terceirizados não foram disponibilizados para o ano de 2014. Para a realização deste trabalho foi realizada uma consulta à administração superior para atualização das informações. A partir das informações referentes ao ano de 2023 a seguinte distribuição entre classes foi considerada: 6550 alunos de graduação presencial, 817 professores, 611 TAEs e 423 servidores terceirizados, totalizando uma população de 8041 pessoas.

3.3 Metodologia

Para a recolha de dados, elaborou-se um questionário que foi enviado para a comunidade acadêmica através de e-mail institucional. Para o planejamento amostral considerou-se uma amostragem aleatória estratificada com alocação proporcional ao tamanho do estrato. Esta é uma técnica para obter uma amostra representativa da população de interesse. Isso significa que cada estrato é representado na amostra de acordo com sua proporção na população total, o que ajuda a garantir que a amostra seja mais representativa da população como um todo. O tamanho da amostra foi determinado considerando-se populações finitas com base na estimativa da proporção populacional, neste cálculo considerou-se um erro amostral de 5% e nível de confiança de 95%, que resultou no valor mínimo necessário de 368 respostas. O formulário foi enviado à comunidade no dia em 24 de fevereiro de 2023, havendo reforços nos dois meses seguintes. Ao final houve um retorno de 436 respostas válidas. Na elaboração do instrumento de recolha de dados, foram definidos dois grupos de perguntas. O primeiro grupo foi composto por perguntas sobre características sociodemográficas e o segundo sobre a forma de deslocamento. Os temas das perguntas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis consideradas na análise

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	DESLOCAMENTOS
Categoria da Comunidade Acadêmica	Modo de Transporte
Faixa-etária	
Faixa de renda	Tempo de Viagem
Gênero	
Cor/Raça	Tempo de caminhada até o ponto de embarque no transporte público
Diversidade Funcional	

Para verificar a existência de associação entre as variáveis consideradas empregou-se o teste de Qui-quadrado de Pearson. Este teste não indica a magnitude ou direção da relação entre as variáveis. Para analisar a magnitude das associações, utilizou-se em conjunto com o teste anterior o teste V de Cramer. É importante e necessário destacar que a análise realizada não indica relações de causa e efeito, apenas a presença ou ausência de associação entre elas (Marôco, 2011).

3.4 Resultados

i. Estatística descritiva

Neste ponto é apresentada a estatística descritiva da pesquisa realizada entre a comunidade acadêmica da UFVJM. Segundo os dados coletados observa-se na Fig. 2a que a categoria etária de maior frequência é o grupo das pessoas com idades de 21 a 30 anos, enquanto a categoria com menor frequência relativa é composta por pessoas com 50 anos ou mais. Pela Fig. 2b, a maioria dos respondentes declarou ser parda. Apenas uma pequena proporção se declarou amarela ou indígena, e uma parcela reduzida não declarou sua cor ou raça.

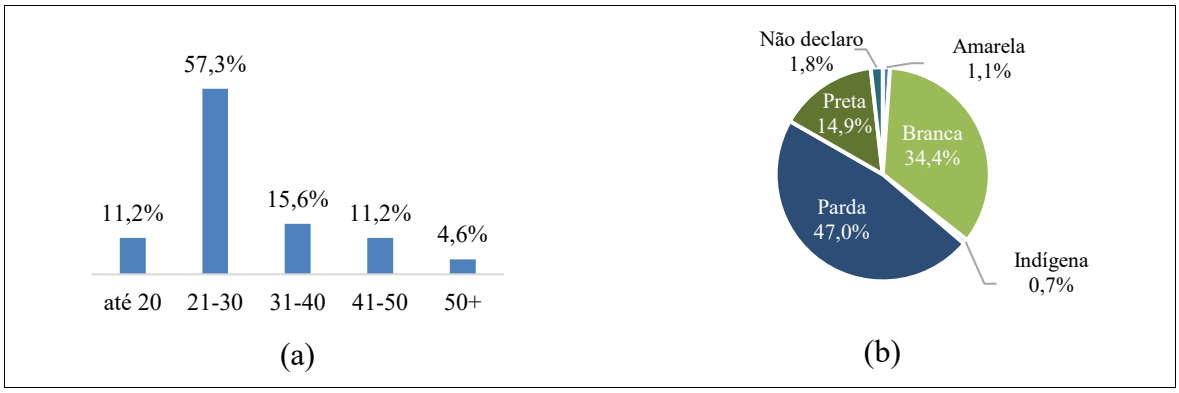


Fig. 2 Distribuição percentual por faixa etária (a) e por cor/raça declarada (b)

Da análise da Fig. 3a, pode-se verificar que a maioria dos respondentes possui uma renda de até 1 salário-mínimo. As faixas de renda mais altas possuem proporções menores. Na Fig. 3b, observa-se que a amostra possui uma repartição quase igual de mulheres e homens, e que há uma parcela reduzida de pessoas que se identificaram como não binário ou não declararam seu gênero. Sobre a diversidade funcional (Fig. 4), tem-se que a maioria dos respondentes (23,6%) tem diversidade funcional visual.

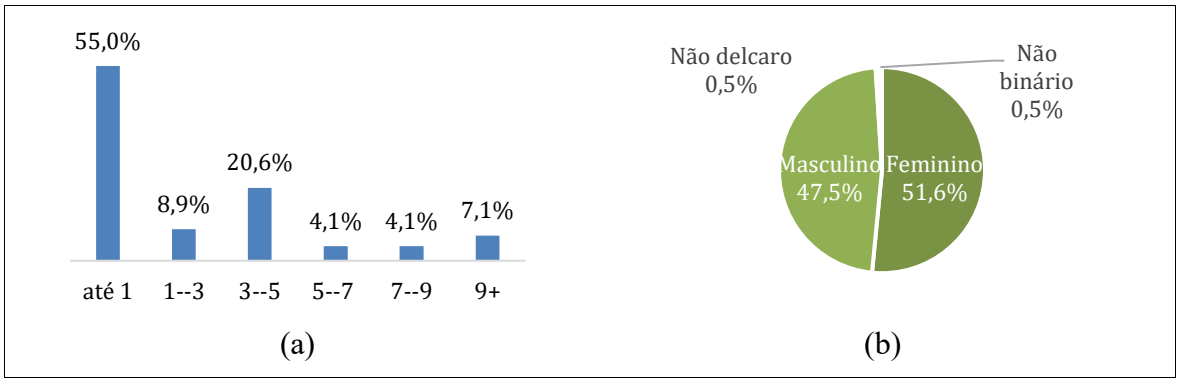


Fig. 3: Distribuição percentual por faixa de renda. (a) e por gênero (b)

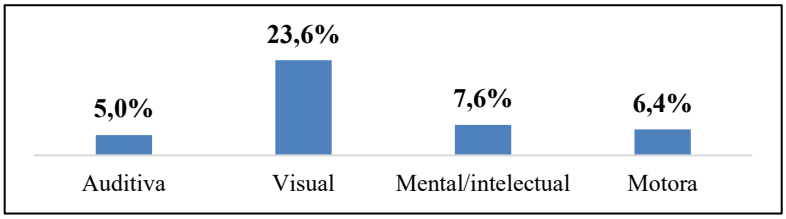


Fig. 4: Distribuição percentual por diversidade funcional declarada

Da análise da Fig. 5a é possível constatar que a maioria dos entrevistados leva entre 15 e 60 minutos para acessar um campus da UFVJM. Já, o tempo médio de viagem é de aproximadamente 25 minutos (considerando a média ponderada entre as faixas de tempo). Em relação à repartição modal, constata-se que o modo de transporte (Fig. 5b) mais utilizado é o transporte público (ônibus). O automóvel foi o segundo mais utilizado, seguido pela motocicleta. Os modos ativos, não são muito utilizados, entretanto, ficam a frente dos modos semipúblicos (táxi, mototáxi e transporte por aplicativo).

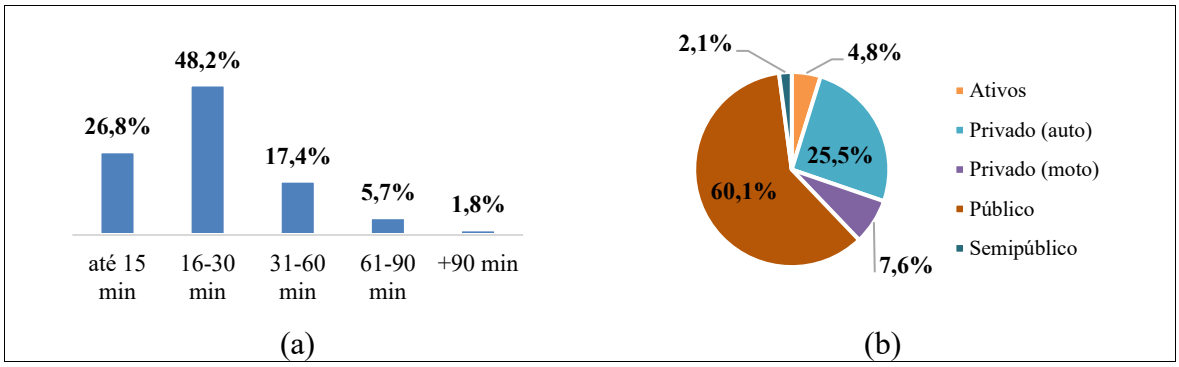


Fig. 5: Distribuição percentual por tempo de viagem (a) e por modo de transporte (b)

Observa-se na Fig. 6 que os respondentes levam aproximadamente 8 minutos para caminhar de sua origem até um ponto de embarque no transporte público. A maioria leva até 10 minutos para essa etapa da viagem, enquanto apenas uma pequena parcela demora mais de 15 minutos para acessar o transporte público.

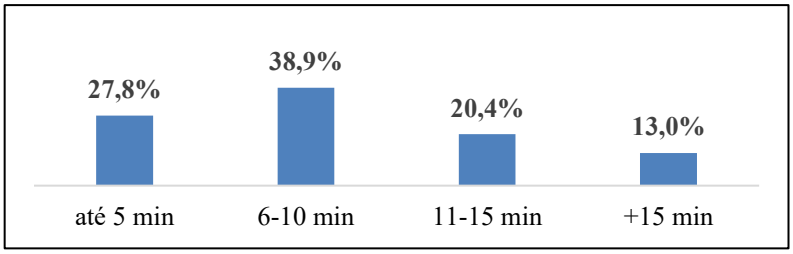


Fig. 6: Distribuição percentual por tempo para acessar o transporte público

Através da Fig. 7, observa-se que o transporte público é o meio mais utilizado em todas as faixas de tempo de viagem, sendo predominante especialmente nas viagens mais longas. Por outro lado, o automóvel é mais utilizado nas viagens de até 15 minutos, enquanto seu uso diminui em viagens mais longas. Os modos ativos (pedonal e cicloviário) são menos utilizados para viagens longas, estando ausentes nas faixas de 61 a 90 minutos e acima de 90 minutos. O modo semipúblico também representa uma pequena parcela das viagens em todas as faixas de tempo até 60 minutos. A motocicleta é mais usada em viagens curtas e médias.

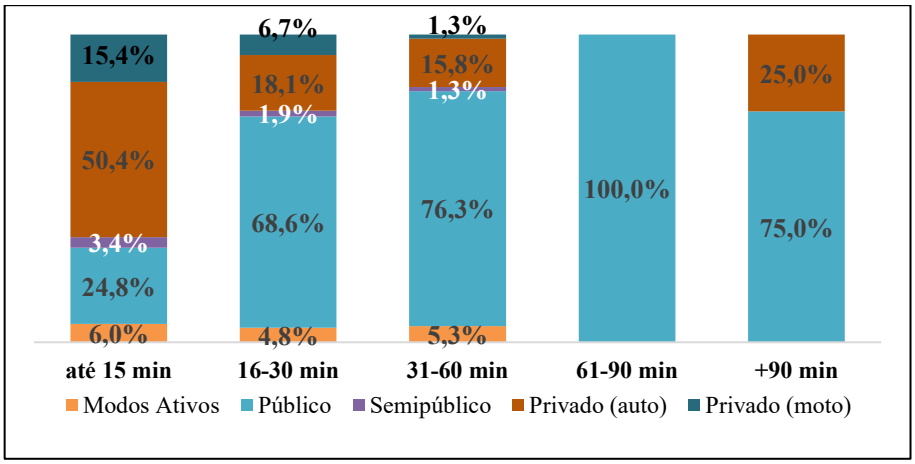


Fig. 7: Porcentagem de uso de cada modo de transporte pelo tempo de viagem

De acordo com a Fig. 8 é possível observar que a maioria dos discentes (estudantes) utiliza o transporte público, enquanto os docentes fazem uso do automóvel. Os servidores técnicos-administrativos em educação também utilizam o automóvel, mas também utilizam bastante o transporte público. Por fim, é possível notar que a maioria dos terceirizados utilizam modos de transporte ativos ou motocicleta. Sobre a relação entre o tempo de viagem e a categoria da comunidade acadêmica, verifica-se pela Fig. 9 que os docentes é apresentam o maior percentual de viagens com duração inferior a 15 minutos. Em contrapartida, a categoria de discentes apresenta o menor percentual relativo de viagens com duração até 15 minutos.

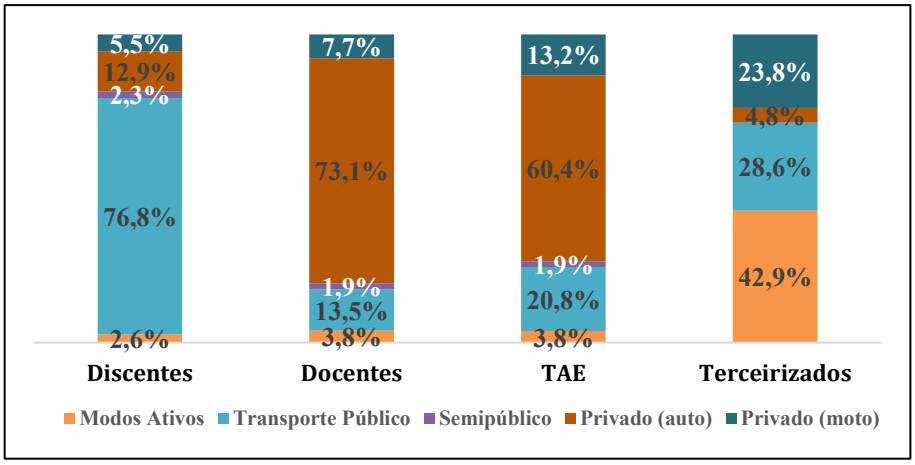


Fig. 8: Porcentagem de uso de cada modo de transporte por categoria

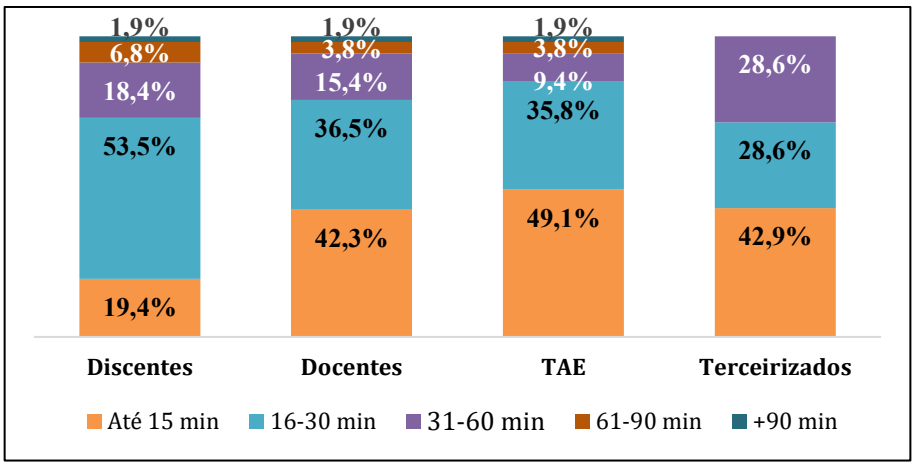


Fig. 9: Porcentagem de tempos de viagens por categoria

ii. Associações entre as variáveis

Neste ponto são apresentados os resultados das relações entre as variáveis de deslocamento e as variáveis sociodemográficas. Os valores de V de Cramer não são calculados para relações em que não há evidências de associação significativa (p-valor > 0,05). Para relações em que há uma associação marginalmente significativa (p-valor próximo de 0,05) só são reportados em caso de correlação clara ou forte.

O teste qui-quadrado de Pearson entre "modo de transporte" e "faixa etária" indicou uma associação significativa entre as variáveis, com o coeficiente de V de Cramer sugerindo uma correlação moderada a forte. De forma similar, a relação entre "modo de transporte" e "faixa de renda" apresentou uma associação significativa, com uma correlação moderada a forte. Para "modo de transporte" e "categoria da comunidade acadêmica", os resultados também mostraram uma associação significativa, indicando uma correlação moderada a forte. O teste entre "modo de transporte" e "gênero" apresentou um resultado marginalmente significativo, justificando investigações adicionais. Em relação à "cor/raça" e ao "modo de transporte", e entre "modo de transporte" e "diversidade funcional", não foram indicadas associações significativas (ver Tabela 2).

Tabela 2: Resultados para modo de transporte e variáveis sociodemográficas

Modo de transporte versus:	Teste de Qui-Quadrado (χ^2)	p-valor	V de Cramer
Faixa etária	131,01	4,0781E-20	0,274
Faixa de renda	167,738	2,3775E-27	0,310
Categoria acadêmica	223,0802	5,4508E-41	0,413
Gênero	26,015	0,011	-
Cor/Raça	11,449	0,932	-
Diversidade funcional	2,165	0,075	-

O teste qui-quadrado entre "tempo de deslocamento" e "faixa etária" mostrou uma associação significativa, com o coeficiente de V de Cramer indicando uma correlação fraca. A relação entre "tempo de deslocamento" e "faixa de renda" também apresentou uma associação significativa, sugerindo uma correlação fraca a moderada. Os resultados do teste entre "tempo de deslocamento" e "categoria da comunidade acadêmica" indicaram uma associação significativa com uma correlação fraca a moderada. A análise entre "tempo de deslocamento" e "gênero" não revelou uma associação significativa. Em relação à "cor/raça", os resultados não indicaram uma associação significativa, embora o p-valor esteja próximo do limite de significância. A relação entre "tempo de deslocamento" e "diversidade funcional" mostrou uma associação significativa, com uma correlação moderada (ver Tabela 3).

Tabela 3: Resultados para tempo de viagem e variáveis sociodemográficas

Tempo de viagem versus:	Teste de Qui-Quadrado (χ^2)	p-valor	V de Cramer
Faixa etária	45,980	0,0001	0,162
Faixa de renda	46,9976	0,000068	0,164
Categoria acadêmica	36,1323	0,0003	0,166
Gênero	14,55	0,267	-
Cor/Raça	29,50	0,078	-
Diversidade funcional	16,883	0,002	0,197

O teste qui-quadrado entre "tempo de caminhada para embarque no transporte público" e "faixa etária" indicou uma associação significativa, com o valor de V de Cramer sugerindo uma correlação moderada a forte. A relação entre "tempo de caminhada para embarque no transporte público" e "renda mensal" apresentou uma associação significativa, indicando uma correlação moderada a forte. O teste entre "tempo de caminhada para embarque no transporte público" e "categoria acadêmica" não indicou uma associação significativa. De forma similar, os resultados entre "tempo de caminhada para embarque no transporte público" e "gênero", "cor/raça", e "diversidade funcional" não revelaram associações significativas (ver Tabela 4).

Tabela 4: Resultados para tempo de caminhada e variáveis sociodemográficas

Tempo de caminhada versus:	Teste de Qui-Quadrado (χ^2)	p-valor	V de Cramer
Faixa etária	116,7436	2,3165E-17	0,2587
Renda mensal	123,5094	1,1582E-18	0,2661
Categoria acadêmica	8,197	0,514	-
Gênero	16,55	0,167	-
Cor/Raça	24,17	0,235	-
Diversidade funcional	2,769	0,5975	-

4 DISCUSSÃO

Os dados apresentados neste estudo sobre a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri fornecem um panorama abrangente das características demográficas e dos padrões de viagem da comunidade acadêmica, permitindo uma análise detalhada das demandas por transporte e das oportunidades para intervenções sustentáveis. A partir dos resultados, algumas considerações podem ser feitas.

Primeiramente, o transporte público é o principal meio de acesso aos campi. Além disso, esse modo de transporte é extremamente importante entre os discentes sendo responsável por aproximadamente três quartos das viagens desse grupo. No contexto econômico e social dos territórios em que a UFVJM está inserida, este resultado é extremamente relevante pois longos tempos de viagem, baixas frequências, horários inadequados e serviços insuficientes são barreiras comuns ao uso do transporte público entre os estudantes (Ribeiro e Fonseca, 2022). Deste modo, o acesso ao transporte público e a qualidade do serviço oferecido, incluindo tempo de viagem, frequência e tarifas, afetam a utilização do transporte público podendo, portanto, influenciar na evasão escolar e um potencial abandono deste modo de transporte no futuro. Já, entre os docentes e os TAE há uma prevalência dos modos privados. Por fim, é possível notar que a maioria dos terceirizados utiliza modos de transporte ativos ou motocicletas. A menor utilização de modos de transporte ativos indica um potencial área de melhoria, especialmente considerando que os campi universitários são ambientes propícios para deslocamentos a pé e de bicicleta. Porém, no âmbito das cidades em que os campi estão inseridos a infraestrutura para modos ativos pode não estar suficientemente desenvolvida ou atrativa, o que pode ser uma barreira para sua adoção.

A análise das associações entre variáveis sociodemográficas e comportamentais revela importantes nuances sobre as preferências e necessidades de transporte. A correlação significativa entre modo de transporte e faixa etária, faixa de renda e categoria da comunidade acadêmica sugere que diferentes grupos têm necessidades e comportamentos distintos. Estudantes, que frequentemente possuem menor renda, tendem a utilizar mais o transporte público, enquanto docentes, com maior poder aquisitivo, utilizam mais o automóvel. Este padrão é consistente com estudos anteriores (Cherry *et al.*, 2018; Ribeiro e Fonseca, 2022) que associam renda e escolha modal.

Os resultados também indicam que o tempo de deslocamento e o tempo de caminhada até o ponto de embarque do transporte público é significativamente influenciado pela renda. Indivíduos com menor renda tendem a realizar viagens de mais longa duração, o que pode refletir uma dependência maior de modos menos flexíveis e de menor qualidade. Por outro lado, também pode significar um possível reflexo da existência de melhor infraestrutura de transporte em áreas de maior renda. Ainda, a significativa correlação entre o tempo de caminhada até o transporte público e as faixas etárias sugere que a acessibilidade ao transporte público é uma questão relevante para diferentes grupos etários, indicando a necessidade de melhorias na infraestrutura de acessibilidade pelas cidades. Por fim, as diferenças no uso de modos de transporte entre as categorias da comunidade acadêmica destacam a importância de se definirem políticas específicas para cada grupo e revela desigualdade de acesso aos campi entre as categorias da comunidade acadêmica. Os terceirizados, por exemplo, utilizam mais motocicletas e modos ativos, possivelmente devido a barreiras econômicas que limitam o acesso a outros meios de transporte.

5 CONCLUSÕES

Este estudo apresentou uma caracterização e um diagnóstico dos padrões de mobilidade e da demanda por transporte da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Esta é a primeira investigação deste tipo relacionada à UFVJM e os resultados oferecem uma base sólida para futuras iniciativas e intervenções para tornar a mobilidade desta comunidade mais sustentável. O trabalho revelou características recorrentes em campi universitários e especificidades locais. As principais conclusões destacam que o transporte público é o meio de deslocamento mais utilizado, especialmente pelos estudantes, evidenciando uma dependência significativa desse tipo de transporte. Estas descobertas podem ser aplicadas para o estabelecimento de diretrizes que facilitem o acesso sustentável e justo aos campi para todos os usuários.

Assim, é crucial considerar uma série de medidas que visem as dinâmicas internas dos campi e a relação entre cada campus e respectiva cidade na qual cada um deles está instalado. Sobre a primeira pode-se indicar as seguintes medidas: mudanças nas políticas de estacionamento, melhoramento e ampliação das infraestruturas pedonal e cicloviária e promoção de iniciativas e campanhas de incentivo à substituição modal e às viagens compartilhadas, especialmente entre docentes e TAE. Por outro lado, uma melhoria da qualidade e eficiência do transporte público poderia contribuir para promover uma alteração modal nas classes dos docentes, TAE e estudantes que usam o automóvel, devendo para esse efeito ser definidas campanhas de incentivo mais efetivas ao uso deste modo de transporte para estas categorias, tendo em vista aumentar a sustentabilidade da mobilidade no acesso aos campi.

No que diz respeito ao papel das cidades, a universidade deve buscar formas de interação e trabalho conjunto para que as administrações municipais garantam a melhoria do serviço de transporte público, ofereçam incentivos, como passes de transporte público subsidiados para estudantes, melhorem as condições das calçadas e criem uma rede de ciclovias que conectem os campi aos destinos urbanos mais importantes. Isso pode incentivar a substituição de carros por modos mais sustentáveis de transporte.

Por último, importa realçar que este trabalho pode apresentar algumas limitações, uma vez que se trata de um diagnóstico para a UFVJM como um todo. Portanto, para o detalhamento de ações locais deve-se sempre ter em mente a realização de estudos específicos para cada um dos campus, de modo a compreender especificidades locais que possam divergir das linhas gerais de intervenção apresentadas.

6 REFERÊNCIAS

Cherry, C.R., Riggs, W., Appleyard, B., Dhakal, N., Frost, A., Jeffers, S.T., 2018**. New and Unique Aspects of University Campus Transportation Data to Improve Planning Methods**. Transp Res Rec 2672, 742–753. https://doi.org/10.1177/0361198118781659

Dell'Olio, L., Bordagaray, M., Barreda, R., Ibeas, A., 2014. **A methodology to promote sustainable mobility in college campuses**, in: Transportation Research Procedia. Elsevier, pp. 838–847. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.061

Gonzalo-Orden, H., Rojo, M., Velasco, L., Linares, A., 2012. **Mobility surveys and sustainable policies in universities**. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer 165, 219–229. https://doi.org/10.1680/muen.12.00014

IBGE, 2024. **Cidades IBGE**. URL https://cidades.ibge.gov.br/ (acessado em maio de 2024.

Marôco, J., 2011. **Análise Estatística com o SPSS Statistics**, 5ª edição. ed. Pero Pinheiro, PT.

Ministério da Saúde, 2024. **DataSUS - Indicadores de Saúde**. URL https://datasus.saude.gov.br (acesso em maio de 2024).

Pérez-Neira, D., Rodríguez-Fernández, M.P., Hidalgo-González, C., 2020. **The greenhouse gas mitigation potential of university commuting: A case study of the University of León (Spain)**. J Transp Geogr 82. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102550

PNUD, 2013. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. URL http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha (acesso em maio de 2024).

Portugal, L. da S., 2012. **Polos geradores de viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Interciência, Rio de Janeiro.

Ribeiro, P.J.G., Fonseca, F., 2022. **Students' home-university commuting patterns: A shift towards more sustainable modes of transport**. Case Stud Transp Policy 10, 954–964. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.03.009

UFVJM, 2014. **UFVJM em números**. URL http://www.ufvjm.edu.br/numeros/ (acesso em maio de 2024).

Whalen, K.E., Páez, A., Carrasco, J.A., 2013. **Mode choice of university students commuting to schooland the role of active travel**. J Transp Geogr 31, 132–142. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.008

Yuan, Y., Zhang, Q., Mao, A., Luo, Y., 2020. **A study on the Current Situation and Countermeasures of Green Travel for College Students**, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/531/1/012053

TRANSPORTE PÚBLICO E MERCADO IMOBILIÁRIO: UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ACESSIBILIDADE E PREÇO DOS IMÓVEIS

G. A. Grochowski, R. A. A. Nóbrega e D. A. Lessa

RESUMO

Pela difusão e facilidade de implantação, os sistemas de transporte por ônibus são os mais corriqueiros provedores de acessibilidade urbana. O nexo entre o valor do solo e acessibilidade ao transporte por ônibus é pouco estudado. A dificuldade é inerente ao processo de quantificação e qualificação desta relação complexa devido às suas múltiplas dimensões. O presente trabalho propõe a aplicação de métodos de regressão para melhor compreender as relações entre o valor do solo e a acessibilidade ao transporte por ônibus, no contexto de Belo Horizonte. Para isso foram usados dois métodos: de Regressão Geograficamente Ponderada (GWR) e Regressão Hedônica. Verificou-se a existência de um uma baixa relação estatística entre as duas variáveis estudadas. Observou-se que, mesmo em contexto de queda de relevância, e não sendo planejado para se direcionar o mercado imobiliário, melhorias no sistema de transporte por ônibus, podem influenciar no valor do solo.

1 INTRODUÇÃO

O preço do solo é uma das principais variáveis na produção do espaço urbano. Este é a tradução de todos os desejos, disputas e ações de cada um dos atores que constroem a cidade (Ribeiro, 1997). Através dele, as cidades se expandem, são construídas, verticalizadas, e, por vezes, depreciadas, podendo o seu tecido urbano tanto aprimorado quanto deteriorado (Gonçalves, 2018).

A acessibilidade, sendo uma característica de uma localização (Van Wee e Geurs, 2011), é central na formação do preço do solo (Eliasson *et al.*, 2020; Gonçalves, 2018), e por isso tem sido estudada também como um fenômeno pertinente às Ciências Econômicas, especialmente por economistas de visão neoclássica. Alguns deles elaboraram modelos explicativos para tentar descrever as relações entre acessibilidade e valor do solo, nos quais inúmeras variáveis econômicas são mantidas constantes, levando à lacuna que subestima a realidade espacial desse relacionamento. Para corrigir esse fenômeno, foram adotados Modelos de Preços Hedônicos (MPH), associados aos indicadores espaciais, que consideram mais variáveis e fenômenos de dependência espacial (Acton *et al.*, 2022; Stokenberga, 2014).

Ainda assim, pouco se conhece sobre como a acessibilidade - tanto dos meios de transporte público como aos meios de transporte público - influencia na formação dos preços do solo.

Isso ocorre especialmente em relação ao transporte por ônibus, sendo a base sobre a qual as redes de transporte público são constituídas. Simples de operar, barato e flexível, o ônibus é amplamente operado, desde cidades pequenas no mundo em desenvolvimento, até as grandes metrópoles dotadas de redes metroferroviárias, o que evidencia a necessidade de se explorar a relação de tal meio com o preço do solo (Acton, 2021; Stokenberga, 2014; Des Rosiers *et al.* 2011).

Nesse sentido, o objetivo do artigo é verificar a existência de relação entre a oferta de transporte por ônibus convencional e do BRT – incluindo infraestrutura e serviços – e o valor venal dos imóveis nas áreas atendidas. O trabalho é norteado por três perguntas: a) Como a provisão de acessibilidade, gerada por meios de transporte público e sua infraestrutura, interfere na formação de preço de imóveis em Belo Horizonte; b) O quanto os preços dos mesmos são influenciados pela rede de transporte; e c) O quanto as redes de transporte por ônibus existentes na cidade influenciam na formação dos preços do solo?

Objetiva-se assim, contribuir para a compreensão de como a acessibilidade provida pelo serviço de ônibus convencional através do estudo dos impactos sobre o mercado imobiliário de Belo Horizonte, e seus submercados, definidos por tipos de imóveis e padrões de acabamento, expresso em termos de valores de venda dos imóveis. Pretende-se também verificar a existência e intensidade dos impactos da implantação do sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT) sobre os preços de imóveis transacionados, comparando-os com a infraestrutura de transporte de ônibus existente.

3 METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida com o objetivo de testar a hipótese principal do trabalho, que é a existência de forte correlação positiva entre a oferta de transporte por ônibus convencional e do BRT – incluindo infraestrutura e serviços – e o valor venal dos imóveis nas áreas atendidas. O trabalho foi dividido em cinco passos:

i. Coleta dos dados necessários e a sua devida limpeza de erros e tratamento estatístico;
ii. Aplicação dos índices de Acessibilidade e *proxy* de Centralidade;
iii. Criação de regressões simples e múltiplas para verificar as relações entre as variáveis estudadas, para o sistema de ônibus convencional;
iv. Criação de regressões simples e múltiplas para verificar as relações entre as variáveis estudadas, para o sistema de BRT e estação Barreiro, que serviu como controle;
v. Criação de GWRs, usando a) o índice de acessibilidade para o sistema de ônibus convencional, b) a influência da acessibilidade do BRT, usando de duas métricas de proximidade, uma geral (a distância euclidiana da estação) e outra envolvendo 4 bufferes de diferentes distâncias, para verificação de relações espaciais.

Decidiu-se por estudar através da sequência de estimação de regressões simples, múltiplas e enfim das GWRs, para se testar quais seriam as variáveis que melhor explicassem o valor do solo no caso de Belo Horizonte. Sempre com a variável dependente sendo o valor do m^2, foram testadas outras variáveis como ano de construção, Zoneamento, tamanho do imóvel, o bairro que está situado, o preço integral da transação e o *proxy* de Centralidade do bairro onde a transação ocorreu. Além disso, foram testadas ainda três métricas de acessibilidade: a distância linear a uma estação de BRT ou da Estação Barreiro, a presença ou não da transação imobiliária dentro de um dos quatro bufferes de distância de uma estação do BRT ou da Estação Barreiro, e o índice de Acessibilidade de Lessa (2019).

Repetiram-se as etapas para os dados de 3 anos diferentes, 2010, 2015 e 2019. O objetivo foi criar os índices para que fosse possível avaliar os efeitos temporais das mudanças na rede convencional de ônibus, da implantação do BRT, que se deu entre os anos de 2010 e 2015, e com seus efeitos sobre o valor do solo, já consolidados em 2019. Ainda, verificaram-se os efeitos da infraestrutura do BRT em comparação com a Estação de Integração BHBUS do Barreiro, que no momento da pesquisa estava há 20 anos implantada, portanto, servindo de um controle adequado, conforme indicado na Fig. 1.

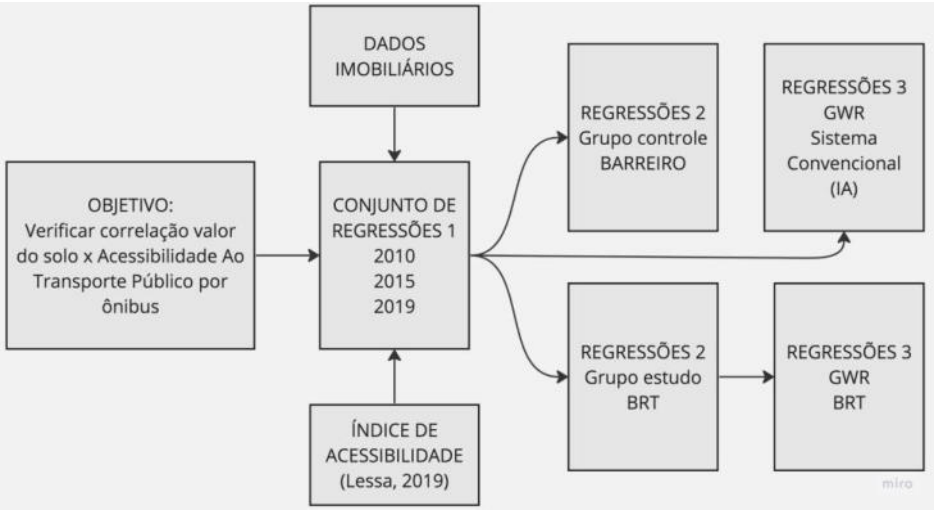


Fig. 1: Fluxograma dos passos metodológicos da pesquisa

Para a elaboração da pesquisa foram utilizados cinco conjuntos de dados: os dados geográficos, com o recorte espacial de Belo Horizonte; os dados populacionais do IBGE; os dados de transporte, obtidos através da Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS); os dados de cadastro imobiliário; e os dados de transações imobiliárias. Os dados geográficos são compostos por mapas cadastrais georreferenciados, em arquivos em formato *shapefile*, dos limites administrativos da cidade e seus bairros, do sistema viário e dos endereços de todos os imóveis da cidade. Os dados populacionais são compostos pela distribuição populacional pelos bairros, obtidos através do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado em 2010.

Foram disponibilizados pela BHTRANS, órgão gestor do transporte e trânsito do município de Belo Horizonte, os dados relativos ao traçado, frequência e utilização das linhas de ônibus da cidade, bem como a localização dos Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs) de todo o sistema, com sua designação por uso de linha de ônibus. Além destes, a BHTRANS disponibilizou toda a informação georreferenciada das Estações BHBUS e do BRT.

A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), através da Secretaria Municipal de Fazenda e Arrecadação (SMFA), disponibilizou os dados de cadastro imobiliário, constantes no processo de arrecadação do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU), bem como os dados de transações imobiliárias, obtidos via cobrança do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI). O cadastro imobiliário fornece o tipo de uso, padrão de acabamento e densidade construtiva de toda cidade, servindo para a elaboração do *proxy* de Centralidade e calibração dos dados das transações - porém apresentando um valor defasado em relação aos valores reais dos imóveis ali apresentados.

As transações imobiliárias, por outro lado, são os valores *reais* de transações intervivos de imóveis. Se processos de venda, permuta, partilha ou cessão de bens imóveis ocorrem, o ITBI é cobrado sobre 6% do preço avaliado (PBH, 200) - o que o torna um parâmetro confiável dos valores reais correntes de imóveis transacionados no mercado imobiliário. Vale ressaltar que os mesmos foram corrigidos utilizando-se o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) de 2010 como deflator. Além das informações a respeito do preço da transação dos imóveis, a base de dados do ITBI possui a localização, metragem quadrada do imóvel, tipologia, uso, ano de construção, zoneamento segundo o Plano Diretor e padrão de acabamento. Essas informações foram utilizadas como variáveis independentes hedônicas nas regressões estimadas ao longo do trabalho.

Porém, os dados de transações possuem uma grande quantidade de erros - pela natureza de seu registro, obtido através do seu recolhimento através de cartórios e da declaração dos adquirentes de imóveis - e de *outliers*, o que exigiu um processo de correção das bases e posteriormente de tratamento estatístico. Para isso, escolheu-se o método de Intervalo Interquartil (IIQ), em que foram removidas as transações que estavam abaixo do limite do 1º e acima do limite do 3º quartis.

Após a coleta de dados, procedeu-se à aplicação do Índice de Acessibilidade (IA) proposto por Lessa (2019). Este tem como pontos positivos a sua simplicidade de cálculo, sua flexibilidade de aplicação em diversos recortes espaciais - e o fato de ser um índice de cálculo de acessibilidade relativo a um lugar é um ponto relevante que foi considerado para este trabalho. Trata-se de uma agregação da representação de três dimensões da acessibilidade ao sistema de transporte público para aquela região, tendo como base os Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs), da frequência das linhas de ônibus e de sua cobertura espacial, cujo cálculo se encontra melhor descrito em Lessa *et al.* (2019).

O Índice de Acessibilidade (IA) foi obtido pela média aritmética dos três indicadores, originalmente no trabalho de Lessa *et al* (2019) padronizados através do método de *z-score*. Com os IAs de cada Bairro calculados, procedeu-se à adição dos índices para os Bairros no Banco de Dados Final do ITBI e ao georreferenciamento destes na base de Bairros, criando um *dataset* separado. Para se obter melhor legibilidade e melhor confiabilidade dos dados do índice, adotou-se também o uso da padronização Min-Max. Como tal padronização adequa os valores do índice na escala de 0 a 1, a visualização e interpretação do IA se torna mais intuitiva.

Como explicado anteriormente, foram escolhidos três tipos de regressões para serem estimadas neste trabalho, e complementar. Em primeiro lugar, estimou-se regressões simples, para se identificar individualmente a quais variáveis o preço do solo é mais responsivo. Com os achados da primeira etapa, escolheu-se a estimação de regressões múltiplas, filtrando apenas dois métodos de mensuração de acessibilidade, junto com as variáveis presentes na base do ITBI e o *proxy* de Centralidade, com o objetivo de se verificar o impacto de cada um sobre o valor do solo. Por último foram estimadas GWRs para cada tipo de imóvel, com o objetivo de verificar a relação do preço do solo e acessibilidade sob uma ótica espacial, e confirmar ou não as premissas do trabalho.

4 RESULTADOS

4.1 Índice de Acessibilidade.

Após o cálculo de IA para cada bairro de Belo Horizonte nos três anos estudados, realizou-se a distribuição em histograma da ocorrência dos valores de IA para cada bairro de Belo Horizonte, com os valores do índice padronizados em *z-score* (Fig. 2).

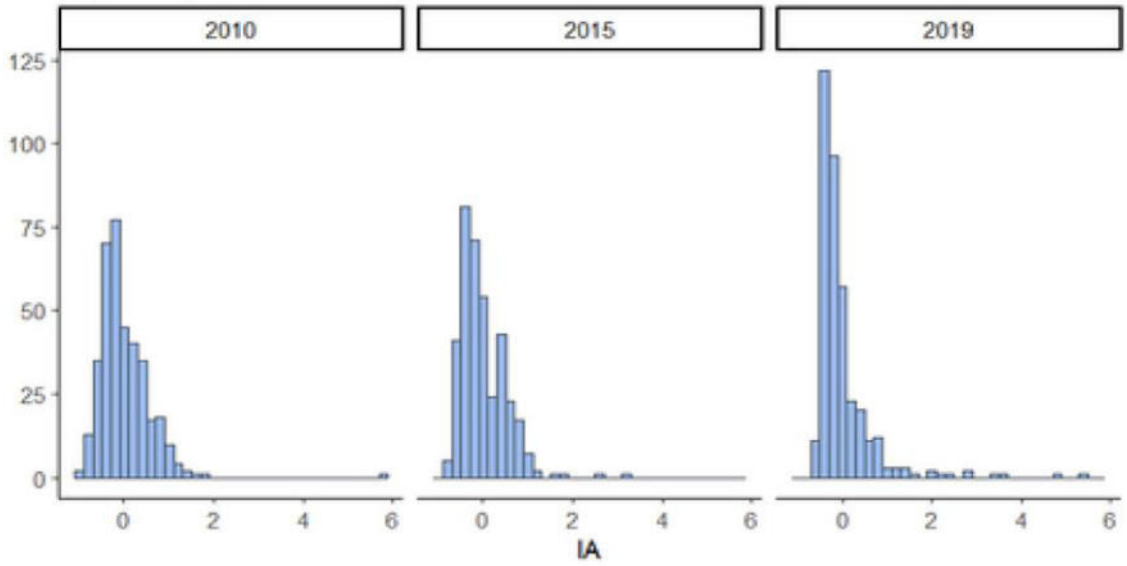


Fig. 2: Histograma de distribuição do Índice de Acessibilidade (*z-score*)

Como pode ser observado no histograma, há um aumento nos valores do Índice de Acessibilidade além do aumento na ocorrência de bairros com IA acima de 2,0. Além disso, há uma grande concentração de bairros que pontuam IAs por volta de -0,4 a 0,1. Isto denota uma melhoria dos índices de acessibilidade do sistema convencional de Transporte por ônibus concomitante com a implantação do BRT MOVE e uma piora do sistema em consequência da crise de 2014, o que é corroborado pela progressão dos valores mínimos e medianas desse índice. No caso, as medianas, que não sofreram alteração entre -0,13 em 2010 e -0,12 em 2015, teve uma diminuição para -0,20 em 2019. Ainda, os valores mínimos de IA melhoraram paulatinamente, de -0,83 em 2010 para -0,56 em 2019. Isto indica uma possível homogeneização do sistema derivada da implantação do BRT MOVE e da racionalização das redes de ônibus com vistas à criação de uma rede tronco-alimentada. Em paralelo, há uma tendência de piora geral da acessibilidade devido à crise já citada anteriormente.

4.2 Regressões OLS simples.

Na primeira etapa, utilizou-se o *software RStudio* para estimar regressões lineares com o método de Mínimos Quadrados Ordinários, obtendo-se os valores de r^2 e *p-valores*. Usou-se como variável dependente os preços dos imóveis por m^2 em cada uma delas. Com isso, objetivou-se verificar o quanto cada uma das 20 variáveis independentes influencia na formação do preço do m^2 em Belo Horizonte, checando ainda a validade de tal relação através dos *p-valores*. Além da estimação da regressão, testou-se a colinearidade das variáveis, com a aplicação do Teste de Pearson e a remoção dos resultados em que houve colinearidade. Os resultados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 Regressões simples das variáveis imobiliárias - var. dependente (R$/m2)

ANO	2010		2015		2019	
Var. Independente	**r^2**	***p-Valor***	**r^2**	***p-Valor***	**r^2**	***p-Valor***
IA (*Min_Max*)	0,014	<2,2e-16	0,061	<2,2e-16	0,050	< 2.2e-16
Distância Est. Barreiro	0,012	<2,2e-16	0,003	2,92E-15	0,003	1,46E-11
Distância ao BRT	0,007	<2,2e-16	0,021	<2,2e-16	0,017	< 2,2e-16
Ano de Construção	0,064	<2,2e-16	0,018	<2,2e-16	0,035	< 2,2e-16
Valor de Transação	0,052	<2,2e-16	0,077	<2,2e-16	0,063	< 2,2e-16
Zoneamento	0,174	<2,2e-16	0,219	<2,2e-16	0,198	< 2,2e-16
Padrão de Acabamento	0,278	<2,2e-16	0,180	<2,2e-16	0,241	< 2,2e-16
Bairro	0,357	<2,2e-16	0,313	<2,2e-16	0,319	< 2,2e-16
Tipo Construtivo	0,313	<2,2e-16	0,096	<2,2e-16	0,096	< 2,2e-16
Área Construída	0,003	<2,2e-16	0,002	0,031	0,000	0,006
Buffer BRT (300m)	0,001	0,000	0,002	2,142E-08	0,002	2,54E-08
Buffer BRT (600m)	0,004	<2,2e-16	0,002	9,716E-10	0,006	< 2,2e-16
Buffer BRT (1200m)	0,001	5,109E-11	0,000	0,102	0,002	5,43E-11
Buffer BRT (1500m)	0,001	3,553E-06	0,001	0,000	0,001	5,22E-02
Buffer Barreiro (300m)	0,000	0,279	0,000	0,446	0,002	2,54E-08
Buffer Barreiro (600m)	0,000	0,000	0,000	0,063	0,006	< 2,2e-16
Buffer Barreiro (1200m)	0,002	2,311E-16	0,000	0,020	0,002	5,43E-11
Buffer Barreiro (1500m)	0,003	<2,2e-16	0,000	0,010	0,001	5,22E-02

Os resultados da primeira etapa indicam a predominância das variáveis de bairro, padrão de acabamento e tipo construtivo como variáveis que melhor explicam os valores do solo, apesar de todas elas apresentarem valores de r^2 abaixo de 0,5, o que indica uma baixa adequação das variáveis ao modelo linear, bem como baixa capacidade de explicação. Porém, isso é esperado, uma vez que a grande maioria destas são variáveis espaciais, e o resultado pode ser considerado como bom, já que modelos de regressão não levam em conta os fenômenos relativos às variáveis geográficas como a dependência espacial - daí uma justificativa pelo uso da GWR (Du e Mulley, 2014).

Já as variáveis de acessibilidade aos ônibus (IA), ao BRT e à Estação Barreiro através do cálculo da distância euclidiana da transação às infraestruturas se mostraram irrelevantes sob o ponto de vista do modelo OLS. Com valores de r^2 muito baixos para cada variável de acessibilidade, a regressão linear usada indica que há pouca ou nenhuma influência da acessibilidade ao sistema de ônibus e infraestruturas sobre os valores do solo.

Porém, é interessante se notar o padrão de comportamento similar no resultado dos r^2 da regressão usando o IA e a distância ao BRT ao longo dos três anos. Partindo de um valor muito baixo em 2010 (respectivamente 0,014 e 0,007), em ambos os casos foram registrados os melhores r^2 da série para ambos os parâmetros de acessibilidade em 2015 (0,061 e 0,021), o ano do fim da implantação do BRT, com o registro de um valor menor em 2019 (0,05 e 0,017). Este aumento possivelmente é resultado da melhora do efeito da acessibilidade sobre o valor do solo derivado da implantação do BRT, uma vez que em 2015 houve menos transações imobiliárias que em 2010 e o preço corrigido destas permaneceu relativamente

estável. Já os valores de r^2 relativos à distância à Estação Barreiro sofreu uma perda de influência, com seus índices caindo para valores muito baixos.

Além disso, as regressões lineares apontaram, através dos altos *p-valores* e baixos valores de r^2, que o uso de bufferes de distância, especialmente para a verificação da Estação Barreiro, são inadequados, e foram descartados nas etapas posteriores da pesquisa. Isso ocorre em decorrência de escolhas metodológicas, que não usou nenhum método de comparação entre transações, tais como *differences-in-differences*, e que a amostra de transações dentro desses bufferes é muito limitada, implicando em uma baixa qualidade dos resultados dos modelos.

4.3 Regressões múltiplas.

Na segunda etapa, foram estimadas duas regressões múltiplas usando as duas métricas de acessibilidade remanescentes, o IA padronizado e a distância ao BRT e o valor de m^2 como variável dependente. As demais variáveis, como ano de construção, área construída, tipo e padrão construtivo, uso e *proxy* de centralidade foram testados para existência de multicolinearidade. Somente foram escolhidas somente aquelas sem ocorrência de tal efeito estatístico. Para tanto usou-se o Fator de Inflação de Variância (VIF, significando *Variance Inflation Factor* no original) através do software *RStudio*. Além disso, verificou-se o *p-valor* de cada variável, sendo excluídas aquelas que apresentaram valores acima de 0,05. Os resultados das regressões que serão discutidas a seguir se encontram nas Tabelas 4 e 5.

O *RStudio*, para a estimação de regressões múltiplas com variáveis categóricas, utiliza uma variável de referência para estimar os coeficientes das demais em caso de uso de variáveis categóricas. Os valores de referência utilizados pelas variáveis categóricas de Padrão de Acabamento e Tipo Construtivo são, respectivamente, Padrão de Acabamento 1 (que é considerado o mais básico na classificação imobiliária da PBH) para todos os anos, e Apartamento em 2010 e Apartamento Comercial em 2015 e 2019.

A uma primeira análise, destaca-se que os valores de intercepto são maiores que a soma de todas as variáveis, em todas as regressões, com exceção em 2015, quando o valor do intercepto de ambos os conjuntos de regressão vagamente equivale ao das demais variáveis inseridas. Isso indica que há outras variáveis que não foram consideradas no estudo, e que são mais responsáveis pela mudança do valor do solo. Isso é corroborado pelos valores de r^2, que na melhor das hipóteses é considerado de média capacidade de explicação da variável dependente.

O coeficiente beta do IA varia entre os anos de 2010, 2015 e 2019, entre 1.419,90 em 2015 e 2.213,20 em 2019. Ou seja, quando o IA de um imóvel equivale a 1, ele adiciona entre R$1.419,90 (2015) e R$2.213,20 (2019) no preço. Essa diferença entre anos indica que, no ano de implantação do BRT, o sistema de ônibus convencional perdeu influência sobre o valor do solo, que foi recuperada de modo acima do normal em 2019, provavelmente por conta da homogeneização sofrida pelo sistema após em 2015, como foi discutido no tópico 5.1, a respeito da acessibilidade.

Tabelas 2 e 3 Regressões múltiplas com duas das variáveis de acessibilidade selecionadas - variável dependente (R$/m2)

Regressão Múltipla de valor do m^2, usando a IA padronizada (*Min Max)* como variável de acessibilidade			
Ano/r^2	**2010 r^2=0.489**	**2015 r^2=0.385**	**2019 r^2=0.495**
Variável	**Beta**	**Beta**	**Beta**
Intercepto	-17202,9	-4522,3	-11387,7
IA	1685,5	1419,9	2213,2
Ano Cons.	9,3	3,2	6,5
Área Cons.	-1,2	-2,8	-3,0
Apartam.	-	-135,4	-211,7
Barracão	-1034,4	-1097,8	-195,3
Barraco	-1269,1	-912,6	-1870,2
Casa	-673,9	-227,6	-233,3
Casa Com.	-656,6	-239,6	-325,2
Galpão	-676,7	-784,2	-210,2
Loja	-205,6	-142,1	-172,1
Salas	-421,6	99,5	-94,5
Padrão 2	115,9	161,7	109,6
Padrão 3	295,9	318,6	184,7
Padrão 4	588,2	504,5	343,5
Padrão 5	1117,6	653,2	389,5

Regressão Múltipla de valor do m^2, usando Distância ao BRT como variável de acessibilidade			
Ano/r^2	**2010 r^2=0.487**	**2015 r^2=0.376**	**2019 r^2=0.486**
Variável	**Beta**	**Beta**	**Beta**
Intercepto	-15452,6	-3559,8	-9366,7
Dist_BRT	-0,02	-0,02	-0,02
Ano Cons.	8,5	2,8	5,6
Área Cons.	-1,9	-2,8	-3,1
Apartam.	-	-130,1	-256,4
Barracão	-1048,9	-1121,5	-264,1
Barraco	-1251,5	-979,0	-1948,8
Casa	-700,0	-246,2	-307,5
Casa Com.	-687,4	-241,9	-377,4
Galpão	-669,5	-781,4	-241,2
Lojas	-178,8	-111,6	-206,0
Salas	-402,2	125,1	-111,0
Padrão 2	131,0	168,6	129,2
Padrão 3	303,6	313,9	206,2
Padrão 4	622,3	525,8	386,0
Padrão 5	1172,8	683,1	438,2

4.4 Regressões Geograficamente Ponderada simples.

Para a análise exploratória que foi realizada com Regressões Geograficamente Ponderadas, escolheu-se filtrar as transações por tipo de imóvel e usar apenas uma variável dependente - o valor do m^2 - e como preditor a variável de acessibilidade, alternando entre o IA (*min_max*) e a Distância ao BRT. Isso decorre da incapacidade computacional disponível para se estimar os coeficientes locais para cada transação de Belo Horizonte. A GWR usa a proximidade geográfica de uma transação em comparação ao todo como parâmetro para se estimar os índices de regressão local. Dentro da região de estudo, o padrão espacial destas varia muito, abrangendo desde grandes concentrações de transações em um espaço de alguns poucos metros até transações cuja distância se expressa em quilômetros - o que leva à incapacidade da estimação do modelo, levando a uma mensagem de erro. Isso ocorreu nos dois softwares testados de estatística *RStudio* quanto de geoprocessamento *ArcGIS,* limitando a pesquisa ao método descrito acima.

Primeiro, estimou-se dois conjuntos de 27 Regressões Lineares com o método de Mínimos Quadrados Ordinários, do modo descrito acima, que servem como modelos globais, com os quais as GWRs são comparadas. Assim como na primeira etapa, foram obtidos também os *p-valores*, de modo a verificar a validade estatística de cada regressão, com a estimação das GWRs e subsequente transformação em mapas apenas daquelas que apresentassem valores de *p-valores* abaixo de 0,05. Por esse motivo, foram excluídas 11 regressões do conjunto do IA (*min_max*) e 5 regressões do conjunto que utiliza a distância ao BRT como parâmetro de acessibilidade.

Para fins de exemplo, serão apresentados apenas dois mapas das GWRs relativas aos apartamentos de padrão alto, dos anos de 2010 e 2019 - ou seja, antes e depois da implantação do BRT (Fig. 3 e 4). Estes apresentam, respectivamente, os corredores de BRT e os r^2 locais, classificados em três categorias - a mais baixa, a partir do menor valor ao valor do r^2 global registrado para a regressão, um segundo conjunto de valores médios e um terceiro altos, tentando seguir uma distribuição igual de casos.

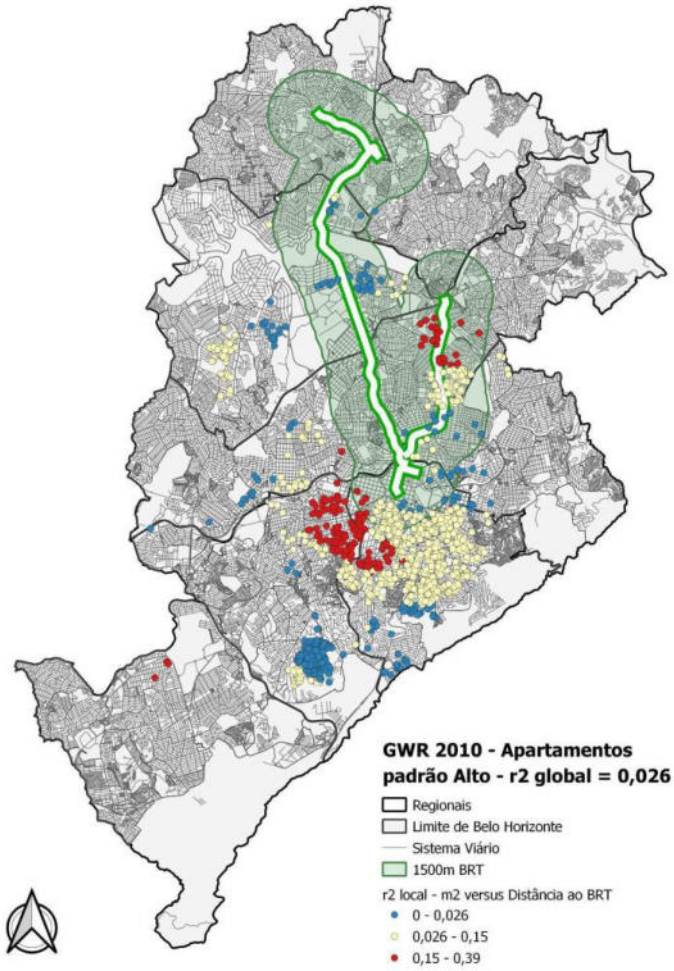


Fig. 3: Mapa da GWR de Apartamentos de Alto Padrão (P4) em 2010 - preços/m² versus distância ao BRT.

O r^2 global para tal regressão em 2010 é muito baixo, de 0,026 - o que indica ausência de relação entre distância à essa infraestrutura e o valor do solo. A variação dos r^2 locais mais altos é entre 0,15 e 0,39, sendo que mesmo nesses casos há baixo poder de explicação. Os r^2 locais estão aparentemente distribuídos de forma mais aleatória, com clusteres de r^2 altos tanto dentro quanto fora da zona de influência máxima do BRT (1500m). Isso condiz com o fato de que em 2010 não havia tal tipo de infraestrutura implantada nesses dois corredores.

Em 2019, como exibido na Figura 4, é marcante o aumento do r^2 global (de 0,026 para 0,112), um aumento no poder de explicação, de um valor irrelevante em 2010 para um r^2 global que atinge 11% do fenômeno, indicando a existência de influência do BRT sobre os preços do solo. Porém, os r^2 locais apresentados demonstram duas mudanças expressivas. A

primeira, é em termos de distribuição entre as categorias: o valor mais baixo na categoria de r^2 local alta é de 0,25 - em comparação com 0,15 no caso de 2010. Isto indica uma maior ocorrência de transações em que o preço é mais explicado pela relação distância ao BRT e valor do m2. De todo o modo, o maior valor detectado do r^2 local é idêntico a 2010, 0,36, o que indica que há pouca relação entre a distância ao BRT e valor do solo, apesar desta existir.

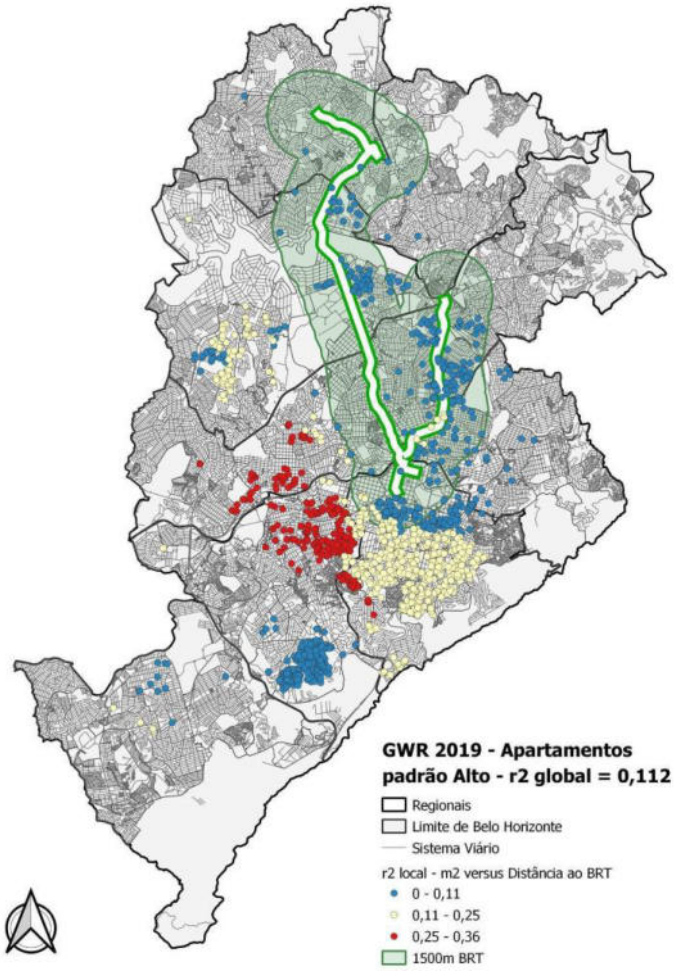


Fig. 4: Mapa da GWR de Apartamentos de Alto Padrão (P4) em 2019 - preços/m² versus distância ao BRT.

A segunda mudança expressiva entre 2010 e 2019 foi relativa à distribuição espacial dos r^2 locais. Partindo de um padrão aleatório onde boa parte das transações com r^2 alto estavam próximas ao corredor da avenida Cristiano Machado e espalhadas ao longo da região oeste, praticamente todas as transações que ocorreram em 2019 dentro da área de influência do BRT se enquadram na categoria de baixos r^2 locais. Isso pode reforçar a conclusão de que o BRT não possui efeito sobre o valor do solo, ou que há poucos efeitos sobre o valor do solo a partir da construção e maturação do sistema, mas que estes não são relevantes no caso de transações desse tipo de imóvel - conclusão corroborada pela primeira mudança.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho explorou-se as relações entre os valores e preço do solo e a acessibilidade gerada pelo transporte público por ônibus. Com o objetivo de verificar a validade da hipótese

principal, que nomeadamente é a existência da alta correlação entre a oferta de transporte por ônibus convencional e do BRT – incluindo infraestrutura e serviços – e o valor venal dos imóveis nas áreas atendidas, constatou-se que ela não se mostrou verdadeira. Através da utilização de três métodos de regressão, não se encontrou evidências suficientes que demonstrem que o BRT ou o sistema de ônibus convencional de Belo Horizonte fossem capazes de influenciar significativamente no valor do solo da cidade. No entanto, houveram alguns achados relevantes.

Os sistemas de ônibus respondem muito pouco à valorização imobiliária. Houve um incremento muito pequeno no valor do solo a partir da implantação do BRT e um pouco maior a partir da oferta dos seus serviços de transporte. Infraestruturas consolidadas a mais tempo, como a Estação Barreiro, que serviu como controle, não geram nenhum tipo de influência no valor do solo. Uma possível conclusão é que, como ela foi implantada há mais de duas décadas, ela não gere mais efeitos sobre os preços da terra. Além disso, a Estação Barreiro está relativamente desconectada do restante da rede – com essa característica que a torna um grupo controle desejável, sendo exatamente o que a blinda de receber e compor efeitos do BRT.

As variáveis mais relevantes para explicar o valor do solo são aquelas relativas à legislação e às características internas dos imóveis. A centralidade surpreendentemente desempenha um papel muito reduzido nisso; mas como foi usado um *proxy*, e não um índice, recomendam-se maiores estudos usando um índice de centralidade para melhor detalhamento e confirmação dessas observações.

Os sistemas de ônibus convencionais são mais capazes de gerar valorização que os BRTs, porque o BRT passa por áreas consolidadas, com uma certa limitação de atendimento e seu desenho e legislação não foram concebidos para desempenhar o papel de indutor de desenvolvimento urbano. Deve-se lembrar que as redes alimentadoras do BRT são classificadas neste trabalho, por motivos de simplificação, como redes convencionais, considerando-se BRTs apenas a infraestrutura de estações nos corredores. Por isso, é provável que isso ocorra porque as redes de ônibus são mais difundidas pelo território, e com sua reorganização levada a cabo em 2015, ela passou a ofertar sua acessibilidade de modo mais homogêneo, apesar da queda global nas taxas dos IAs. Por fim, levantou-se uma hipótese de que os BRTs dinamizaram as redes de ônibus convencionais, apesar da queda no nível de serviço. Essa hipótese pode ser confirmada em trabalhos futuros.

Durante a realização do estudo foram percebidas algumas limitações. A primeira, de cunho metodológico, é relacionada às limitações dos instrumentos informáticos disponíveis em computar o volume de transações e variáveis envolvidas com o tipo de Regressão Geograficamente Ponderada em sua forma pontual. Isso foi escolhido por conta da dificuldade de se converter variáveis categóricas em variáveis numéricas sem algum tipo de perda. E as características dos imóveis são classificadas como variáveis *dummy*/categóricas. Há de se considerar também o grau de erro encontrado especificamente nas bases de Belo Horizonte.

Apesar das limitações, a pesquisa contribui para o melhor conhecimento das relações de acessibilidade ao transporte por ônibus e os valores do solo e ao debate a respeito das mesmas. Ainda que haja indicação de poucas e fracas relações entre os dois fenômenos estudados no contexto de Belo Horizonte, a pesquisa apresenta que tais relações podem se

amplificar ao longo do tempo, e delineia um melhor caminho metodológico a ser utilizado em pesquisas futuras.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – e ao CNPq pelo apoio institucional à pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

Acton, R. A.; Le, H. T. K. e Miller, H. J. (2022) Impacts of bus rapid transit (BRT) on residential property values: a comparative analysis of 11 US BRT systems, **The Journal of Transport Geography**, 100(103324), 1-15.

Des Rosiers, R.A e Nelson, E.A.; (2010) Land Use-Transport Interaction modeling: a review of the literature and future research directions, **The Journal of Transport and Land Use**, 8(3), 11-38.

Du, H. e Mulley, C.; (2012) Understanding spatial variations in the impact of accessibility on land value using geographically weighted regression, **Journal of Transport And Land Use**, 5(2), 46-59.

Eliasson, J.; Kopsch, F.; Mandell, S. e Wilhemsson, M. (2020) Transport mode and the value of accessibility – a potential input for sustainable investment analysis, **Sustainability**, 12(2143), 1-14.

Gonçalves, A. V. M. (2018) Teoria da localização, teoria da renda fundiária urbana e o processo da obsolescência espacial urbana, **Espaço e Economia**, 07, (13), 1-15.

Lessa, D. A.; Lobo, C. e Cardoso, L. (2019) Accessibility and urban mobility by bus in Belo Horizonte/Minas Gerais – Brazil. **Journal of Transport Geography**, 77, 1-10.

Ribeiro, L. C. de Q. (1997) **Dos Cortiços aos Condomínios Fechados,** Civilização Brasileira, Rio de Janeiro.

Stokenberga, A. (2014). Does Bus Rapid Transit Influence Urban Land Development and Property Values: A Review of the Literature. **Transport Reviews**, 34 (3), 276–296.

Van Wee, B. e Geurs, K. (2011) Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations, **European Journal Of Transport And Infrastructure Research**, 11 (4), 350-367.

FATORES SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS À CAMINHABILIDADE DA PESSOA IDOSA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

R. M. Barros, L. Cardoso, C. Lobo, I. Bocatto, L. A. R. Mendes, S. de M. Rhossard, G. M. Chaves e G. P. M. Silva

RESUMO

O contexto demográfico mundial atual revela a ascendência do processo de envelhecimento populacional. Assim, urge a necessidade de repensar como as funções atuais na sociedade, como a mobilidade ativa, precisarão de uma reformulação de estratégias e pensamentos para abranger esse grupo etário crescente. Este estudo revisou 105 artigos publicados entre 2002 e 2023 para identificar os principais fatores socioambientais associados a mobilidade ativa de pessoas idosas no Brasil. Essa revisão resultou na identificação de 35 fatores socioambientais associados, com destaque para a recorrência dos fatores Idade, Gênero, Acessibilidade e Qualidade das Calçadas, além de Uso do Solo. Os resultados desta pesquisa podem auxiliar no embasamento de novos estudos sobre o tema, bem como a formulação de políticas públicas setoriais, associadas à mobilidade ativa, em especial, a pedonal, de pessoas idosas.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o envelhecimento populacional tem sido uma realidade em diversos países do mundo, incluindo o Brasil (Silva e Dal Prá, 2014). Nesse contexto, observa-se um aumento da expectativa de vida, juntamente com uma melhora na qualidade de vida e uma redução nas taxas de fecundidade no país (Souza e Cardoso, 2017). Tal cenário desperta atenção para a necessidade de na formulação de políticas públicas que favoreçam a melhoria da qualidade de vida das pessoas idosas, como também urgente em diferentes áreas do planejamento urbano, como a mobilidade das pessoas idosas.

Considerando que o envelhecimento é fundamentalmente conectado com a deterioração do corpo (Corin, 1985), fato que interfere diretamente na mobilidade da pessoa nesse processo pela perda de sua autonomia (Uchôa *et al*., 2002), torna-se importante investigar e compreender as necessidades e os anseios de mobilidade dos idosos, de maneira a subsidiar a elaboração de programas/projetos que busquem reduzir o seu grau de dependência de terceiros. Assim, em um contexto de fomento a estratégias para um alcance mais efetivo de políticas de mobilidade sustentável, salienta-se a relevância de (re)pensar a mobilidade urbana com atenções voltadas ao envelhecimento ativo e à caminhabilidade.

Importa ressaltar que envelhecimento ativo é um estilo de vida em que o indivíduo procura manter sua saúde a partir da prática de atividades físicas, as quais estão positivamente associadas à melhora na saúde das pessoas idosas (Taylor, 2013). Uma das formas de promover o envelhecimento ativo se dá por meio da mobilidade ativa, visto que está associada ao uso de diferentes formas ativas de se locomover, como andar de bicicleta e/ou

caminhar (ao invés de dirigir um veículo, ser transportado como passageiro ou usar o transporte público coletivo), estando ainda disponível à maior parte das pessoas e sua manutenção, quando necessária, é de baixo custo.

A exemplo disso tem-se o termo caminhabilidade (*walkability*), utilizado pela primeira vez em 1993, por Bradshaw, se refere à qualidade do lugar, em especial, o espaço de circulação do pedestre, representando uma oportunidade de restabelecer o sentimento de pertencimento das pessoas com as ruas de seus bairros (Bradshaw, 1993). Nesse sentido, o seu estudo seminal sobre o tema considerava os seguintes itens a serem analisados no espaço pedonal: densidade; estacionamento na rua; bancos para sentar; chances de encontrar conhecidos nas ruas; a idade em que as crianças começam a andar sozinhas; como as mulheres avaliam a segurança para andar; conectividade com transporte público; lugares significantes no bairro; verde (parques e praças); e calçadas. Importa ressaltar a preocupação de Bradshaw com grupos tradicionalmente considerados vulneráreis no espaço de circulação, a exemplo de crianças e mulheres. Adicionalmente, deve-se também considerar os idosos e suas peculiaridades relacionadas aos deslocamentos cotidianos. Assim, as caminhadas acabam sendo uma alternativa acessível quando se tem um ambiente adequado para fazê-las para construir um estilo de vida ativo (Bonatto e Alves, 2022), o que pode repercutir diretamente na manutenção da saúde e da autonomia de pessoas idosas.

Nesse contexto, a grande concentração de pessoas nos centros urbanos e o já mencionado emergente envelhecimento da população são fatores que levam à necessidade de (re)adaptar as cidades para que tenham infraestrutura e condições físico-espaciais adequadas para o deslocamento de pessoas através da mobilidade ativa. Contudo, o envelhecimento populacional, a mobilidade ativa e a caminhabilidade são temas que não devem ser discutidos de maneira isolada, visto que há articulação com fatores socioambientais que impactam os três aspectos.

Pereira *et al*. (2013) desenvolveram uma pesquisa elucidativa sobre o tema ao investigarem fatores socioambientais associados a quedas de idosos. Para tanto, foram consideradas características gerais dos idosos e seu ambiente. Logo, foram investigados fatores como: renda, saúde, participação social, composição familiar, percepção de locais públicos, segurança, iluminação, degraus, bancos públicos e outros, ou seja, no escopo da pesquisa foram observadas tanto características dos indivíduos quanto características ambientais. Seguindo uma linha semelhante, para o alcance dos objetivos propostos para o presente artigo, serão considerados fatores socioambientais, além de outros fatores que interfiram nas condições de caminhabilidade de idosos, os quais, apresentem, no entanto, recorrência na literatura investigada.

Compreender os fatores socioambientais que influenciam a mobilidade de pessoas idosas se torna crucial para a identificação de desafios e oportunidades relacionadas à promoção de um envelhecimento ativo. Isso acontece em razão de os fatores socioambientais tornarem a temática mais complexa, trazendo à tona relações de acesso, desigualdade, práticas e até mesmo preconceitos ao raciocínio sobre a mobilidade de idosos. Ademais, compreender tais fatores auxilia a exploração de experiências alternativas em diferentes contextos, seja a partir de políticas públicas já existentes e (re)planejamento de espacialidades urbanas, seja pela criação de novos equipamentos, entre outros. Sendo assim, este artigo busca identificar quais fatores socioambientais são mais relevantes, considerando estudos sobre as relações entre caminhabilidade e pessoas idosas. Para as análises bibliométricas realizadas, optou-se pela seleção de pesquisas (no buscador-base escolhido) realizadas entre 2002 e 2023, em função da publicação, em 2002, do documento "*Active Ageing- A Policy Framework*" da *World*

Health Organization – WHO (WHO, 2002). Este documento foi resultado da Segunda Assembleia Mundial das Nações Unidas sobre envelhecimento, que aconteceu em 2002, e buscou discutir e tratar da formulação de planos de ação que promovam um envelhecimento saudável e ativo nas cidades. Dessa forma, partiu-se do pressuposto que, a partir de então, houve um incremento das pesquisas técnico-científicas sobre o tema.

2 MÉTODO

Estudos de revisão são aqueles que utilizam de dados da literatura sobre algum tema (Sampaio e Mancini, 2007), os quais podem auxiliar na identificação de trabalhos que já foram realizados, ou seja, identificar o estado da arte (Brizola e Fantin, 2016). Para este trabalho, optou-se por realizar uma revisão bibliométrica e sistemática, de modo que fosse possível contribuir com um maior e melhor entendimento acerca das produções científicas envolvendo caminhabilidade e pessoas idosas. Segundo Bernal *et al*. (2019), o termo bibliometria foi utilizado, inicialmente, em 1969, com o intuito de descrever os casos em que havia o uso de métodos estatísticos e matemáticos para realizar a análise de obras literárias. Logo, o método contribui com a compreensão da produção científica existente sobre determinado tema, já que viabiliza um mapeamento da literatura e pode auxiliar na identificação de tendências (Pitilin e Sanches, 2020) ou lacunas em algumas áreas.

Já a revisão sistemática refere-se à busca pela síntese de trabalhos relacionados a uma pergunta pré-estabelecida (Rodrigues e Lima, 2021). Esse tipo de revisão pode fornecer um resumo de estudos anteriores sobre determinada temática, entretanto, depende da qualidade da fonte primária utilizada (Sampaio e Mancini, 2007). Assim, destaca-se a importância de que se cumpra adequadamente todas as etapas para a elaboração de uma revisão sistemática. Ainda que não exista um único método para tal (Brizola e Fantin, 2016), existem algumas etapas comumente realizadas, como: definição da pergunta de interesse; seleção da base de dados e estratégias de busca; estabelecer os critérios para inclusão dos artigos; dentre outros (Sampaio e Mancini, 2007). Sendo assim, para este trabalho de revisão procedeu-se com as seguintes etapas: definição das palavras-chave e critérios de pesquisa; busca na base de dados; primeira filtragem e exportação dos dados; segunda filtragem com base no conteúdo do artigo; análise bibliométrica e sistemática.

Para este trabalho considerou-se a seguinte pergunta orientadora: "Quais os principais fatores socioambientais utilizados em pesquisas sobre caminhabilidade de idosos?". Para tal, foram definidos os termos para busca "*walkability*" AND "*elderly*". A pesquisa foi realizada pela base de dados Scopus, sendo o acesso feito por meio da lista de bases e coleções do Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). O login para acesso à base de dados Scopus aconteceu por meio do acesso CAFe (Comunidade Acadêmica Federada), que permite acesso remoto ao conteúdo do portal de periódicos CAPES. A escolha por esta plataforma de busca se deu em função de apresentar grande relevância, conforme já apontado em outras pesquisas como Fernandes *et al*. (2021) e Rodrigues e Lima (2021). Destaca-se também que esta base de dados é bastante ampla, multidisciplinar e confiável, uma vez que em retorna como resultado das buscas um grande número de citações da literatura com revisão por pares (Enago Academy, 2021). A pesquisa foi feita em abril de 2024 e referiu-se ao período de 2002 a 2023, conforme salientado anteriormente. Este período foi escolhido por englobar pesquisas mais recentes e que foram desenvolvidas após a publicação do documento "*Active Ageing- A Policy Framework*" da *World Health Organization* (WHO), em 2002, que trata da discussão e formulação de planos de ação que promovam um envelhecimento saudável e ativo nas cidades.

A pesquisa inicial retomou como resultado 263 documentos. As informações iniciais foram exportadas da base de dados Scopus no formato CSV e, posteriormente, foram trabalhados no Excel. Na sequência, procedeu-se com a etapa de filtragem dos documentos, sendo desconsiderados aqueles que não tinham sido publicados em inglês ou português, artigos repetidos e demais documentos que não fossem artigos publicados em anais de eventos ou em periódicos. Após a etapa de filtragem, teve-se como resultado 217 artigos.

Os artigos obtidos pós-filtragem passaram por uma segunda análise, em que foi realizada a exclusão daqueles que não se enquadravam no objetivo da pesquisa. Para tal realizou-se a leitura dos títulos, resumo e metodologia das obras. Após essa segunda análise foram obtidos 105 artigos, que foram analisados para identificação de fatores socioambientais mais recorrentes em pesquisas sobre mobilidade a pé de idosos. Ressalta-se que, nesta última filtragem, foram excluídos 96 artigos, por não se coadunarem à temática da pesquisa em questão, além de outros 16, por não terem sido encontradas as versões completas deles para análise. Na Figura 1, tem-se o fluxograma da revisão da literatura.

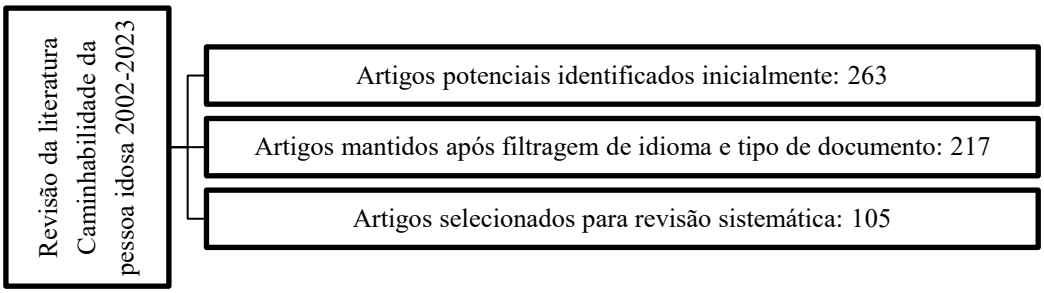


Fig. 1 – Fluxograma da revisão da literatura

Para a análise e verificação de quais eram os fatores socioambientais mais recorrentes na literatura, realizou-se uma leitura transversal dos 105 artigos selecionados, de modo que fosse possível identificar quais foram os fatores abordados nos trabalhos. Após essa primeira identificação, buscou-se agrupar os fatores em categorias, a saber: aspectos socioeconômicos, aspectos de viagem e aspectos ambientais. Ressalta-se que autores distintos tratam aspectos similares por nomes diferentes. Por isso, foi necessário especial atenção nesta etapa do trabalho, de modo que fosse possível agrupar aspectos semelhantes no mesmo fator.

3 RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos após a análise dos 105 artigos selecionados. Para tal, procedeu-se com a apresentação de uma breve análise bibliométrica, acerca de data e país de publicação. Na sequência, tem-se os resultados da revisão sistemática da literatura, que tem como principal objetivo identificar os principais fatores socioambientais em pesquisas sobre caminhabilidade da pessoa idosa entre 2002 e 2023.

3.1 Breve revisão bibliométrica

Após a seleção dos artigos, os metadados exportados em formato *CSV* para o Excel agregavam informações sobre os autores, como: filiação acadêmica, país de origem, citações; e sobre os artigos, como: título, *abstract*, palavras-chave, ano e local de publicação, referências e idioma. Para avaliar o foco de estudo, os dados foram compilados em tabelas e, primeiramente, foi avaliada a média de publicações por ano, desde 2002 até 2023, sendo que a primeira que atendia aos critérios pré-definidos foi publicada em 2008, como

apresentado na Figura 2. Foi possível notar um aumento no número de publicações sobre a temática caminhabilidade de idosos no período de 2008 a 2016 e, depois, novamente entre 2018 e 2020, o que confirma o pressuposto que embasou a concepção deste artigo. Ressalta-se também que dentre os artigos analisados tem-se que 99% (104) eram de artigos de periódicos.



Fig. 2 - Gráfico de publicações por ano (*Scopus*)

Na sequência, foi possível observar que, dentre os 29 países que possuem publicações, os que mais publicaram foram Estados Unidos - EUA (15 publicações), China (13) e Brasil (10) (Tabela 1), o que pode estar relacionado ao fato desses países serem populosos e com população envelhecida ou em processo de envelhecimento. Nesse sentido, o quantitativo de idosos nos três países é significativo tanto em termos absolutos quanto percentuais, despertando o interesse de pesquisadores sobre o tema, de forma a embasar a formulação de políticas públicas voltadas à mobilidade ativa de idosos. Destaca-se também que houve diversas colaborações entre instituições de países diferentes, como por exemplo: Canadá e Estados Unidos, Singapura e Hong Kong, entre outros.

Tabela 1 - Países com publicações (*Scopus*)

Países	Número de publicações	Porcentagem (%)
Estados Unidos	15	14,3%
China	13	12,4%
Brasil	10	9,5%
Canadá	8	7,6%
Hong Kong	6	5,7%
Japão	6	5,7%
Bélgica	5	4,8%
Coreia do Sul	5	4,8%
Reino Unido	4	3,8%

Um total de 499 termos diferentes foram utilizados como palavras-chave e, dentre os 10 termos mais utilizados, tem-se, conforme pode ser observado na Tabela 2, *"Walkability"* como o mais presente, aparecendo em 37 ocasiões. Na sequência, tem-se *"Built enviroment elements"* e *"Phyhical activity",* com 28 e 26 aparições, respectivamente. Ao analisar a frequência destes termos, percebe-se que o foco das pesquisas foi o ambiente construído e a acessibilidade, além de outros aspectos que tangem o tema, como: os locais que o idoso tende a frequentar, os trechos de sua casa até o comércio local e outros. É possível inferir também a influência desses ambientes como estímulo para a realização de atividade física e como a aptidão física é um limitante em relação à falta de acessibilidade. Por fim, termos relacionados ao envelhecimento tiveram destaque, aparecendo como *"Older adult", "Elderly"* e *"Ageing",* totalizando 45 ocorrências. É necessário considerar que palavras similares foram contabilizadas sob um termo "guarda-chuva" para afunilar os campos de

pesquisa sem alterar a sua concepção. Como exemplo, tem-se: *"age-friendly cities", "Age-friendly environment", "Age-friendly neighborhoods"* e *"Age-friendly spaces",* que foram contabilizadas como *"Age-friendly environment".*

Tabela 2 - Termos utilizados em palavras-chave (*Scopus*)

Termos mais usados em palavras-chave	Frequência	Porcentagem (%)
Walkability	37	7,4%
Built environment elements	28	5,6%
Physical activity	26	5,2%
Walking	23	4,6%
Older adult	23	4,6%
Environment	15	3,0%
Elderly	14	2,8%
Neighborhood	12	2,4%
Ageing	8	1,6%
Age-friendly environment	8	1,6%
TOTAL	194	38,9%

Por fim, vale mencionar a Lei de Lotka (1926) que atesta que "uma grande proporção da literatura científica é produzida por um pequeno número de autores, e um grande número de pequenos autores se iguala em produção ao reduzido número de grandes autores." (Clemente e Galvão, 2019). Tais afirmações podem ser claramente observadas nesta análise, uma vez que, dentre os 6 autores/coautores que mais publicaram, de um total de 511, 4 possuem artigos entre os 10 mais citados por outras pesquisas, independentemente da área, com 165 citações até 2023.

3.2 Revisão sistemática e principais fatores socioambientais

Após uma breve revisão bibliométrica, realizou-se uma revisão sistemática dos artigos selecionados, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar tendências, padrões e lacunas de pesquisa. Cabe destacar que, para tal, teve-se a seguinte questão de pesquisa orientadora "Quais são os principais fatores socioambientais investigados em estudos sobre a caminhabilidade de idosos?", o que proporcionou uma compreensão mais aprofundada e direcionada do tema combinado da pesquisa. Ressalta-se que, após exclusão de alguns trabalhos por não se adequarem ao tema ou não terem sido obtidas as versões completas dos artigos, prosseguiu-se com 105 artigos, sistematicamente examinados. Estes eram provenientes de diversas fontes, como: *National Library of Medicine* (PubMed) e MDPI *Journal List*.

Por meio da leitura dos resumos, metodologias e resultados foi possível identificar os fatores socioambientais abordados em cada uma das pesquisas em questão. Após a identificação dos fatores, realizou-se a padronização de termos sinônimos, como "educação" e "escolaridade", que foram padronizados. Ao final, os fatores foram agrupados em categorias de acordo com tema ou sua similaridade, a saber: **Aspectos Socioeconômicos**, **Aspectos de Viagem** e **Aspectos Ambientais**. A categoria **Aspectos Socioeconômicos** inclui fatores como renda, educação, ocupação e outros. Já a categoria **Aspectos de Viagem** está associada a fatores como motivo e modo de viagem. E, por fim, a categoria **Aspectos Ambientais** está relacionada a questões como iluminação, estética, sinalização, calçadas, tamanho e largura das vias e conectividade

Na Tabela 3, são apresentados os fatores mais recorrentes referentes à Categoria **Aspectos Socioeconômicos**. Destacam-se, principalmente, os fatores *Idade* (80,0%) e *Gênero*

(72,4%). Tais fatores estão fortemente relacionados à caracterização da amostra analisada, fato que ajuda a explicar sua grande recorrência. Alguns dos artigos selecionados nesta pesquisa buscaram analisar detalhadamente estes fatores, como o estudo desenvolvido por Zhao e Chung (2017), realizada com idosos em Hong Kong. Os autores constataram que políticas públicas e programas que promovam o envelhecimento saudável devem ser feitos considerando as especificidades de idade e de gênero. Bomfim (2022), por seu turno, ao analisar a contribuição dos fatores socioeconômicos para o diferencial de incapacidade funcional de homens idosos e mulheres idosas, observou que a capacidade de se deslocar de forma autônoma na velhice é influenciada por indicadores de posição socioeconômica. Assim, diferenciais de renda e escolaridade em favor dos homens na amostra analisada se apresentaram como determinantes nas melhores condições de saúde na terceira idade, favorecendo as condições de mobilidade deste grupo em relação às mulheres. Ademais, questões associadas ao envelhecimento tendem a se acentuar à medida que a idade avança, visto que idosos mais jovens, ou seja, com idade por volta dos 60 anos, tendem a manter a qualidade de vida que tinham na sua fase anterior. Já idosos com 80 anos ou mais têm uma tendência maior de apresentar mais aspectos negativos resultantes do envelhecimento, como dependência e doenças que afetem a sua mobilidade (Oliveira e Rossi, 2019).

Tabela 3 – Fatores mais recorrentes associados à Categoria Aspectos Socioeconômicos

Fatores	Recorrência	Porcentagem (%)
Idade	84	80,0%
Gênero	76	72,4%
Escolaridade	51	48,6%
Índice de Massa Corporal (IMC)	48	45,7%
Interações Sociais	46	43,8%
Renda	42	40,0%
Tempo Sedentário	29	27,6%
Estado Civil	25	23,8%
Saúde	24	22,9%
Raça	23	21,9%
Estrutura Familiar	23	21,9%
Animais de Estimação	21	20,0%
Tempo de Residência no Local	18	17,1%
Ocupação	13	12,4%
Atividade Física	13	12,4%
Mortalidade	12	11,4%

Ressalta-se também a presença de fatores associados à saúde dos idosos, como por exemplo: *IMC - Índice de Massa Corporal* (45,7%) e *Tempo sedentário* (27,6%). No fator *Saúde* (22,9%) foram incluídos diversos aspectos observados nas pesquisas, como: obesidade, hipertensão, diabetes e depressão. Como estes eram bastante diversos e, geralmente, estavam associados ao principal objetivo da pesquisa, optou-se por agrupá-los em um mesmo fator. A grande representatividade associada a este fator pode estar associada ao fato de que muitos dos artigos foram identificados na área de conhecimento da Saúde.

O envelhecimento do corpo humano é algo contínuo, entretanto, não se trata de algo homogêneo, uma vez que para cada pessoa acontece de uma forma (Silva *et al*., 2021). Talvez por isso se observe que pesquisas sobre caminhabilidade de idosos sejam tão permeadas por questões de saúde, uma vez que a mobilidade da pessoa idosa é fortemente impactada por suas condições de saúde. Importante destacar que envelhecer não é necessariamente adoecer (Miranda *et al*., 2016), assim, os impactos negativos desse processo

podem ser amenizados, por exemplo, com estilos de vida mais ativos e uma dieta mais saudável (Sikora e Rattin, 2017).

Dentre os fatores mais recorrentes na Categoria **Aspectos Socioeconômicos**, destaca-se também as *Interações Sociais* (43,8%). O que reforça a necessidade de que os espaços públicos possibilitem, efetivamente, a interação pessoas, de modo que estas possam criar um senso de identidade e comunidade (Sobral, 2022), principalmente no que se refere à pessoa idosa. Alguns aspectos relacionados à saúde desse idoso, como por exemplo, o medo de queda, que está associado a uma tendência de aumento no risco de quedas por conta da idade e mudanças motoras, também pode contribuir para que este seja mais dependente e até mesmo levar ao isolamento social da pessoa idosa (Oliveira e Gomes, 2013).

Na Tabela 4, pode-se observar os fatores associados à categoria A**spectos de Viagem**. Destaca-se o *Tempo de Caminhada* (29,5%), visto que este fator em muitos casos, pode interferir na escolha ou não pela mobilidade a pé pela pessoa idosa. Outro ponto de destaque nesta categoria é o *Motivo da Viagem* (22,9%). Pesquisas como Ramezani *et al*. (2019) e Yu *et al.* (2021), que foram analisadas nessa revisão sistemática, abordam diferenças na mobilidade a pé de idosos relacionadas ao motivo da viagem.

Tabela 4 – Fatores mais recorrentes associados à Categoria Aspectos de Viagem

Fatores	Recorrência	Porcentagem (%)
Tempo de Caminhada até o Destino	31	29,5%
Motivo da Viagem	24	22,9%
Frequência de Caminhada	21	20,0%
Modo de Viagem	14	13,3%
Presença de Veículos na Residência	3	2,9%

Por fim, na Tabela 5 são apresentados os fatores agrupados na Categoria **Aspectos Ambientais**. Nesse caso, destaca-se *Acessibilidade e Qualidade das Calçadas* (61,0%) como um fator relevante por conta da sua recorrência nos artigos analisados. Optou-se por avaliar conjuntamente acessibilidade e aspectos relacionados à qualidade de calçadas, como buracos, desníveis e outros, pois a qualidade das calçadas afeta diretamente a acessibilidade. Isso porque uma calçada em estado de conservação ruim impede, por exemplo, que pessoas com dificuldade de locomoção/mobilidade reduzida possam caminhar de forma segura. Cabe ressaltar ainda que alguns dos autores analisados tratam acessibilidade e qualidade das calçadas de forma integrada, o que reforça a escolha pela avaliação conjunta nesse trabalho.

Tabela 5 - Fatores mais recorrentes associados à Categoria Aspectos Ambientais

Fatores	Recorrência	Porcentagem (%)
Acessibilidade e Qualidade das Calçadas	64	61,0%
Uso do Solo	57	54,3%
Conectividade das Vias	50	47,6%
Segurança no Trânsito	48	45,7%
Estética/Poluição	44	41,9%
Densidade Residencial	37	35,2%
Segurança contra Crimes	37	35,2%
Área Verde	32	30,5%
Iluminação	21	20,0%
Presença de Local para Sentar-se	20	19,0%
Inclinação/Topografia	15	14,3%
Clima	13	12,4%
Sinalização	10	9,5%
Banheiro Público Próximo	6	5,7%

Tem-se também como destaque o *Uso do Solo* (54,3%), que é um aspecto que tem certa tendência de influenciar a atratividade da localidade para o pedestre que ali se desloca (ITDP Brasil, 2018a), uma vez que um uso do solo misto tende a ser mais atrativo e incentivar o deslocamento e a permanência de pedestres. Um dos artigos que foram analisados nessa revisão sistemática foi o de Rosso *et al*. (2021), que realizaram um estudo com idosos em Pittsburg e Memphis (EUA), em que se observou que o uso misto do solo se afigurava como um determinante para o deslocamento pedonal de idosos.

A *Conectividade das Vias* (47,6%) também se destaca como um fator recorrente em pesquisas sobre a caminhabilidade da pessoa idosa. Este é um fator que está associado à rede de mobilidade disponível ao pedestre e que pode determinar se o trajeto a pé será mais curto ou longo. Índices de caminhabilidade, como o proposto por Carvalho (2018) para a cidade de Belo Horizonte, avaliam a conectividade por meio do número de ruas na interseção pelas quais é possível o pedestre seguir, ou seja, em quantas direções o pedestre pode seguir para realizar o seu deslocamento. Importante ressaltar que os índices de caminhabilidade são ferramentas que auxiliam na análise do espaço urbano (Goulart e Günther, 2018), uma vez que buscam mensurar a caminhabilidade de determinada localidade.

A *Segurança no Trânsito* (45,7%) se mostrou também relevante em pesquisas sobre caminhabilidade de idosos. Um dos estudos analisados nessa revisão sistemática, realizado por Oyeyemi *et al*. (2019), com idosos residentes em Maiduguri (Nigéria), identificou que uma maior segurança no trânsito estava associada a menos tempo sedentário por parte dos idosos. A segurança viária pode estar associada a diversos aspectos, como por exemplo: infraestruturas que reduzam o conflito entre pedestres e veículos (Khisty,1994), possibilidade de conflito entre pedestres e veículos na calçada (Ferreira e Sanches, 2001), tipologia das ruas (vias exclusivas para pedestres ou compartilhadas), travessias seguras e acessíveis (ITDP Brasil, 2018b), largura do leito carroçável, velocidade dos veículos nas vias próximas (Carvalho, 2018) e outros. Uma cidade dita como amiga do idoso é aquela em que se estimula o envelhecimento ativo de seus habitantes. Sendo assim, é preciso que se otimize as oportunidades de saúde, participação e segurança, de modo que seja possível aumentar a qualidade de vida à medida que as pessoas vão envelhecendo (OMS, 2008).

Muitos dos fatores observados na categoria **Aspectos Ambientais** são indicadores avaliados em diversos índices de caminhabilidade já consolidados, como por exemplo, *ICam* do ITDP Brasil (2018b). Uma vez que a caminhabilidade está associada a atributos do ambiente construído que são convidativos ou não para a caminhada, como: acessibilidade, conforto ambiental, atratividade de usos, permeabilidade do tecido urbano e outros (ITDP Brasil, 2018a). Em uma das pesquisas analisadas para esta revisão, desenvolvido por Koohsari *et a*l. (2020), com idosos residentes no Japão, observou-se que a presença de bairros propícios à caminhada, ou seja, com melhores condições de caminhabilidade, estão associadas a um comportamento mais ativo por parte dos idosos.

Em síntese, a revisão sistemática obteve como resultado a identificação de aproximadamente 35 fatores nos 105 trabalhos analisados. Ao final, pode-se observar que, dentre todos os fatores analisados, os mais recorrentes nas pesquisas foram *Idade* (80,0%), *Gênero* (72,4%), *Acessibilidade e Qualidade das Calçadas* (61,0%) e *Uso do Solo* (54,3%). A recorrência de tais fatores nessas pesquisas ressalta a importância de tais fatores na mobilidade a pé deste grupo etário. O envelhecimento populacional, fenômeno observado no Brasil e em diversos países, pode ser visto como um dos grandes desafios a serem enfrentados pela sociedade atual (OMS, 2005). Associado a isso, a circulação dos idosos pela cidade é um evento cada

vez mais complexo (Correa, 2016), visto que, em muitos casos, as cidades se apresentam como espaços bastante hostis para este estrato etário, com o agravante de os idosos não serem plenamente considerados no planejamento de muitas cidades, principalmente no que se refere à infraestrutura urbana, acessibilidade e mobilidade (Carvalho e Costa, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento populacional, fenômeno observado no Brasil e em diversos países, pode ser visto como um dos grandes desafios a serem enfrentados pela sociedade atual. Nesse contexto, a circulação dos idosos pelas cidades é um evento cada vez mais complexo (Correa, 2016), visto que, em muitos casos, as territorialidades urbanas se apresentam como espaços bastante hostis para este estrato etário, especialmente, tendo em conta que os idosos, geralmente, não são plenamente considerados no planejamento de muitas cidades, principalmente no que se refere à infraestrutura urbana, acessibilidade e mobilidade (Carvalho e Costa, 2019).

Nesse sentido, pesquisas sobre a caminhabilidade de idosos são fundamentais para transformar a qualidade o ambiente urbano, favorecendo que este grupo etário se insira no cotidiano citadino, de forma segura, autônoma. independente e confortável. Com o intuito de identificar e compreender o comportamento das publicações sobre a combinação "caminhabilidade e pessoas idosas" na literatura técnica (nacional e internacional), este artigo teve como objetivo identificar quais fatores socioambientais são mais relevantes, considerando os estudos mais recentes sobre as relações entre caminhabilidade de pessoas idosas.

De maneira geral, a partir de análises bibliométricas e sistemáticas, observou-se que há uma relativa concentração de publicações sobre a temática central deste trabalho nos Estados Unidos, na China e no Brasil, resultado que pode ter relação não somente com o avanço do processo de envelhecimento nesses países, mas também com o fato de serem países populosos, o que torna o número de idosos muito significativo tanto em termos absolutos quanto percentuais. Além disso, percebeu-se uma significativa prevalência de recorrência dos fatores *Idade*, *Gênero* e *Escolaridade* (Categoria **Aspectos Socioeconômicos**); *Tempo de Caminhada* e *Tempo de Viagem* (Categoria **Aspectos de Viagem**); e *Acessibilidade e Qualidade de Calçadas*, *Uso do Solo* e *Conectividade das Vias* (Categoria **Aspectos Ambientais**). Tais resultados, que revelam a relevância desses fatores socioambientais nos estudos sobre caminhabilidade de idosos, podem direcionar os olhares de planejadores de políticas públicas para viabilizar a (re)criação de cidades amigas dos idosos.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de investigações sobre o grau de importância de cada um dos fatores socioambientais para a caminhabilidade, porém, considerando a percepção de idosos. Dessa forma, a seleção de fatores socioambientais realizada neste artigo, a partir da relevância desses na literatura, poderá ser validada por uma amostra do próprio público-alvo das análises, o que pode incluir o estabelecimento de ponderações (pesos) para cada fator ou categoria.

Agradecimentos
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001Os autores agradecem à CAPES-Brasil, aos Programas de Pós-Graduação em Geografia da UFMG e ao curso de mestrado em Geotecnia e Transportes da UFMG.

5 REFERÊNCIAS

Bernal, L. M.; Pierini, C. R.; Pitilin, T. R. (2019) Análise bibliométrica sobre o idoso e a mobilidade ativa: um estudo quantitative da produção científica. **Brazilian Journal of Development**, 5 (7), 10728-10749.

Bonatto, D.; Alves, F. B. (2022) Application of Walkability Index for Older Adults' Health in the Brazilian Context: The Case of Vitória-ES, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health,** 19 (3), 1483.

Bomfim, W. C. (2022) **Diferenciais de gênero na incapacidade funcional em idosos brasileiros: o papel dos determinantes socioeconômicos**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte.

Bradshaw, C. (1993) **Creating – and using – a rating system for neighborhood walkability towards na agenda for "local heroes"**. 14th Internacional Pedestrian Conference, Boulder, Colorado.

Brizola, J. e Fantin, N. (2016) Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos**, 3(2), 22-39.

Carvalho, I. R. V. de (2018). **Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: Um estudo de caso em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Carvalho, J. da S.; Da Costa, A. C. (2019) Caminhabilidade e Acessibilidade Urbana para a População Idosa: Uma análise em Campos dos Goytacazes-RJ. **Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas**, 9(24), 14-30.

Clemente, D.; Galvão, G. (2019) **Bibliometria: Teoria e Prática** (Notas de aula). Curso de Difusão USP, São Paulo.

Corin, E. (1985) Definisseurs culturels et reperes individuels: le rapport au corps chez les personnes agees. **International Journal of Psychology**, 20: 471-500

Correa, M. R. (2016) Envelhecer na cidade. **Revista Espaço Acadêmico**, 184.

Enago academy (2021) **Pubmed, Scopus e Web of Science: um guia rápido para pesquisas bibliográficas.**

Ferreira, M. A. G.; Sanches, S. da P. (2001) Índice de qualidade das calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, 23(2), 47-60.

Goulart, F.; Günther, H. (2018) O papel da arborização urbana na vivência do pedestre: Um estudo sob a perspectiva pessoa-ambiente. **8º Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável (Pluris 2018)**, Coimbra.

Koohsari, M. J.; McCormack, G. R.; Nakaya, T.; Shibata, A.; Ishii, K.; Yasunaga, A.; Liao, Y.; Oka, K. (2020) Walking-friendly built environments and objectively measured physical function in older adults. **Journal of Sport and Health Science**, 9, 651-656.

ITDP Brasil – Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (2018a) **Cidades de Pedestres – A Caminhabilidade no Brasil e no Mundo**. Babilônia Cultura Editorial.

ITDP Brasil, Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento. (2018b). **Índice de caminhabilidade – Ferramenta – Versão 2.0**. Rio de Janeiro.

Khisty, C. J. (1994) Evaluation of pedestrian facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. **Transportation Research Record – TRB**, 1438, 45-50.

Miranda, G. M. D.; Mendes, A da C. G.; da Silva, A. L. A. (2016) O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 19(3), 507-519.

Oliveira, A. S.; Rossi, E. C. (2019) **Envelhecimento populacional, segmento mais idoso e as atividades básicas da vida diária como indicador de velhice autônoma e ativa**. Geosul, 34(73), 358-377.

Oliveira, B. S.; Gomes, C. S. (2013) Mobilidade em idosos: envelhecimento e mobilidade. In: Guedes, D. T.; Sousa, A. C. P. A, Guerra R.O. **Avaliação da mobilidade e capacidade funcional em idosos na prática clínica**. João Pessoa: Ideia, 18.

OMS - Organização Mundial da Saúde. (2005) **Envelhecimento ativo: uma política de saúde.** Brasília, DF.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2008) **Guia Global: Cidade Amiga do Idoso.** Biblioteca da OMS, 67.

Oyeyemi. L. A.; Kolo, S. M.; Rufai, A. A.; Oyeyemi, A. Y.; Omotara, B. A.; Sallis, J. F. (2019) Associations of Neighborhood Walkability with Sedentary Time in Nigerian Older Adults. **Internacional Journal of Environmental Research and Public Health**, 16.

Pereira, G. N. ; Morsh, P. ; Lopes, D. G. C. ; Trevisan, M. D. ; Ribeiro, A. ; Navarro, J. H. Do N. ; Bós, D. Da S. G. ; Vianna, M. S. dos S. ; Bós, A. J. G. (2013) Fatores socioambientais associados à ocorrência de quedas em idosos**. Ciênca & Saúde coletiva**, 18(12).

Pitilin, T. R. e Sanches, S. da P. (2020) A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. **Revista de Morfologia Urbana**, 8(2).

Ramezani, S.; Laatikainen, T.; Hasanzadeh, K.; Kyttä, M. (2019) Shopping trip mode choice of older adults: an application of activity space and hybrid choice models in understanding the effects of built environment and personal goals. **Transportation**, 48, 505-536.

Rodrigues, M. A. e Lima, J. P. (2021) Acessibilidade urbana: uma revisão sistemática da literatura. In: **9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Integrado e Sustentável** (PLURIS 2021 digital).

Rosso, A. L.; Harding, A. B.; Clarke, P. J.; Studenski, S. A.; Rosano, C. (2021) Associations of Neighborhood Walkability and Walking Behaviors by Cognitive Trajectory in Older Adults. **The Gerontological Society of America**, 61(7), 1053-1061.

Sampaio, R. F. e Mancini, M. C. (2006) Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista brasileira de fisioterapia**, 11(1), 83-89.

Sikora, E. W. A.; Rattin, S. (2017) The future of ageing not more of the same. **Biogerontology**, 18, 429-432

Silva, A. S., Fassarella, B. P. A., Faria, B. S., Nabbout, T. G. M. E., Nabbout, H. G. M. E., Avila, J. C. (2021). Envelhecimento populacional: realidade atual e desafios. **Global Academic Nursing Journal**, 2 (3).

Silva, A. e Dal Prá, K. R. (2014) Envelhecimento populacional no Brasil: o lugar das famílias na proteção aos idosos. **Argumentum**, v. 6 (1), 99-115.

Sobral, L. (2021) **Fazer juntos: instrumentos de cooperação para cidades cocriadas**. 1. Ed. Tradução: Rodrigo Millán. - São Paulo: A Cidade Pres

Souza, E. de S.; Cardoso, A. L. B. (2017) A efetivação dos direitos inerentes à mobilidade da pessoa idosa nos espaços urbanos. **Revista da Defensoria Pública RS**, 19, 13-49.

Taylor, D. (2013) Physical activity is medicine for older adults. **Postgraduate Medical Journal**, 90, 26-32.

Uchôa, E.; Firmo, J. O. A.; Lima-Costa, M. F. de (2002). **Envelhecimento e Saúde: experiência e construção cultural.** In: Minayo, M. C. S.; Coimbra Junior, C. E. A. (orgs). Antropologia, saúde e envelhecimento [*online*]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, Antropologia & Saúde collection, pp. 25-35.

WHO - *World Health Organization* (2002**) Active Ageing- A Policy Framework**. Geneva.

Yu, J.; Yang, C. Zhao, X.; Zhou, Z.; Zhang, S.; Zhai, D.; Li, J. (2021) The Associations of Built Environment with Older People RecreationalWalking and Physical Activity in a Chinese Small-Scale City of Yiwu. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18.

PADRÕES DE UTILIZAÇÃO DE TROTINETES PARTILHADAS NO PERÍODO PRÉ E PÓS PANDÉMICO DA COVID-19. O CASO DA CIDADE DE BRAGA, PORTUGAL

G.J.C. Dias, P.J.G. Ribeiro e E. Arsenio

RESUMO

O ano de 2019 é o marco da expansão do serviço de trotinetes partilhadas no mundo. Nesse ano, a cidade de Braga implementou seu primeiro serviço de trotinetes partilhadas, que foi interrompido durante a pandemia de COVID-19. Neste sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo comparar as principais características das viagens em trotinetes partilhadas na cidade de Braga no período pré pandémico (2019 e 2020) e pós pandémico (2022 e 2023) através de uma análise estatística das viagens realizadas, assim como a identificação das principais motivações e dificuldades para utilização destes veículos em Braga através de um inquérito de preferência revelada a 433 usuários. Os resultados mostram um crescimento na utilização de trotinetes partilhadas no período pós pandémico visto que favorecem deslocações mais rápidas, entretanto, medidas de melhoria na segurança viária precisam ser implementadas para que este veículo seja amplamente utilizado.

1 INTRODUÇÃO

O serviço de trotinetes partilhadas foi introduzido nas cidades como uma alternativa de mobilidade em 2017, nos Estados Unidos. Na Europa, este serviço de micromobilidade partilhada sem doca entrou em operação no verão de 2018, na cidade de Paris (6t-bureau de recherche, 2019). A sua rápida expansão ao redor do mundo deve-se às novas estratégias de mobilidade que priorizam a promoção de modos de transporte que sejam acessíveis, com custos razoáveis e que proporcionem flexibilidade para os utentes (Dias, Arsenio and Ribeiro, 2021). Além disto, este modo de transporte pode ser utilizado nas cidades para substituir e complementar o uso do automóvel, transporte público e modos ativos (Wang *et al.*, 2022).

Apenas em seu primeiro ano de implementação nas cidades, as trotinetes partilhadas foram responsáveis por mais de 38,5 milhões de viagens apenas nos Estados Unidos, o que superou o número de viagens feitas em sistemas de bicicletas partilhadas com docas (36,5 milhões), bicicletas elétricas partilhadas (6,5 milhões) e bicicletas partilhadas sem doca (9,0 milhões) (NACTO, 2019). Na Europa, os serviços de trotinetes partilhadas tiveram um aumento no número de usuários, que passou de 1,7 milhões em 2018 para mais de 16 milhões em 2019 (Statista, 2023). Apenas uma companhia responsável pelo serviço de trotinetes partilhadas foi responsável por mais de 16 milhões de viagens em mais de 35 cidades europeias, em agosto de 2018, sendo que 12% destas viagens substituíram viagens em automóvel, táxis e outros serviços de viagens partilhadas (e.g., Uber) (Cardell and Moller, 2020).

Ainda assim, uma maior expansão dos serviços de trotinetes partilhadas tem sido abrandada pela falta de regulamentação para a utilização deste meio de transporte nas cidades. Recentemente, algumas cidades têm investido em estudos piloto e testes dos serviços de trotinetes partilhadas, com a intenção de aprimorar a regulamentação local e aumentar a segurança dos usuários. A cidade de Chicago, nos Estados Unidos, por exemplo, fez um projeto piloto para trotinetes em 2019 a fim de melhor entender como este serviço poderia ser utilizado para incrementar a mobilidade local e reduzir a desigualdade entre os usuários (City of Chicago, 2020). No contexto Europeu, a França lançou um inquérito nacional para compreender como, onde e quando as pessoas utilizam este modo de transporte (6t-bureau de recherche, 2019). Em 2020, Londres começou seu período de testes para poder garantir a utilização segura de trotinetes e assim possibilitar que viagens curtas possam ser feitas neste modo de transporte sustentável, e consequentemente mitigar os problemas de capacidade dos transportes públicos devido à implementação das medidas restritivas da mobilidade na pandemia de COVID-19 (Department for Transport and Transport for London, 2020).

As restrições de mobilidade em transporte público durante a pandemia para alcançar um melhor distanciamento social, também contribuíram para que as trotinetes partilhadas fossem mais utilizadas em alguns contextos urbanos (De Vos, 2020; Governors Highway Safety Association, 2020). Em cidades como Roma, Milão, Roterdam, Denver e San Diego, foram dados incentivos para a população utilizar trotinetes partilhadas nas suas deslocações de curta distância ao invés de utilizarem seus automóveis ou transportes públicos sobrelotados.

Durante o período da pandemia de COVID-19, muitos países adotaram políticas de suporte financeiro para a promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável. A Itália, por exemplo, investiu cerca de cem milhões de euros para incentivar a transição para modos de transporte mais sustentáveis, como veículos elétricos, bicicletas elétricas e trotinetes elétricas. Além disso, as trotinetes passaram a fazer parte da oferta de transporte público local (Lozzi *et al.*, 2020).

As empresas que oferecem o serviço de trotinetes partilhadas também comparticiparam os incentivos para a utilização deste meio de transporte durante a pandemia. O programa Lyftup, da empresa Lyft, ofereceu viagens gratuitas de trinta minutos para paramédicos, trabalhadores do serviço de transportes e prestadores de cuidados de saúde em Denver, no Colorado, Los Angeles, Washington, D.C., San Diego e Santa Bárbara na Califórnia, para que pessoas com estas responsabilidades de trabalho pudessem se deslocar mais rapidamente e sem precisar utilizar automóveis ou o transporte público de modo a evitar o seu contato com mais pessoas (Lyft, 2020).

Por outro lado, muitas cidades em todo mundo pararam de oferecer o serviço de trotinetes partilhadas para desencorajar a realização de viagens por toda a população. Este foi o caso de Portugal, e nomeadamente o da cidade de Braga, que está localizada no norte do país e que já oferecia o serviço de trotinetes partilhadas à população.

Neste sentido, o presente trabalho de investigação tem como objetivo comparar as principais características das viagens em trotinetes partilhadas na cidade de Braga no período pré pandémico (2019 e 2020) e pós pandémico (2022 e 2023). Para esse efeito, foram analisadas as matrizes de origem e destino das principais viagens de trotinetes partilhadas, assim como, o número de viagens realizadas, número de veículos disponíveis, número de quilómetros

viajados neste período. Além disso, um inquérito de preferência revelada foi utilizado para identificar as principais motivações e dificuldades na utilização de trotinetes partilhadas em Braga.

Neste artigo apresenta-se a metodologia utilizada nesta investigação na secção 2, os resultados do estudo de caso na secção 3 e a discussão e conclusão na secção 4.

2 METODOLOGIA

Esta secção apresenta a metodologia utilizada para a recolha de dados e informações sobre as viagens realizadas em trotinetes partilhadas em Braga no período pré e pós pandémico, assim como, do inquérito de Preferência Revelada (PR).

2.1 Dados de viagens

Os dados utilizados neste estudo foram recolhidos a partir da API disponibilizada pelos operadores de micromobilidade na cidade de Braga, Portugal, entre 2019 e 2020. Este período está compreendido entre o início da oferta de trotinetes partilhadas em Braga até a sua interrupção devido à pandemia de COVID-19 (pré) e, posteriormente, entre esse período e o ano de 2023 (pós). Serão analisadas as principais origens das viagens em Braga para melhor identificar os hotspots de procura de trotinetes partilhadas na cidade. Para identificar a dimensão da frota de trotinetes partilhadas na cidade, assim como os dados das viagens, os respetivos APIs dos veículos são armazenados e organizados por hora, dia e mês. Cada viagem tem o seu ponto de origem e destino. Esta informação é agrupada com uma técnica de agrupamento espaço-temporal (DBSCAN – Density-Based Spatial Clustering of Application with Noise) para descobrir as áreas mais utilizadas da cidade. As características da viagem, o número de quilómetros viajados e o número de veículos disponíveis são também coletados e apresentados para permitir uma melhor compreensão da utilização trotinetes partilhadas em Braga nos dois períodos indicados.

2.2 Inquérito de Preferência Revelada (PR)

O inquérito de Preferência Revelada (PR) foi realizado em Braga para recolher informações acerca das principais motivações e dificuldades enfrentadas na utilização de trotinetes partilhadas na cidade (Tabela 1). Foram recolhidas 433 respostas válidas entre os dias 24 de janeiro e 10 de julho de 2022, de forma online e presencial no centro da cidade, nas imediações de centros comerciais e escolas, assim como nas proximidades e no campus da Universidade do Minho.

Tabela 1 Principais dados coletados no inquérito de PR

Questões apresentadas	Informação recolhida
Utiliza o serviço de trotinetes partilhadas em Braga?	Se os respondes usam ou não o serviço
Principais barreiras para não utilizadores	
Quais são as principais barreiras para a não utilização das trotinetes?	Informação acerca dos principais fatores para a não utilização, como a falta de infraestrutura dedicada, alta velocidade de tráfego etc.
Principais motivações para a utilização	

Quais são as principais motivações para utilização das trotinetes?	Informação acerca das principais motivações para a utilização, como o preço, tempo de viagem etc.

Entre as 433 respostas recolhidas, 78 representam utilizadores de trotinetes partilhadas em Braga, enquanto 355 respostas são de potenciais utilizadores. O tamanho da amostra (N=433) foi calculado de acordo com a atual população de Braga, que conta com 193.324 habitantes. A amostra recolhida é estatisticamente representativa para a população da cidade de Braga, para um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 O serviço de trotinetes partilhadas em Braga

O serviço de trotinetes partilhadas começou a ser oferecido em Braga no dia 19 de agosto de 2019, com apenas uma empresa a disponibilizar 80 trotinetes no centro histórico da cidade. Ainda em 2019, outras duas empresas entraram no mercado bracarense de oferta de trotinetes, o que ocasionou um aumento no número de veículos disponibilizados (oferta). Estes estavam disponíveis em 25 locais de estacionamento dedicados (Figura 1). Além desses locais de estacionamento, a utilização de trotinetes partilhadas é condicionada pelo sistema de cerca geográfica, que permite aos usuários apenas circularem em uma determinada parte da cidade, nomeadamente a área que compreende as oito freguesias mais populosas da cidade.

O ano de 2020 foi marcado pelas restrições de mobilidade em todo o mundo. Em Portugal e em Braga, os cidadãos apenas poderiam circular na via pública em determinadas situações, nomeadamente, idas ao supermercado, idas ao hospital ou centro de saúde, visitar pessoas vulneráveis (e.g., idosos que necessitem de assistência) e para fazer exercício físico ao ar livre. Estas condicionantes à mobilidade fizeram com que o serviço de trotinetes partilhadas em Braga fosse totalmente extinto durante o período pandémico.



Fig. 1 Trotinetes partilhadas em Braga

Aquando do restabelecimento da circulação em espaços públicos no país, que aconteceu no primeiro semestre de 2021, o serviço de trotinetes partilhadas voltou a ser oferecido para a

população de Braga. Assim, três empresas distintas puderam oferecer cerca de 500 trotinetes partilhadas com preços promocionais para alavancar a sua utilização.

Atualmente, há duas empresas que oferecem o serviço de trotinetes partilhadas em Braga, nomeadamente, a Bird e a Bolt. Mais de 500 trotinetes estão disponíveis para a população em áreas centrais da cidade, como o centro histórico, principais centros comerciais, polos de investigação e o campus de Gualtar da Universidade do Minho. O preço base para as viagens é de EUR 0,19 por minuto viajado para as trotinetes da Bolt e de EUR 1 para desbloqueio acrescido de EUR 0,09 por minuto viajado para as trotinetes da Bird.

3.2 Utilização de trotinetes partilhadas no período pré e pós pandémico

Os dados disponíveis sobre a utilização de trotinetes partilhadas em Braga no período pré pandémico são provenientes de apenas uma das empresas que disponibilizaram o serviço à data. A empresa Bird (anteriormente denominada CIRC) começou a oferta do serviço em agosto de 2019, sendo as outras trotinetes partilhadas disponibilizadas por uma segunda empresa. Em outubro do mesmo ano, já havia 174 trotinetes apenas da Bird a circular em Braga. Estas trotinetes realizaram em média 4.000 viagens por mês, sendo que durante os meses de agosto a outubro, cada trotinete realizou mais de uma viagem por dia, enquanto nos meses de novembro e dezembro, cada trotinete realizou 0,8 viagens por dia. Esta diminuição no número de viagens por dia por trotinete pode ser justificada pelas condições climatéricas do fim do ano em Braga, uma vez que as temperaturas descem e o índice pluviométrico aumenta. A Tabela 2 mostra a estatística para as métricas de viagens de trotinetes realizadas no período pré pandémico em Braga.

Tabela 2 Métricas pré pandémicas de deslocações em trotinetes partilhadas

Métrica	Média mensal	Min.	Máx.
Número de trotinetes	106,2	46	174
Número de viagens	4147,2	1746	7159
Número de viagens por trotinete por dia	1,3	0,8	2,2
Número de quilómetros viajados	7879,6	4004	14924

Desta forma, é possível observar que em média 106,2 trotinetes fizeram em média 4.147,2 viagens entre os meses de agosto e dezembro de 2019. O mês com o número menor de trotinetes foi agosto e o mês com o maior número foi outubro. É importante salientar que o número de viagens apresenta um aumento entre os meses de agosto e setembro, entretanto a queda começa a ser observada no mês de outubro, novembro e dezembro; o mês de agosto apresenta o menor número de viagens, uma vez que é quando o serviço é implementado na cidade, e o mês de setembro apresenta o maior número de viagens realizadas no período estudado (Figura 2).

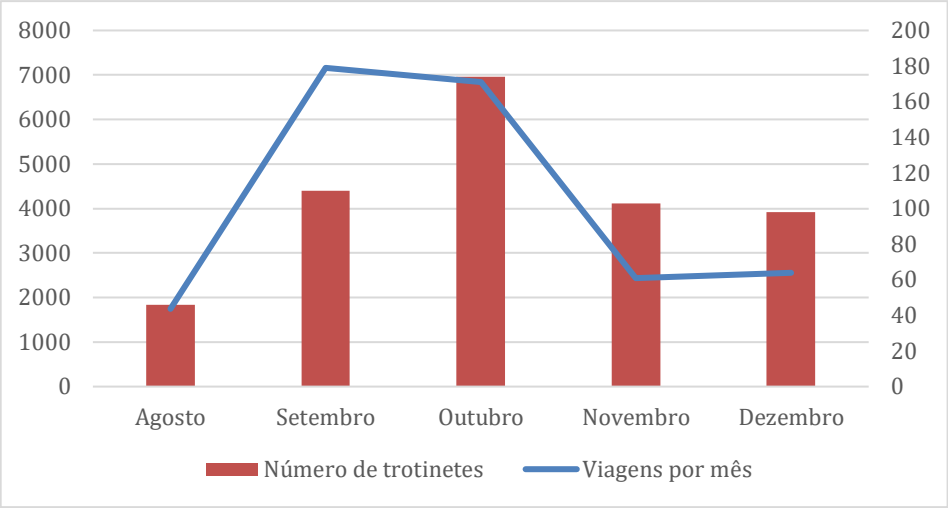


Fig. 2 Número de viagens em trotinetes partilhadas por mês no período pré pandémico e número de trotinetes por mês

O pico de viagens realizadas por dia também acontece em setembro, sendo este o melhor mês de utilização de trotinetes em Braga no ano de 2019, visto que também mais de 14.900 km foram percorridos por trotinetes apenas neste mês, valor muito acima da média do período estudado, contrastante com os 4.004 km percorridos no mês de novembro, que foi o mês com menor número de km viajados em trotinetes partilhadas.

Depois de mais de um ano de hiato na prestação de serviço de trotinetes partilhadas, os anos de 2022 e 2023 foram marcados pela expansão deste serviço de micromobilidade em Braga. O número médio de trotinetes cresceu, em mais de seis vezes, se comparado com a média pré pandémica, o que ocasionou também um aumento no número de viagens realizadas, que em média aumentaram em mais de quatro vezes relativamente ao período anteriormente estudado. Entretanto, o número de viagens por dia, por trotinete, ficou estável, e até diminuiu entre os anos de 2022 e 2023 (Tabela 3), visto que havia mais trotinetes disponíveis para a população. Outro aspecto estudado, que apresentou grande incremento no período pós pandémico, foi o número de quilómetros viajados em trotinete, uma vez que no período pré pandémico a média era de 7879,6 km viajados por mês, enquanto no período pós pandémico o número médio de quilómetros percorridos por mês foi de 35.043 km em 2022 e de 25.921 km em 2023, o que representa um acréscimo de quase quatro vezes no número de quilómetros percorridos por mês em trotinetes partilhadas.

Tabela 3 Métricas pós pandémicas de deslocações em trotinetes partilhadas

Métrica	2022			2023		
	Média mensal	Min.	Máx.	Média mensal	Min.	Máx.
Número de trotinetes	578	374	775	677,5	547	832
Número de viagens	22827,6	11396	48791	17436	12571	22172
Número de viagens por trotinete por dia	1,3	0,7	2,4	0,9	0,6	1,1
Número de quilómetros viajados	35043,2	17202	79338	25921	18870	33530

É também importante ressaltar as mudanças ocorridas entre os anos de 2022 e 2023, para aferir se houve expansão nos anos seguintes à reintrodução do serviço de trotinetes partilhadas em Braga, ou se o sistema sofreu contração. De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, é possível inferir que o serviço de trotinetes partilhadas em Braga sofreu contração moderada nos anos subsequentes à sua reinserção no ambiente urbano.

Mesmo que o número médio de trotinetes tenha aumentado entre 2022 e 2023, o que pode também ocasionar a redução no número médio de viagens por dia, por trotinete, é importante ressaltar que o número de viagens e o número de quilómetros percorridos decresceu entre estes dois anos. Enquanto o número médio de viagens realizadas por mês em 2022 foi de 22.824,6, no ano de 2023 houve uma queda para 17.436 viagens realizadas por mês, sendo que o pico de viagens em 2022 foi em 48.791 em um único mês, já em 2023 este número chegou a apenas 22.172, que representa menos de a metade das viagens do ano anterior. A Figura 3 apresenta a evolução no número de viagens por mês nos dois anos pós pandémicos estudados.

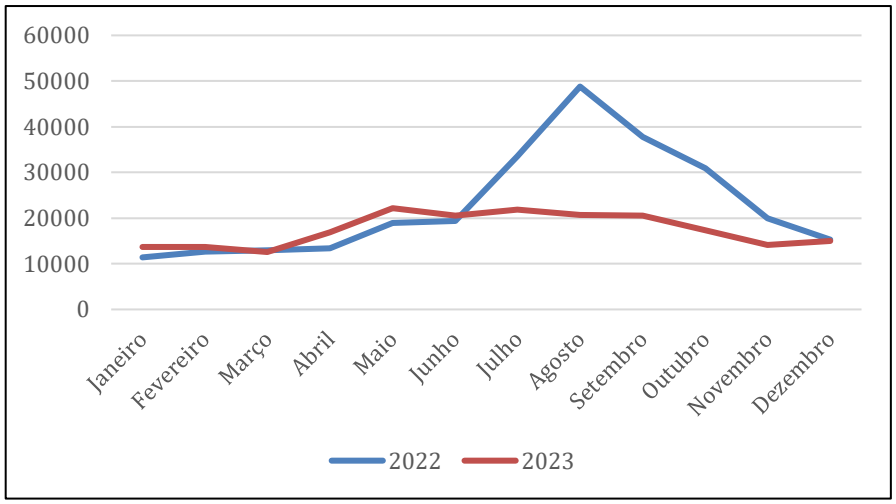


Fig. 3 Número de viagens em trotinetes partilhadas por mês no período pós pandémico

De acordo com os dados apresentados, é possível aferir uma grande diminuição no número de viagens realizadas no segundo semestre de 2023. Enquanto no ano de 2022 há um forte incremento no número de viagens no início do segundo semestre, nomeadamente, nos meses de junho, julho e agosto, tendo-se observado uma utilização estável nestes meses com pequeno decréscimo a partir de agosto. Nos dois anos estudados é possível verificar que houve um crescimento no número de viagens nos meses mais quentes do ano, sendo os meses de abril até agosto os meses com maior utilização, nomeadamente, em 2022. Por outro lado, nos meses mais frios e com maior índice pluviométrico, foi possível observar que a utilização (número de viagens realizadas) das trotinetes partilhadas diminuiu, com especial atenção para os meses de janeiro e fevereiro dos dois anos estudados, uma vez que estes são os meses mais frios em Braga.

3.3 Motivações e barreiras para a utilização de trotinetes em Braga

Após a coleta de dados do inquérito de PR em Braga, pôde-se traçar o perfil dos respondentes, nomeadamente usuários e potenciais usuários do serviço de trotinetes partilhadas na cidade. A amostra foi composta por 47,8% de respondentes do género

masculino e 49,4% do género feminino, 2,8% preferiram não responder ou marcaram a opção "outro". O intervalo de idade mais representativo entre os respondentes foi entre os 20 e 34 anos (52,7%), sendo 70,7% dos respondentes estudantes. Acerca do nível de formação académica mais elevado concluído, 55,8% dos respondentes terminaram o ensino secundário. Ainda, a amostra conta com 29,6% de respondentes com rendimento familiar mensal entre os EUR 667 e os EUR 1500.

Através da amostra recolhida também foi possível verificar que mais de 80% dos inquiridos não são utilizadores do serviço de trotinetes partilhadas em Braga. A baixa utilização está relacionada maioritariamente com a falta de segurança viária percebida pela população (23,1%) no âmbito da utilização de um veículo leve, desprotegido fisicamente e que pode atingir altas velocidades, uma vez que uma trotinete pode atingir os 25 km/h. A preferência por outros modos de transporte também tem grande influência na não utilização das trotinetes partilhadas, uma vez que 22,0% dos inquiridos afirmaram preferir utilizar o automóvel para fazer suas deslocações, enquanto 19,6% disseram preferir utilizar o transporte público, que em Braga é representado pelo serviço de autocarros urbanos - TUB.

Por outro lado, a utilização de trotinetes partilhadas em Braga está atrelada ao facto de estas proporcionarem deslocações mais rápidas do que outros modos (24,9%), o que pode ocasionar em redução do tempo gasto para chegar ao local de destino. Com a mesma porcentagem de respostas (24,9%), a possibilidade de realização de uma viagem agradável é considerada um fator importante para motivar a utilização de trotinetes, principalmente por ser um modo de transporte mais utilizado por pessoas com as classes de idades mais baixas. A terceira maior motivação para a promoção de trotinetes é a redução do esforço físico nas viagens (21,0%), o que pode neste contexto representar a substituição de viagens a pé por viagens de trotinete, o que diminui o nível de exercício físico realizado pelos utilizadores deste micro veículo. A Figura 4 representa de forma esquemática as principais barreiras e motivações para a utilização de trotinetes partilhadas em Braga.

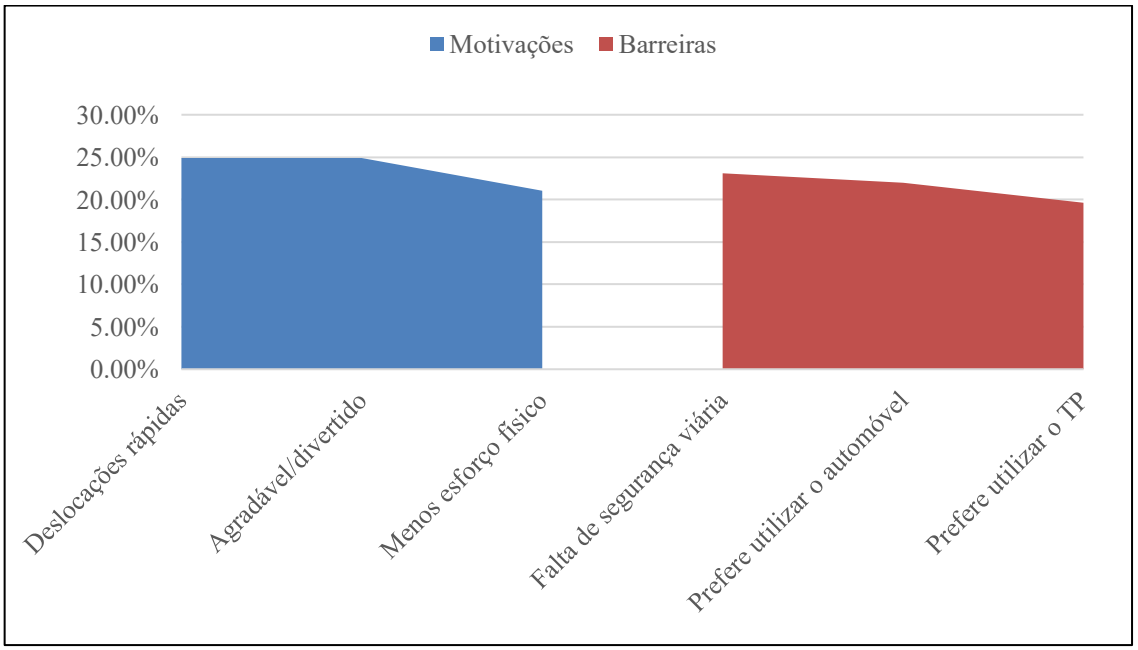


Fig. 4 Três principais motivações e barreiras para a utilização de trotinetes partilhadas em Braga

Desta forma, é possível inferir que a implementação de medidas que aumentem a segurança viária para os microveículos poderia alavancar a sua utilização em Braga. As possíveis medidas poderiam ser a criação de zoneamento, onde a micromobilidade e a mobilidade ativa fossem priorizadas, além da implantação de uma extensa malha cicloviária.

4 DISCUSSÕES E CONCLUSÃO

O serviço de trotinetes partilhadas começou a ser implementado nas cidades com uma perspectiva de aumento na utilização de modos de transporte mais sustentáveis e consequente substituição do automóvel por este meio de transporte em viagens de curta distância. Entretanto, a pandemia de COVID-19, que condicionou a mobilidade a partir do início do ano 2020, trouxe diferentes perspectivas para o futuro das trotinetes elétricas partilhadas. Isto se deve principalmente ao possível crescimento da sua utilização durante o período de *lockdown* para substituir a utilização dos transportes públicos e diminuir a proximidade entre as pessoas, assim como a possível incerteza de crescimento na sua utilização na volta à normalidade das deslocações no período pós pandemia.

Enquanto muitas cidades apostaram na continuidade da prestação do serviço de trotinetes partilhadas durante o período pandémico, para permitir que trabalhadores essenciais fizessem suas deslocações com mais segurança, outras apostaram na completa rutura do serviço, para, assim, impedir qualquer tipo de deslocações. Este foi o caso de Portugal, e mais especificamente de Braga, onde as trotinetes partilhadas foram extintas do espaço urbano durante o período de mais de um ano. Neste sentido, o presente trabalho de investigação buscou acessar os padrões de utilização das trotinetes partilhadas em Braga no período pré e pós pandémico, no intuito de averiguar se houve sucesso ou não na disponibilização deste serviço para a população.

Através dos resultados apresentados na secção do estudo de caso, é possível verificar que em Braga o serviço de trotinetes partilhadas experimentou um grande crescimento de utilização depois do período pandémico. Tanto o número de veículos disponibilizados para a população cresceu, quanto o número de viagens realizadas e quilómetros percorridos. O número médio de viagens por mês realizadas na cidade sofreu aumento de mais de 300% em relação ao ano de 2019, enquanto o número de quilómetros percorridos cresceu mais de 200% em relação ao período pré pandémico. Outras cidades também verificaram os mesmos padrões de crescimento e expansão dos serviços de trotinetes partilhadas após a extinção das medidas de restrição de mobilidade ocasionadas pela pandemia de COVID-19, como é o caso de Barcelona, Bruxelas e Milão (Freehafer, 2024).

Entretanto, estas três cidades viram crescer a utilização de formas de micromobilidade partilhada em seu território porque, durante a pandemia, investiram em infraestrutura dedicada, assim como, converteram ciclovias *pop-up* em infraestrutura permanente, para que as trotinetes e bicicletas fosse utilizada com mais segurança e conforto (Freehafer, 2024). Infortunadamente, este não foi o mesmo processo ocorrido em Braga, uma vez que, de acordo com os resultados do inquérito de PR feitos na cidade, o principal motivo para a não utilização das trotinetes é a falta de segurança viária, ocasionada pela necessidade das trotinetes partilharem o mesmo espaço na via com automóveis.

Mesmo que a utilização de trotinetes partilhadas possa propiciar viagens mais rápidas, agradáveis e com menos esforço físico para a população, a preferência pela utilização do automóvel ainda se enquadra como um impedimento para a expansão de modos de transporte

mais sustentáveis, como é o caso das trotinetes partilhadas. Em Braga, atualmente, 69,7% das deslocações diárias são realizadas em automóveis, o que representa um aumento de 4,1 p.p. em relação aos dados de 2011, enquanto deslocações a pé e de autocarro sofreram uma redução de 2.4 p.p. e 1.9 p.p., respetivamente, no mesmo período (Instituto Nacional de Estatística, 2022). Estes dados mostram com clareza a preferência da população pela utilização do automóvel em detrimento a outros modos mais sustentáveis.

Desta forma, para acautelar uma mobilidade mais sustentável para a cidade de Braga, medidas específicas poderiam ser tomadas. para que tanto a micromobilidade, quanto as deslocações a pé fossem preferidas pela população. Dentre as possíveis medidas, estariam a criação de zoneamento na cidade (criação de áreas onde a micromobilidade e mobilidade ativa teriam prioridade de relação ao automóvel), implementação de infraestrutura dedicada (ciclovias e locais próprios para estacionamento) (Dias, Ribeiro and Arsenio, 2024).

A falta de medidas de promoção para este meio de transporte pode estar relacionada com o não crescimento do serviço de trotinetes partilhadas entre os anos de 2022 e 2023. Uma vez que, a população sente insegurança e precariedade aquando se desloca de trotinete, o nível de utilização no período pós pandémico não experienciou constante progresso. Mesmo quando estavam disponíveis mais trotinetes para a população, o número de viagens e quantidade de quilómetros percorridos sofreu queda entre 2022 e 2023.

Portanto, mesmo que as trotinetes partilhadas sejam consideradas uma alternativa sustentável para deslocações de curta distância nas cidades, é importante que medidas de promoção sejam tomadas para haja sucesso na utilização deste meio de transporte. Em Braga, mesmo que tenha havido forte crescimento da utilização de trotinetes no período pós pandémico, o que mostra algum nível de sucesso na prestação deste serviço, os níveis de crescimento da utilização não se mantiveram no ano subsequente (2023), devido, principalmente à falta de segurança viária oferecida aos utilizadores deste meio de transporte na cidade.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) pelo financiamento da investigação (https://doi.org/10.54499/2020.05041.BD) e à Câmara Municipal de Braga pelo apoio na obtenção dos dados.

6 REFERÊNCIAS

6t-bureau de recherche (2019) **Usages et usagers des trottinettes electriques en France**, p. 158.

Cardell, M. and Moller, T.H. (2020) **How micromobility is moving cities into a sustainable future**, *EY Global*. Available at: https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation/how-micromobility-is-moving-cities-into-a-sustainable-future (Accessed: 19 August 2021).

City of Chicago (2020) **E-scooter Pilot Evaluation**.

Department for Transport and Transport for London (2020) **E-scooter trials: guidance for local areas and rental operators**. Available at:

https://www.gov.uk/government/publications/e-scooter-trials-guidance-for-local-areas-and-rental-operators/e-scooter-trials-guidance-for-local-areas-and-rental-operators (Accessed: 25 August 2020).

Dias, G., Arsenio, E. and Ribeiro, P. (2021) 'The role of shared e-scooter systems in urban sustainability and resilience during the covid-19 mobility restrictions', **Sustainability (Switzerland)**, 13(13). Available at: https://doi.org/10.3390/su13137084.

Dias, G., Ribeiro, P. and Arsenio, E. (2024) 'Perceptions of shared e-scooters service among university students in Braga, Portugal', **Transportation Engineering**, 16(April 2023), p. 100231. Available at: https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100231.

Freehafer, L. (2024) **Despite Volatility, Micromobility Thrives in European Cities**. Available at: https://thecityfix.com/blog/despite-volatility-micromobility-thrives-in-european-cities/ (Accessed: 26 April 2024).

Governors Highway Safety Association (2020) **Understanding and Tackling Micromobility: Transportation's New Disruptor**.

Instituto Nacional de Estatística (2022) **Censos 2021 - Divulgação dos Resultados Definitivos, INE Censos 2021** - *Divulgação dos Resultados Provisórios*.

Lozzi, G., Marcucci, E., Gatta, V., Pacell, V. and Teoh, T. (2020) **COVID-19 and urban mobility: impacts and perspectives Rapid-response briefing**.

Lyft (2020) **Prestando apoio a trabalhadores em funções críticas por meio da utilização gratuita de patinetes elétricos**. Available at: https://www.lyft.com/blog/posts/LyftUp-Scooter-Critical-Workforce-Program (Accessed: 5 May 2021).

NACTO (2019) **Shared Micromobility in the US: 2018**.

Statista (2023) **E-scooter sharing - Europe**. Available at: https://www.statista.com/outlook/mmo/shared-mobility/shared-rides/e-scooter-sharing/europe (Accessed: 10 January 2023).

De Vos, J. (2020) 'The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior', **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, 5. Available at: https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100121.

Wang, K., Qian, X., Fitch, D.T., Lee, Y., Malik, J. and Circella, G. (2022) 'What travel modes do shared e-scooters displace? A review of recent research findings', **Transport Reviews** [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.1080/01441647.2021.2015639.

CALÇADAS, FAIXAS DE TRAVESSIA PARA PEDESTRES E SINALIZAÇÃO EM ROTAS ACESSÍVEIS LOCALIZADAS EM SÍTIOS HISTÓRICOS: UM ESTUDO SOBRE ACESSIBILIDADE NO CENTRO HISTÓRICO DE SALVADOR – BAHIA

R. S. Reis, L. S. P. M. Silva, A. P. A. Carvalho

RESUMO

Habitar, trabalhar, circular, visitar ou fruir a cidade com qualidade e segurança requer acessibilidade para todos. Rotas acessíveis, contínuas, desobstruídas e sinalizadas garantem o direito de acessar e interpretar a cidade plenamente. Em sítios culturais, essas rotas devem ser criteriosamente integradas aos elementos existentes. Este artigo tem como objetivo principal destacar a calçada, as travessias de pedestres e a sinalização urbana como elementos fundamentais (mas não únicos) das rotas acessíveis em sítios culturais urbanos. A metodologia inclui revisão de legislação, normas técnicas e observação de acessibilidade em sítios culturais visitados entre 2018 e 2023. No Centro Histórico de Salvador (CHS), intervenções como melhorias nas calçadas e travessias foram realizadas com critérios técnicos adequados. No entanto, o estudo revela a necessidade urgente de projetos complementares – sinalização, iluminação e mobiliário urbano – para garantir a plena utilização do sítio.

1 INTRODUÇÃO – ROTAS ACESSÍVEIS EM SÍTIOS HISTÓRICOS

O direito à cidade é indiscutivelmente um direito pertencente a todo cidadão. Habitar, trabalhar, circular, visitar ou fruir a cidade com qualidade e segurança pressupõe a existência de acessibilidade para todas as pessoas. As rotas acessíveis, sejam localizadas no interior das edificações ou nos espaços urbanos, são elementos indispensáveis à implantação de locais acessíveis e inclusivos.

A existência de rotas acessíveis, ou seja, trajetos contínuos, desobstruídos e sinalizados, que conectam os ambientes externos ou internos de espaços e edificações (ABNT, 2020), além de atender à legislação vigente, garante a todas as pessoas o direito e a liberdade de acessar, circular, observar, sentir, ler e interpretar a cidade de uma maneira plena e segura. No que se refere a sítios históricos, essas ações podem ser realizadas com maior segurança, autonomia e riqueza na fruição dos bens patrimoniais, transformando a experiência do habitante ou do visitante numa vivência única, dotada de significados e relações. Tais significados e relações podem enriquecer o conhecimento e provocar a valorização do patrimônio cultural local. Além disso, as rotas acessíveis em sítios históricos poderão aguçar o interesse da pessoa por conhecer os edifícios históricos ali localizados, uma vez que o acesso a essas edificações é, por meio das rotas, facilitado. Por sua vez, surge a necessidade, além da própria exigência legal, das edificações históricas possuírem rotas acessíveis

internas. Cada rota, externa ou interna, irá se conectar a outra rota, criando uma rede de acessibilidade que caracterizará o sítio ou a própria cidade como acessível.

O planejamento de rotas acessíveis em localidades históricas e/ou arqueológicas pressupõe um estudo detalhado da complexidade do ambiente, assim como uma organização cuidadosa de seus componentes. A base dessa organização são as características históricas, físicas e espaciais, assim como a legislação em vigor. As barreiras físicas e comportamentais, as edificações históricas existentes, a estrutura urbana, as distâncias a percorrer e, no caso de locais turísticos, os atrativos e equipamentos turísticos existentes, além do tempo de visitação indicado, devem ser meticulosamente analisados para que se resulte em benefícios positivos. Em sítios históricos urbanos, não apenas os elementos isolados representam atrativos. O ambiente como um todo, por si só, em sua forma urbana e características arquitetônicas das suas edificações em conjunto, representa um grande poder de atração.

Uma rota acessível apresenta-se como um componente dinâmico que deve ser inserido criteriosamente nos elementos herdados dos sítios históricos. Algumas cidades históricas brasileiras já apresentam rotas acessíveis, a exemplo de Recife, Olinda e Salvador. Cidades históricas europeias, notadamente em países como Suécia, Alemanha, Inglaterra, Espanha, França, Portugal e Itália, preocupam-se com o tema da acessibilidade e, nas últimas décadas, vêm se adequando à questão, implantando rotas acessíveis e criando soluções que garantam o direito de acessar conjuntos históricos e edificações públicas.

No Brasil, a Norma Técnica NBR 9050/2020 (ABNT, 2020) propõe a implantação de rotas acessíveis cujo trajeto deve ser instalado de maneira que possa ser utilizado de forma autônoma e segura por todos, inclusive por pessoas com dificuldade de locomoção e pessoas com deficiência.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) destaca que o conceito de rota acessível "[...] é muito importante, pois pode viabilizar o acesso em cidades históricas. Significa a possibilidade de se adotar pelo menos um caminho contínuo e acessível de locomoção no espaço urbano e fruição do patrimônio." (IPHAN, 2014, p. 44).

A instalação de rotas acessíveis reduz o problema da falta de acessibilidade universal em sítios históricos, uma vez que o usuário poderá ter acesso aos setores ou a algumas ruas do local. Apesar das rotas possibilitarem esse acesso parcial, esta não é a situação ideal, pois as rotas comumente limitam o percurso do usuário. Dessa maneira, outros setores, monumentos e edificações ficam excluídos da rota. Geralmente essa exclusão é provocada pela dificuldade de adequação que o sítio apresenta, como limitações causadas pela topografia ou pela própria estrutura dos elementos arquitetônicos e urbanísticos tombados ou sob outras formas de proteção.

A existência de equipamentos de acessibilidade representa um avanço e um estímulo à integração de locais acessíveis ou à instalação de elementos facilitadores da fruição do patrimônio. Exemplos desses equipamentos são as maquetes, material gráfico adequado, equipamentos audiovisuais e disponibilidade de informações.

As soluções para as questões de acessibilidade em sítios culturais devem ser compatíveis com a conservação dos bens patrimoniais, ou seja, as intervenções para a adequação não podem afetar os elementos que caracterizam o valor histórico do local ou da edificação, devendo ser reversíveis em todos os casos (Cambiaghi, 2007).

A Instrução Normativa nº 01/2003 (IPHAN, 2003) dispõe sobre a acessibilidade aos bens culturais imóveis acautelados em nível federal. Nessa Normativa, o IPHAN reconhece que deverá ser seu papel estimular "[...] iniciativas adequadas de intervenção nos bens culturais imóveis acautelados em nível federal, que incorporem soluções em acessibilidade segundo os preceitos do desenho universal e da rota acessível." (IPHAN, 2003). Destaca que deverá ser observada em cada caso a compatibilidade com as características do bem e seu entorno.

Propostas de adaptação para acessibilidade deverão ser realizadas a partir de levantamentos históricos, físicos, iconográficos e documentais, além do desenvolvimento de estudos baseados na avaliação de intervenções de adaptação bem-sucedidas (nacionais e internacionais), na legislação, em normas internacionais, em técnicas e em novas tecnologias de acessibilidade, com o objetivo de evitar a descaracterização do sítio (Reis, 2021).

Independentemente de se localizar em um sítio histórico, uma rota acessível urbana deverá possuir elementos aos quais deverá ser concedida especial atenção. No presente trabalho, destacam-se a calçada, as faixas de travessia para pedestres e a sinalização urbana como elementos primordiais para a definição da qualidade da rota e do nível de acessibilidade local.

1.1 A calçada e a faixa de travessia para pedestres

Elementos que compõem qualquer rota urbana, as calçadas (também denominadas passeios em algumas regiões do Brasil e em Portugal) e as faixas de travessia devem apresentar características que lhes confiram confiabilidade, conforto e segurança. Isto se refere tanto às características como dimensões e atendimento às normas técnicas, quanto aos materiais utilizados na sua implantação.

As calçadas não devem causar sensação de insegurança e devem ter um sistema de manutenção eficiente de modo a evitar acidentes, a exemplo de tropeços, escorregões e quedas. Mesmo acidentes aparentemente simples, podem causar impactos de alta gravidade, irreversíveis em certos casos, na saúde e bem-estar das pessoas. Além disso, as calçadas e faixas de travessia devem possuir eficiente sistema de comunicação, incluindo a sinalização informativa e direcional, visual, tátil e sonora.

Em se tratando de rotas acessíveis, em especial aquelas projetadas para locais históricos e arqueológicos, a atenção e o cuidado na eliminação e/ou superação de barreiras físicas torna-se fundamental, já que as calçadas e as travessias de ruas, conforme já destacado, são elementos determinantes quando se trata de acessibilidade dos espaços urbanos.

A NBR 9050/2020 (ABNT, 2020, p. 3) define calçada como: "[...] parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário, sinalização, vegetação, placas de sinalização e outros fins."

Para Pessegueiro (2014, p. 42) "Um passeio também é um plano horizontal elevado em relação a uma via de circulação automóvel. É, no fundo, o plano intermédio entre a construção urbana e a rede viária."

Segundo as duas definições apresentadas, a calçada (ou passeio) possui um nível diferente da parte da via destinada à circulação de veículos. Pessegueiro (2014) considera que este nível mais elevado não deve ser superior a 12 cm de altura em relação ao plano de circulação automóvel, devendo estar entre 8 e 10 cm de altura.

Segundo a NBR 9050/2020 (ABNT, 2020), os pisos das calçadas devem atender às características de revestimento, inclinação e desnível conforme descrito a seguir:

- Quanto aos materiais de revestimento e acabamento a norma determina que devem possuir "[...] superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado)." (ABNT, 2020, p. 53). A utilização de padronagens no piso deve ser evitada, pois pode causar sensação de insegurança, a exemplo de estampas que, pelo contraste da cor ou do desenho, causem a impressão de tridimensionalidade (ABNT, 2020, p. 53).

- Em relação à inclinação, a norma (ABNT, 2020) determina que a inclinação transversal da superfície deve ser de até 3% para pisos externos. Quanto à inclinação longitudinal da superfície, a norma determina que seja inferior a 5%, pois inclinações iguais ou superiores à 5% são consideradas rampas, devendo atender a recomendações específicas.

- Quanto aos desníveis no piso, em rotas acessíveis, estes devem ser evitados. Caso eventualmente existam e possuam até 5 mm, dispensam tratamento especial. Desníveis entre 5 mm e 20 mm devem possuir inclinação máxima de 50%. Desníveis acima de 20 mm, quando inevitáveis, devem ser considerados como degraus (ABNT, 2020).

Para os casos de reforma, pode-se considerar o desnível máximo de 75 mm tratado com inclinação máxima de 12,5% (ABNT, 2020). Esta concessão é importante, pois as rotas acessíveis implantadas em sítios culturais podem deparar-se com situações em que necessitem prever inclinações acima do previsto para construções novas, que, pela norma brasileira, é de 8,33%, no máximo.

Dois itens importantes, relacionados às calçadas e muitas vezes negligenciados, devem receber especial atenção: as grelhas e tampas de caixas de inspeção. Para as grelhas e juntas de dilatação a NBR 9050/2020 determina que devem estar fora do fluxo principal de circulação. Quando isso não for possível tecnicamente, os vãos devem ter dimensão máxima de 15 mm, devem ser instalados perpendicularmente ao fluxo principal ou ter vãos de formato quadriculado/circular, quando houver fluxos em mais de um sentido de circulação. (ABNT, 2020).

Quanto às caixas de inspeção e visita, a NBR 9050/2020 indica que a superfície das tampas deve estar nivelada com o piso adjacente, e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm. As tampas devem estar preferencialmente fora do fluxo principal de circulação, devem ser firmes, estáveis e antiderrapantes sob qualquer condição, e a sua eventual textura, estampas ou desenhos na superfície não podem ser similares à da sinalização de piso tátil de alerta ou direcional. (ABNT, 2020).

Não se pode negligenciar a sinalização do piso, pois tanto a sinalização visual como a sinalização tátil no piso indicam situações de risco ou direção. A sinalização do piso deve atender às normas específicas, como a própria NBR 9050/2020.

Calçadas e vias de pedestre devem garantir uma faixa livre exclusiva para a circulação de pedestres. Essa faixa livre é denominada "passeio" pela ABNT/NBR 9050/2020. Deve ser

livre de qualquer obstáculo; ter inclinação transversal até 3%; ser contínua entre lotes; ter, no mínimo, 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre; e não deve possuir degraus (ABNT, 2020, p. 74).

Sobre as condições e materiais que a pavimentação dessas áreas de circulação de pedestres deve possuir, levando-se em conta o usuário de cadeira de rodas, pode-se considerar como referência a figura apresentada a seguir (Pane, 2004), representando os diversos graus de movimentação/deslocamento de uma cadeira de rodas resultantes da irregularidade do piso e do tipo de pavimentação (Fig. 1).

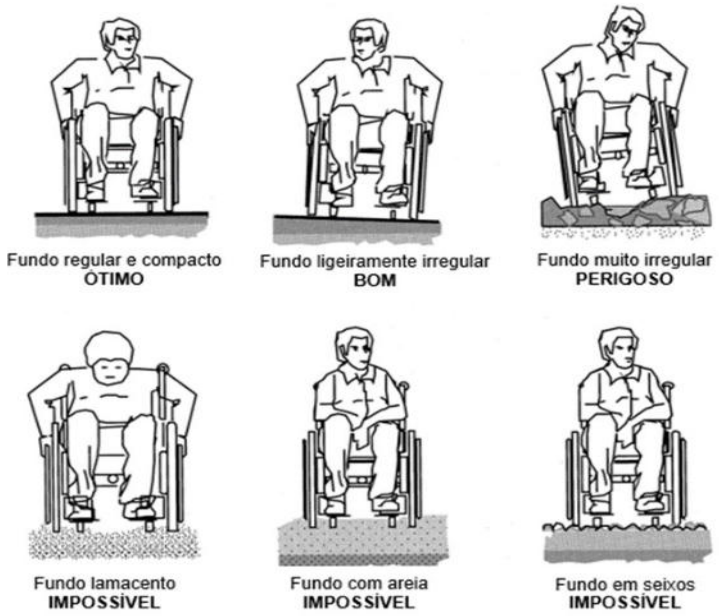


Fig. 1 – Os diversos graus de movimentação/deslocamento de uma cadeira de rodas resultantes da irregularidade do piso e do tipo de pavimentação (Pane, 2004, tradução nossa).

Em conjunto com o projeto de qualificação e adequação das calçadas das rotas de acessibilidade, devem estar previstos o estudo e o projeto das travessias dos pedestres. As travessias de pedestres nas vias públicas com circulação de veículos podem ser: com redução de percurso, com faixa elevada ou com rebaixamento da calçada (ABNT, 2020).

O pedestre de modo geral e, notadamente, aquele com idade mais avançada ou com deficiência, tende a procurar o trajeto mais fácil e direto, evitando percursos sinuosos. As travessias devem, portanto, estar na continuidade dos passeios para terem plena utilização (Pessegueiro, 2014). Dessa maneira, especialmente a pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida terá maior facilidade de deslocamento e, consequentemente, maior conforto.

Em rotas acessíveis históricas, elementos que possuem valores históricos e/ou estéticos e/ou artísticos devem receber cuidados especiais de preservação. O projeto da rota poderá defrontar-se com um tipo específico de piso ou de técnica construtiva. Um exemplo bastante conhecido são as calçadas à portuguesa, encontradas nas mais diferentes cidades de Portugal como Lisboa, Coimbra e Porto e em cidades brasileiras como Salvador e Rio de Janeiro, dentre outras cidades históricas. Em Portugal, são elementos especialmente apreciados por turistas e possuem forte significado cultural e identitário para o povo português, apesar das

polêmicas em relação aos custos de manutenção, principalmente relacionados à dificuldade de encontrar mão de obra qualificada para a recuperação de calçadas danificadas e a existência de muitas reclamações em relação a acidentes provocados pelo piso, por vezes escorregadio ou com peças soltas ou faltosas. Pessegueiro esclarece:

> A "calçada à portuguesa" é composta basicamente por cubos de calcário e basalto assentes em camadas de areia e cimento, e talhados de modo a conjugarem-se entre si com muito rigor de execução. Deste modo são obtidos desenhos com temáticas diversas, desde desenhos rurais até motivos geométricos.
> Este tipo de pavimento distingue-se pela inegável qualidade artesanal, pois eram feitos por calceteiros habituados na arte do calcetamento, que progressivamente foram desaparecendo ou mesmo emigrando. (Pessegueiro, 2014. p. 32).

Em alguns casos, pode-se prever a combinação de pisos diferenciados na mesma calçada, garantindo uma faixa com um piso não escorregadio e, em paralelo, outra faixa com a manutenção do piso histórico. Esta situação facilita a instalação de piso de alerta e direcional para pessoas cegas ou com baixa visão.

No caso de calçadas cujo piso não possa ser substituído por questões de preservação do patrimônio, deve-se, ao menos, instalar códigos de segurança que avisem sobre a proximidade de uma faixa de pedestre, seja com ou sem semáforo. A mudança de textura ou cor da pavimentação, aliados aos sinais sonoros em faixas de pedestres com semáforo, funcionam como códigos de segurança (Pessegueiro, 2014). O mesmo autor exemplifica que uma faixa de presença, atravessando todo o passeio, com piso direcional em cor contrastante com a cor do passeio, pode indicar a localização da travessia.

Outro tipo de intervenção é o rebaixamento das calçadas nas esquinas das ruas ou nas quinas/cantos das praças. Esta solução deverá ser realizada em combinação com a faixa de travessia, resultando na já referida travessia da via pública na continuidade do passeio.

A calçada acessível e as travessias de pedestres são elementos inerentes às rotas acessíveis, que exigem, notadamente em sítios antigos, um estudo minucioso de soluções compatíveis com a preservação dos elementos históricos existentes.

1.2 A sinalização urbana

A orientação espacial pode ser entendida como a capacidade subjetiva do indivíduo em perceber a própria posição física no ambiente, seja no sentido absoluto, seja em relação aos pontos de chegada e saída do local onde se encontra.

A orientação do indivíduo no espaço pode se dar de inúmeras maneiras. A forma da cidade, a arquitetura de suas construções, o mobiliário urbano e os sistemas de sinalização são capazes de favorecer ou prejudicar a compreensão espacial e a tomada de decisão sobre estratégias de deslocamento (Silva, 2021). A sinalização, portanto, é parte essencial do projeto urbano, participando ativamente da utilização e fruição dos espaços por parte de quem neles transita. A sinalização urbana é um meio explícito de comunicação ambiental, devendo levar às pessoas as informações que satisfaçam seus interesses de forma eficaz.

Ao se elaborar peças de comunicação visual é indispensável considerar os elementos gráficos dos sinais: cores, disposição da mensagem, estilo de letra, informações, dimensionamento do espaço, utilização de símbolos, dentre outros detalhes, buscando-se atender às

necessidades de percepção do público usuário. Venter *et al* (2002) ressaltam a importância da utilização de símbolos, que podem superar os problemas de analfabetismo e barreiras linguísticas, enfrentadas por turistas e por deficientes auditivos que não se expressam por meio da fala.

A sinalização é uma das principais estratégias para se permitir e favorecer a acessibilidade em locais de interesse cultural. A sinalização deve comunicar, em linguagem universal, com sinais coordenados, realizados com signos, pictogramas e textos breves, guiando o usuário e auxiliando-o na identificação de acessos, saídas, percursos e serviços disponíveis. Observa-se que, num lugar de interesse cultural, a sinalização ambiental representa o bilhete de visita mais importante. Por isso, deve proporcionar independência ao usuário, ser fácil de decifrar pelo maior número de pessoas, além de ser coerente com o uso de imagens e signos (Agostiano *et al*, 2009).

Em rotas acessíveis, o projeto deve ser estruturado em três níveis de informação:

- A **sinalização informativa ou de orientação** é colocada geralmente no início do percurso ou em outro ponto estratégico. Geralmente, vem acompanhada de mapas para facilitar a leitura dos espaços e a orientação do usuário.

- A **sinalização direcional** é caracterizada por sinais e setas que indicam uma direção a seguir. Vem geralmente instalada no percurso, na proximidade de cruzamentos e nas mudanças de direção. É importante que haja uma sequência lógica e coerente desde o ponto de início até o final do percurso (Agostiano *et al*, 2009).

- A **sinalização de identificação**, em conjunto com a sinalização de segurança, vem sempre colocada na altura do olho humano e serve para identificar um lugar ou um edifício ou ainda uma parte desses elementos.

Do ponto de vista gráfico, são diversos os fatores que determinam a eficácia e a legibilidade da sinalização. Agostiano *et al* (2009) indicam os mais importantes:

- as mensagens e os sinais devem ser breves, legíveis e compreensíveis;
- deve-se ter muita atenção quanto à escolha das cores, dos contrastes e do tipo e dimensão da fonte;
- os sinais devem ser visíveis à distância superior a 10 metros também pela pessoa em movimento.

A escolha do local onde será instalada a sinalização constitui um aspecto importante. Agostiano *et al* (2009) indicam que é necessário:

- assegurar-se que a sinalização não seja escondida por outros elementos, mesmo os de uso provisório;
- assegurar-se que a própria sinalização não constitua um obstáculo à visibilidade de outros elementos ou à mobilidade das pessoas;
- verificar a legibilidade de longe e de perto;
- verificar o tipo de iluminação presente;
- assegurar-se que a sinalização venha posicionada a uma altura média compreendida entre 1,40 e 1,70 m, ao passo que, para a sinalização suspensa a altura máxima será de 2,30 m;

- evitar a utilização de suportes inadequados, como os de superfície refletora (vidro, metal brilhante, espelhos etc.), dando-se preferência a superfícies opacas.

Portanto, em projetos de sinalização de rotas acessíveis localizadas em sítios históricos, como em qualquer projeto de sinalização urbana, deve-se cuidar da legibilidade do texto, do espaço entre letras, tipos de letra, quantidade de palavras, ordem das informações, uso de pictogramas, contraste entre textos e fundo etc.

2 ACESSIBILIDADE NO CENTRO HISTÓRICO DE SALVADOR – BAHIA – BRASIL

No ano de 2011, o Governo do Estado da Bahia e a Prefeitura Municipal de Salvador celebraram um Termo de Responsabilidade com o objetivo de realizar obras emergenciais para revitalização do Centro Histórico de Salvador (CHS). Dentre as ações previstas, estava a recuperação de pavimentação e calçada. A Secretaria da Justiça, Cidadania e Direitos Humanos do Estado da Bahia (SJCDH), hoje Secretaria de Justiça, Direitos Humanos e Desenvolvimento Social (SJDHDS), elaborou um projeto onde se previa a inclusão da obrigatoriedade da construção de calçadas acessíveis. A criação da rota acessível foi, então, estabelecida entre as responsabilidades assumidas no documento e iniciou-se o processo de elaboração do Projeto Piloto de Acessibilidade.

2.1 O projeto piloto de acessibilidade para o Centro Histórico de Salvador

O Projeto Piloto de Acessibilidade para o Centro Histórico de Salvador teve como objetivo a construção da primeira rota acessível implantada na Bahia, além de servir como modelo a ser replicado por toda a cidade (BAHIA, 2013). Este projeto rompeu com a ideia de que acessibilidade e patrimônio são incompatíveis (BAHIA, 2013). Trata-se da primeira parte do Plano de Acessibilidade para o Centro Histórico de Salvador.

Nessa primeira etapa de implementação do Projeto Piloto de Acessibilidade, ainda que não seja possível garantir o acesso a todas as edificações existentes na rota, este projeto assegura o acesso àquelas de maior relevância para o interesse coletivo, tais como as instituições públicas, o Museu da Cidade, a Fundação Casa de Jorge Amado e o Solar Ferrão. (BAHIA, 2013).

Em outubro de 2011, o IPHAN aprovou o projeto e autorizou a execução da obra por meio do parecer nº 0388/11. Considerou a proposta viável "[...] dado que a interferência no traçado do logradouro é pequena, quando comparado ao benefício trazido pelo projeto." (IPHAN, 2011). Observou, ainda, que as soluções adotadas buscaram harmonização com o conjunto protegido pelo IPHAN.

O projeto, coordenado pela equipe da Superintendência dos Direitos das Pessoas com Deficiência (SUDEF) da Secretaria de Justiça, Direitos Humanos e Desenvolvimento Social do Estado da Bahia (SJCDH), foi elaborado por profissionais (arquitetos/urbanistas e engenheiro) da SUDEF/SJCDH, do Escritório de Referência dos Centro Antigo de Salvador (ERCAS) e da Fundação Mário Leal Ferreira (FMLF), sendo executado pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER).

Nos anos de 2012 e 2013, foi realizada a execução da rota acessível com o alargamento das calçadas em uma das laterais das ruas contempladas, mantendo-se o meio-fio existente e

aumentando-se as calçadas para 1,50 m de largura. Nos pontos de cruzamento da rota com as ruas transversais as faixas de travessia foram executadas em concreto ciclópico (concreto com incorporação de pedras de mão, também conhecidas como matacão ou pedra marroada) revestido com pedras conhecidas como cabeças-de-nêgo, mesmo material utilizado no calçamento das ruas. (BAHIA, 2013)

As passarelas existentes no Largo do Cruzeiro de São Francisco, apesar de se tratar de um piso mais regular, encontravam-se com as juntas bastante desgastadas, necessitando de requalificação. Para dar maior regularidade a esse piso, foi realizado o rejunte das pedras, possibilitando melhor acesso à Igreja de São Francisco e ao conjunto arquitetônico existente nesta área do Centro Histórico. Esse trecho da rota representa a primeira intervenção para acessibilidade no CHS. Trata-se de duas passarelas em granito cerrado, propostas originalmente pelo escritório da arquiteta Lina Bo Bardi (BAHIA, 2013), entre os anos de 1986 e 1990.

O Largo do Pelourinho, local para onde convergem parte das ruas e a maioria das manifestações culturais da região, e cuja imagem é um dos símbolos da cidade de Salvador, é o limite norte da rota acessível. Este é um trecho de grande desafio para a superação da sua inclinação. A rota acessível alcança a parte alta do largo, contornando imóveis importantes, a exemplo do edifício da Fundação Casa de Jorge Amado, possibilitando o acesso a este relevante equipamento cultural.

A solução para superar a barreira provocada pela escadaria existente em frente à Fundação Casa de Jorge Amado foi a de adequar a própria escadaria com a instalação de rampas ligando as calçadas adaptadas das ruas adjacentes ao patamar superior da escadaria e a utilização do sistema *stramp*, (combinação de escada com rampa), proporcionando a visão ampla do Largo do Pelourinho e a fruição dos elementos da arquitetura local, com destaque da Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos.

O Largo do Pelourinho (Ladeira do Pelourinho), caracterizado por sua acentuada declividade, ainda não foi plenamente contemplado pela rota acessível. Deste local até o Largo de Santo Antônio além do Carmo, extremo norte da poligonal que demarca o CHS, não existe rota acessível.

2.2 A sinalização no Centro Histórico de Salvador

O sistema de sinalização urbana do Centro Histórico de Salvador, incluindo a sinalização da sua rota acessível encontra-se deficiente, pois possui poucos elementos, seja sinalização informativa, direcional, de identificação ou de segurança.

Quanto à sinalização informativa ou de orientação, nota-se a existência de única placa indicativa com o mapa da rota na fachada lateral do imóvel localizado na esquina entre a Rua Gregório de Matos e o Cruzeiro de São Francisco (imóvel da Delegacia de Proteção ao Turista). Nos locais de maior fluxo de pessoas ou de início do percurso não existe nenhum mapa da rota.

Em relação à sinalização direcional, verifica-se que ao longo da rota há carência de sinais e setas que indiquem a direção a seguir. Em algumas ruas existem placas indicando a Rota de Pedestres, porém, com manutenção precária, estão em mau estado de conservação.

Quanto à sinalização de identificação, dentre as edificações mais importantes, apenas as igrejas localizadas no Centro Histórico possuem placas em dois idiomas (português e inglês) com a identificação do monumento e breves informações como período/ano da sua construção, estilo arquitetônico e principais características. São placas metálicas, com pedestal também metálico, instaladas nas calçadas em frente aos monumentos a que se referem. Muitas igrejas já não possuem as placas e outras, as possuem em estado precário de conservação. A sinalização de identificação outrora existente nos principais edifícios civis (solares e casas nobres) já não existe mais.

2.3 Intervenções recentes referentes à melhoria das calçadas, faixas de travessia e sinalização no Centro Histórico de Salvador

A Coordenação de Manutenção da Diretoria de Habitação e Urbanização Integrada da CONDER, é responsável pela manutenção de todo o CHS do ponto de vista da preservação do sítio, e isto inclui a manutenção da Rota. Nos últimos anos, foi realizada a ampliação da rota, incluindo as Ruas J. Castro Rabelo e João de Deus, além de trecho da Rua Frei Vicente, aproveitando-se que já estava em implantação a acessibilidade nas calçadas da região do CHS e entorno, a exemplo da Rua Chile e Praça Castro Alves, próximo ao limite sul do CHS. Foram realizadas também, no outro extremo do Centro Histórico, as obras no bairro do Santo Antônio Além do Carmo, com o nivelamento da calçada com o leito carroçável, para facilitar a circulação de pedestres, prejudicados pelas calçadas demasiado estreitas.

Em análise *in loco* realizada pelos autores deste artigo, observou-se que a ampliação da Rota seguiu o mesmo material utilizado nas calçadas do trecho executado em 2012, porém às esquinas e travessias não foi dado o mesmo tratamento do projeto original. O piso foi apenas rebaixado até o nível do leito carroçável, porém não existe faixa de travessia.

Relevante para a ampliação da acessibilidade no CHS e de grande benefício para a população local é o projeto de Requalificação Urbana do Centro Antigo de Salvador, denominado Pelas Ruas do Centro Antigo de Salvador, de responsabilidade do Governo do Estado da Bahia. O projeto teve como objeto a requalificação urbana de mais de 300 ruas localizadas no Centro Antigo da cidade. Os serviços, em geral, iniciam com a requalificação dos passeios, com melhorias na acessibilidade, e depois são realizadas as intervenções na faixa de rolamento, com a recuperação da via. Além das calçadas e vias, praças também foram requalificadas e travessias para pedestres implantadas.

Observando-se exclusivamente a questão da circulação do pedestre, porém, ainda falta uma atenção e cuidado especial com as conexões entre ruas, largos e praças, que, em muitos pontos, carecem de elementos para superação de barreiras físicas. Este problema torna-se visível nos locais onde deveria existir conexão entre os elementos de acessibilidade e ligação direta com a Rota Acessível do CHS e essa conexão é inexistente.

Mesmo com a instalação de faixas de travessia e requalificação das calçadas, que foram ampliadas na sua largura e receberam piso tátil e faixa de concreto para melhor circulação de cadeiras de rodas, a Rota Acessível do Centro Histórico de Salvador ainda se apresenta como elemento “isolado” no miolo do Centro Histórico, desconectado dos elementos de acessibilidade implantados mais recentemente.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adequação das calçadas e a instalação de travessias conforme determina a legislação brasileira de acessibilidade são ações primordiais para a implantação de rotas acessíveis externas. Notadamente em sítios históricos, esses elementos devem ser projetados com critérios que garantam a preservação do patrimônio urbano, ao tempo em que asseguram o acesso a todas as pessoas.

Soluções diversas para requalificação de calçadas e faixas de travessia e a implantação de sinalização urbana com uso de materiais que respeitem a preexistência, sejam materiais inovadores, com uso de novas tecnologias, ou materiais tradicionais, devem ser inseridas em projetos de requalificação urbana, criando-se um repertório de modelos a serem replicados por toda a cidade, com suas necessárias adequações às especificidades locais. A qualidade das calçadas e faixas de travessia e dos elementos de sinalização são itens que compõe a qualidade urbana, refletem o respeito da gestão pública ao cidadão e ao visitante e são determinantes para a redução do número de acidentes, incluindo-se aqueles que causam grandes impactos na vida das pessoas, notadamente os idosos e as pessoas com deficiência.

Em relação ao Centro Histórico de Salvador, a iniciativa de criar uma rota acessível surge a partir de demandas da sociedade e da iniciativa da SJCDH. Sendo um projeto-piloto, deve ter sua metodologia replicada em outras áreas da cidade e em outros sítios históricos, com as adequações às realidades locais e regionais.

No projeto executado no CHS, os materiais e a linguagem utilizados nas intervenções buscaram interferir o mínimo possível na ambiência histórica do sítio. Como a intervenção limitou-se à pavimentação e elementos correlatos e complementares, materiais novos, quando utilizados, a exemplo dos metais dos corrimãos da escadaria do Largo do Pelourinho, estão em harmonia com o conjunto, instalados por necessidade de segurança e obediência à legislação.

O projeto da Rota Acessível do CHS, concebido a partir do conceito de módulo de acessibilidade desenvolvido por Cavalcante (2012) e com a perspectiva de ampliar sua concepção a outros espaços (BAHIA, 2013), cumpre o seu papel de servir como primeiro passo para dotar o CHS de acessibilidade. Porém, possui limitações, por ter sido previsto, no Termo de Responsabilidade, apenas a recuperação da pavimentação, do calçamento e dos passeios e meio-fio de parte das ruas do Centro Histórico, com a execução de uma rota de acessibilidade para cadeirantes. São ainda necessários projetos complementares, a exemplo de projetos de sinalização, mobiliário urbano e a implantação de elementos que possibilitem a fruição do sítio por pessoas com outros tipos de deficiência, além da motora.

Quanto à manutenção e ampliação da rota e de seus elementos, essas ações ocorrem hoje de maneira tímida e lenta pelas instituições públicas responsáveis pela manutenção do patrimônio de todo o CHS.

Calçadas e travessias precisam ser dotadas de elementos de sinalização visual, tátil e sonora. A implantação de rotas acessíveis externas em sítios históricos e arqueológicos devem estar prioritariamente presentes em programas de intervenção no patrimônio urbano. Apenas por meio da promoção da acessibilidade urbana, a qualidade de vida nos sítios históricos estará garantida e a preservação e valorização do patrimônio cultural assegurada.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2020) **NBR 9050/2020 – Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**, ABNT, Rio de Janeiro.

BAHIA, Governo do Estado. Secretaria de Justiça, Cidadania e Direitos Humanos (SJCDH). (2013) **Projeto Piloto de Acessibilidade Centro Histórico de Salvador**, Salvador, Bahia.

Agostiano, M; Baracco, L; Caprara, G; Pane, A. E. Virdia E. (2009) **Linee Guida per il Superamento delle Barriere Architettoniche nei Luogui di Interesse Culturale**, Gangemi, Roma, Itália.

Cambiaghi, S. S. (2007) **Desenho Universal: Métodos e Técnicas para Arquitetos e Urbanistas**, Editora SENAC, São Paulo.

Cavalcante, M. M. (2012) **Acessibilidade Integrada: Proposta de Módulo de Integração para Avaliação, Execução e Implantação de Desenho Universal**. Doctoral thesis, Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2003) **Instrução Normativa nº 01**, acessibilidade aos bens culturais imóveis acautelados em nível federal. Brasília.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2011) **Parecer nº 0388/11**. Brasília.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2014) **Mobilidade e acessibilidade urbana em sítios históricos**. Cadernos Técnicos, Volume 9. Brasília.

Pane, A. (2004) 'L'Accessibilità nel Progetto di Restauro', in Picone, R. (ed.) **Conservazione e Accessibilità: il Superamento delle Barriere Architettoniche negli Edifici e nei Siti Storici**. Nápoles, Itália: Arte Tipográfica Editrice

Pessegueiro, M. (2014) **Projetar para Todos**, Vida Económica, Porto, Portugal.

Reis, R. S. (2021) **Rotas Acessíveis em Sítios Culturais de Interesse Turístico no Brasil e na Itália: Normas, Diretrizes e Projetos**. Doctoral thesis, Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura.

Silva, L. S. P. M. (2021) **Acessibilidade em Sítios Históricos Urbanos: a Contribuição da Sinalização para Orientação Espacial**. Doctoral thesis, Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura.

Venter, C., Savill, T., Rickert, T., Bogopane, H. and Venkatesh, A. (2002) **Enhanced Accessibility for People with Disabilities Living in Urban Areas**. New York: Cornell University ILR School DigitalCommons@ILR. Available at: http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/gladnetcollect/257.

A CAMPANHA EDUCATIVA DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO MAIO AMARELO NO CAMPUS DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA DF, BRASIL

P. W. G. Taco, F. Zancheta, Z. O. Feitosa, T. M. dos Santos, R. N. Cavalcante, O. H. da Silva, F. S. de Arruda, M. Andrade, C. L. O. Lucena

RESUMO

O Maio Amarelo é um movimento internacional de conscientização que tem como objetivo alertar sobre a importância da segurança no trânsito. Em 2023, no *Campus* Universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (UnB), no Distrito Federal, Brasil, foi realizada a campanha do Maio Amarelo envolvendo instituições do Sistema Nacional de Trânsito. O artigo apresenta o relato das ações educativas de segurança de trânsito aplicadas durante a campanha e os resultados da pesquisa comportamental da comunidade universitária sobre as ações do Maio Amarelo UnB 2023.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a média anual de mortes no trânsito é de cerca de 30 mil, em reposta à proposta da Segunda Década de Ação para Segurança no Trânsito da ONU, o PNATRANS (Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito) trouxe o compromisso do Brasil em reduzir as taxas de mortalidade em 50% até 2030 (BRASIL, 2021). Sem intervenção, isso equivale a perder anualmente uma população similar à de 24 cidades brasileiras de pequeno porte. Na cidade de Brasília, Distrito Federal (DF), considerando o Campus Darcy Ribeiro (CDR) da Universidade de Brasília (UnB), com mais de 50 mil pessoas (UnB, 2024), mais de 50% da comunidade universitária estaria potencialmente sujeita a fazer parte dessas estatísticas de fatalidades no trânsito a cada ano. Ressalta-se que sinistros de trânsito estão entre as principais causas de morte em todas as faixas etárias, especialmente entre os jovens de 15 a 29 anos, uma demografia que compreende a maior parte da comunidade do CDR, perfil semelhante aos *campi* universitários brasileiros.

Os *campi* universitários são reconhecidos como centros de grande atração de viagens, devido à diversidade de atividades que neles ocorrem. Essa interação de eventos resulta em níveis consideráveis de movimentação espacial, gerando grande volume de deslocamentos dentro dos *campi* e em suas áreas circundantes, especialmente quando situados em ambientes urbanos, como é o caso do CDR. Além disso, as configurações dos *campi* universitários são naturalmente complexas e os fluxos multimodais, integrando o tráfego de veículos automotores, motocicletas, ônibus, bicicletas, patinetes e pedestres em um único sistema de transporte (Relatório Final Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade, 2023).

Localizado na Asa Norte do Plano Piloto, o CDR é um dos maiores *campi* universitários do Brasil, com uma área ocupada de 400 ha, abrangendo uma área construída de 572.200 m², e atrai deslocamentos de todas as Regiões Administrativas (RA) do DF e da Região Metropolitana de Brasília (UnB, 2023). A organização espacial dos edifícios no CDR é caracterizada por uma disposição de espaços abertos. No que diz respeito à oferta de infraestrutura para transportes e mobilidade o *campus* está situado entre vias de alta velocidade (80 km/h na L4 Norte) e média velocidade (60 km/h na L3 e L2 Norte) que o circundam. No período compreendido entre os anos de 2018 e inícios de 2020, diversos sinistros de trânsito de várias naturezas foram registradas no CDR e em sua área de influência. Destacam-se 16 casos de atropelamento envolvendo pedestres no período mencionado. Situação preocupante considerando que 85% dos deslocamentos internos do CDR são realizados a pé e aproximadamente 15 mil veículos circulam diariamente pelas vias do *campus* (Pesquisa de Transporte e Mobilidade dos Usuários do CDR, 2023).

Diante dessa situação, a UnB em parceria com instituições gestoras do trânsito de Brasília-DF, vem realizando, ao longo dos anos, campanhas educativas para conscientizar a população universitária sobre a segurança no trânsito. Nesse contexto, o presente artigo tem por objetivo apresentar o relato dos resultados da realização do Maio Amarelo UnB 2023 no CDR e da pesquisa comportamental da percepção da comunidade universitária sobre as ações educativas realizadas durante a ação no mês de maio de 2023.

Assim, o artigo está dividido em seis (6) partes. Seguido da introdução, no segundo item é apresentada a conceituação das campanhas educativas de trânsito e do Maio Amarelo. No terceiro item é descrita uma retrospectiva das ações que foram realizadas ao longo dos últimos 10 anos em campanhas do Maio Amarelo no CDR. As etapas do método desenvolvido para planejamento realização e avaliação das ações do Maio Amarelo 2023 são descritas no quarto item. No quinto item apresentam-se os resultados da Pesquisa Comportamental sobre a percepção da comunidade do CDR sobre as ações do Maio Amarelo UnB 2023. Finalmente no sexto item são apresentadas as conclusões e recomendações.

2 CAMPANHAS EDUCATIVAS DE TRÂNSITO E MAIO AMARELO

As campanhas educativas de trânsito são iniciativas destinadas a informar, mobilizar, prevenir ou alertar a população sobre a importância da adoção de comportamentos seguros e saudáveis no trânsito (CONTRAN, 2009). Para Hillips *et al*. (2011) as campanhas educativas de trânsito têm um efeito global significativo de redução de sinistros de 9% e maiores reduções de sinistros de trânsito estão associadas a utilização de comunicação pessoal, estratégias com abordagens temáticas de fiscalização a fim de transmitir a mensagem da campanha ao público-alvo.

No Brasil, os temas e cronogramas das campanhas são de responsabilidade do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), e segundo a legislação brasileira, devem ser realizadas especialmente durante períodos de férias ou feriados prolongados (CTB, 1997). Os temas abordados variam a cada ano, mas englobam conteúdos pautados na segurança dos usuários das vias, como a relação entre o consumo de álcool e os sinistros de trânsito, os perigos do uso do celular ao dirigir, a importância do uso do cinto de segurança e a corresponsabilidade de todos os participes do sistema.

Realizada anualmente em diversos países, inclusive no Brasil, o Maio Amarelo é um movimento mundial de conscientização que tem como objetivo alertar sobre a importância da segurança no trânsito. Foi criado pelo Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV) em 2014 com base em uma resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) que definiu o período entre 2011 e 2020 como a primeira "Década de Ações para a Segurança no Trânsito". O mês de maio foi escolhido porque, no dia 11 desse mês, é comemorado o Dia Mundial de Segurança no Trânsito, instituído pela ONU desde 2011 (ONU, 2011). Durante o Maio Amarelo, são realizadas diversas ações para chamar a atenção sobre os altos índices de sinistralidade de trânsito e suas consequências, tanto em termos de perda de vidas quanto em danos econômicos e sociais (ONSV, 2024).

As atividades desenvolvidas durante a campanha do Maio Amarelo incluem: *i)* Ações educativas para promover comportamentos seguros no trânsito; *ii)* Palestras, workshops e eventos para discutir a segurança viária e a prevenção de sinistros; *iii)* Iluminação de monumentos e prédios públicos com luzes amarelas; *iv)* Ações de fiscalização educativa e preventiva; *v)* Divulgação e distribuição de materiais informativos temáticos alusivos à campanha; *vi)* Mobilização de escolas, empresas e comunidades para participar de ações relacionadas ao Maio Amarelo; e, *vii)* Promoção de parcerias institucionais para realização de ações conjuntas pela segurança no trânsito.

O símbolo da campanha do Maio Amarelo é um laço de cor amarela, que pode ser usado por indivíduos e instituições para demonstrar apoio à causa. A cor amarela é utilizada por sua visibilidade e por estar associada ao sinal de atenção no trânsito, em que os motoristas devem estar atentos e preparados para deter o veículo. A cada ano o ONSV define o lema que representará a campanha do Maio Amarelo e em 2014, data de início da campanha, o lema foi "No trânsito, o sentido é a vida". A campanha busca, portanto, não apenas a redução do número de sinistros, mas também a mudança de mentalidade em relação à segurança no trânsito, enfatizando a responsabilidade compartilhada de todos os usuários das vias públicas (ONSV, 2024).

3 COMPORTAMENTO NO TRÂNSITO E MAIO AMARELO NO *CAMPUS* DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

A população do *Campus* Darcy Ribeiro está constituída maioritariamente de jovens entre 17 e 25 anos. Consequentemente, o comportamento de risco e envolvimento em sinistros de trânsito entre jovens condutores iniciantes, especialmente homens, deve receber considerável atenção. Estudos mostram que os jovens apresentam controle reduzido de impulsos, estão à procura de novas sensações, estão sujeitos a problemas de atenção, têm uma consciência de baixo risco e gostam de se exibir, comportamentos esses que levam a riscos na direção.

Dirigir fazendo uso do celular, caminhar teclando mensagens ou assistindo vídeos, são comportamentos de risco observados no CDR. Ao contrário dos condutores mais velhos, os jovens têm uma maior propensão a adotar novas tecnologias em suas rotinas diárias e, consequentemente, tendem a se envolver em multitarefas enquanto estão ao volante ou quando se deslocam utilizando outro modo de transporte. Em pesquisa realizada com frequentadores do CDR, Pinto *et al*. (2016) avaliaram o uso do celular enquanto dirigiam. Os resultados mostraram que 28% dos entrevistados se distraíram e se colocaram em situação de risco, já 4% dos entrevistados se envolveram em sinistros de trânsito pelo uso de celular.

Esse panorama relatado e o estabelecimento da “Primeira Década de Ação pela Segurança no Trânsito” estipulada pela ONU, no período de 2011 até 2020, levaram à adoção de ações com o intuito de trazer para a Universidade a discussão e o desenvolvimento de ações sobre segurança nos deslocamentos, visando preservar a vida da comunidade universitária. Neste sentido a seguir é apresentada uma retrospectiva das ações que foram realizadas envolvendo os atores internos e externos da mobilidade e dos transportes.

Em 2016, como resultado de uma colaboração entre a Universidade de Brasília (UnB), representada pelo Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes (Ceftru) e o Grupo de Pesquisa Comportamento em Transportes e Novas Tecnologias (GCTNT), e órgãos como o Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER/DF), o Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN/DF), o Corpo de Bombeiros Militar (CBMDF) e a Polícia Rodoviária Federal (PRF), foram conduzidas campanhas dentro do CDR com o objetivo de conscientizar a comunidade universitária sobre segurança no trânsito. Como ilustrado nas imagens da Figura 1, foram realizadas atividades no pátio externo posterior do Restaurante Universitário (RU), o "Passeio pela Vida" nas instalações do Instituto Central de Ciências (ICC), palestras e exposições em apoio ao movimento Maio Amarelo.

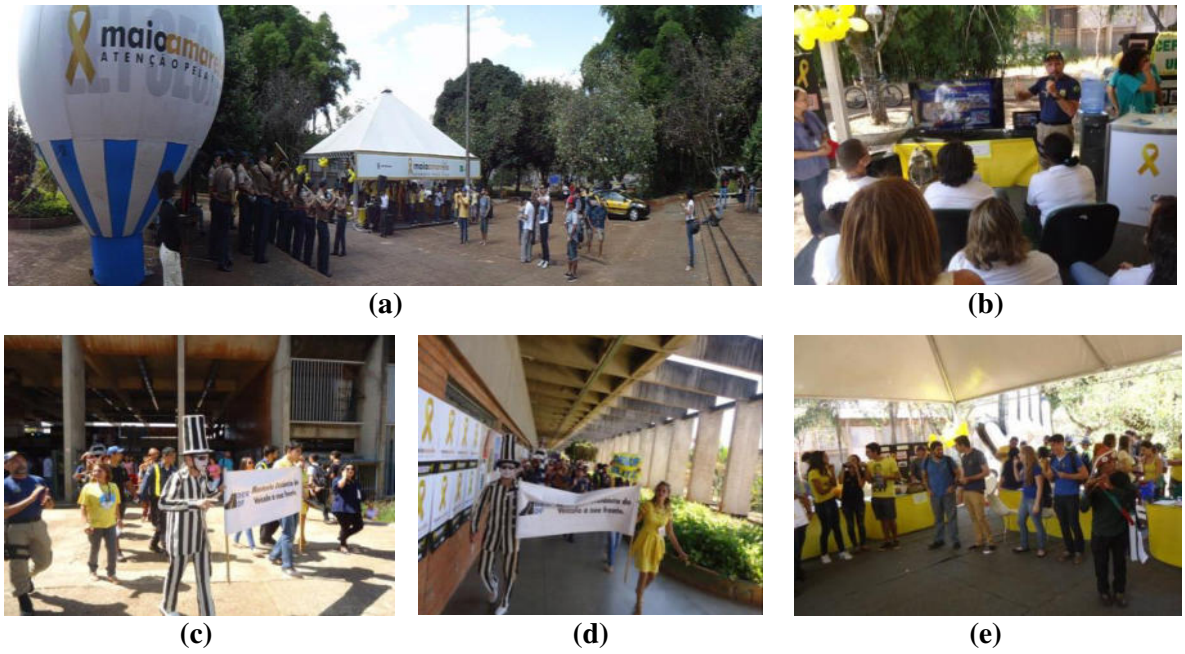


Fig. 1 (a) Espaço Vivencial Maio Amarelo, (b) Palestra da PRF sobre sinistros de trânsito em Rodovias, (c, d) Marcha pela vida no Instituto Central de Ciências (ICC), (e) Espaço de convivência das ações educativas dos parceiros do Maio Amarelo

No ano de 2018, no mês de maio, dando continuidade à campanha do Maio Amarelo foi realizado o Seminário Internacional “Segurança no Trânsito Sustentável” em cooperação da GERAT/DETRAN/DF com o Ceftru/GCTNT/UnB. Além de internalizar as melhores práticas da temática de segurança de trânsito no contexto de Brasília e da comunidade do CDR, ampliou-se o escopo para a segurança de trânsito na mobilidade ativa com a troca de experiências das ações do Coletivo Bicicleta Livre da UnB e o palestrante internacional Prof. Peter Furth da *Northeastern University* (Figura 2). Dentre as observações levantadas pelo especialista internacional estiveram a necessidade de tratamento das vias L4 Norte de 80km/h e a L3 Norte de 60 km/h, e ações que contemplassem a segurança do deslocamento dos pedestres e ciclistas. Também foi questionada a demarcação da “Zona 30”

implementada no CDR, mas que não apresentava dispositivos para redução e controle de velocidade, apenas sinalização de velocidade máxima, fato que não faz com que os motoristas obedeçam à sinalização (Ceftru, 2018).

Além do Seminário Internacional houve outras atividades realizadas durante o ano de 2018 que objetivaram o engajamento da comunidade universitária e da sociedade na promoção de uma cultura de respeito pela vida, valorização da faixa de pedestres, e práticas como manter uma distância de segurança de 1,50 metros no fluxo compartilhado de veículos com ciclistas, direção segura para usuários de motocicleta, entre outras medidas (Ceftru, 2018).



Detran-DF e UnB se unem em evento para mobilizar a população em favor do trânsito seguro. Foto: Luis Gustavo Prado/Secom UnB

(a)



Pedalada promovida pelo coletivo Bicicleta Livre apresentou a Peter Furth iniciativas para incentivo ao uso de bicicleta na UnB. Foto:

(b)

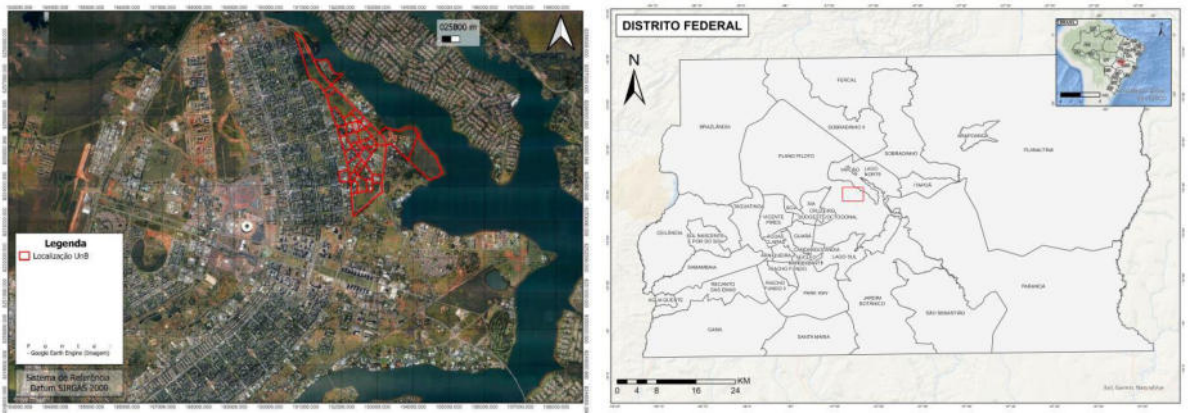
Fig. 2 (a) Seminário Internacional (b) Palestra Pedalada do Prof. Peter Furth com o coletivo Bicicleta Livre. Fonte: Veloso (2018)

4 O PLANEJAMENTO E REALIZAÇÃO DO MAIO AMARELO 2023 NO *CAMPUS* DARCY RIBEIRO DA UNB

Pode-se dizer que a retomada da realização do Maio Amarelo no CDR em 2023, foi motivada por duas situações ocorridas no âmbito da UnB. A primeira situação foi a aprovação pelo Decanato de Extensão do Projeto "Observatório da Mobilidade Segura, Saudável e Sustentável – Mob3S", que definia como uma das atividades, dentre outras, a realização do Maio Amarelo UnB 2023, nos moldes do evento realizado em 2016. A segunda situação foi que no final de 2022 a Universidade de Brasília iniciou os estudos técnicos científicos para o desenvolvimento do Plano Diretor (PD) do Campus Darcy Ribeiro. Foram 7 Eixos Temáticos encarregados de realizar os estudos técnicos científicos do PD, dos quais e *Eixo Temático Infraestruturas de Transportes e Mobilidade*, foi responsável pelo diagnóstico dos transportes e da mobilidade dos usuários do CDR. E, dentre as várias diretrizes e ações estabelecidas pelo eixo temático, no quesito "Segurança no trânsito e no deslocamento de pedestres e ciclistas" do CDR está a diretriz "35 - *Promover parcerias entre as instituições responsáveis pela gestão do trânsito e a UnB para realização do Maio Amarelo e o dia Mundial sem Carro* (Relatório Final Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade, 2023).

Nesse contexto, considerando a experiência adquirida nos eventos anteriores, foi desenvolvida uma metodologia para realização do Maio Amarelo UnB 2023, cujo lema foi "No trânsito, escolha a vida", descrita a seguir:

a) **Etapa 1:** Determinação do Público-Alvo. Essa etapa procurou identificar o perfil e os padrões comportamentais de mobilidade e transportes dos sujeitos receptores da campanha, com o intuito de estabelecer uma forma de diálogo direto das ações. Localizada na Capital do Brasil (Figura 3), a UnB tem uma população maioritariamente jovem, residente em todas as Regiões Administrativas do DF, com presença de uma comunidade internacional de alunos provenientes de vários países da América Latina, África, e dos vários Estados Brasileiros. Esse perfil torna-se um fator multiplicador das campanhas, pois possibilita tanto a incorporação local, regional como internacional dos objetivos do Maio Amarelo.



(a) **(b)**

Fig. 3 (a) Localização do Campus Darcy Ribeiro na Asa Norte do Plano Piloto, (b) Distrito Federal

b) **Etapa 2:** Escolha dos locais para realização das ações da Campanha. Na determinação dos locais foram levados em conta dois estudos sobre o comportamento dos usuários do CDR. O primeiro corresponde às linhas de desejo dos deslocamentos de pedestres no campus, em horário de maior demanda (Soares *et al*, 2015). Como se observa na Figura 3(b), a concentração de fluxos ocorre em direção do Restaurante Universitário (RU) e o Instituto Central de Ciências (ICC), localizados na Zona História e também área central do campus. O segundo estudo corresponde aos corredores de acessibilidade determinados pela infraestrutura de calçadas e espaços de circulação (Relatório Final Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade, 2023). Como ilustrado na Figura 4(c), um primeiro eixo de acessibilidade segue a direção Norte-BSAN/Sul-IQ, acompanhando a estrutura arquitetônica do ICC, e outros dois eixos em sentido transversal ao primeiro em direção Leste/Oeste (BCE/FT e CO/HUB). Assim três locais foram considerados para a realização das ações, marcadas com um círculo em vermelho na Figura 4(c). O primeiro local corresponde à área externa anterior e posterior do RU, o segundo localizado no extremo do ICC Norte e o terceiro localizado no extremo do ICC Sul.

c) **Etapa 3:** Estabelecimento de parcerias com os atores envolvidos na gestão do trânsito e afins. Conforme definido pelo Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS, 2023) do Brasil, somente uma atuação sinérgica entre os gestores de trânsito, a sociedade civil organizada, a academia e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito, poderá reduzir em 50% as mortes e lesões no trânsito, como estabelecido na segunda década de segurança de trânsito. Para o caso da UnB essa sinergia com os órgãos locais de trânsito, como DETRANDF, DERDF, PRF, CBMDF,

vem se consolidando ao longo dos anos, possibilitando uma atuação mais efetiva nas ações relativas à segurança do trânsito no CDR.



(a) **(b)** **(c)**

Fig. 4 (a) Campus Darcy Ribeiro`, (b) Fluxos de pedestres, (c) Eixos de acessibilidade e locais onde as ações serão realizadas (Fonte: Relatório Final Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade, 2023)

d) **Etapa 4:** Definição das ações para o Maio Amarelo UnB 2023. Foram realizadas reuniões com as instituições parceiras, gerando uma boa sinergia, o que permitiu estabelecer as seguintes ações: blitz educativa de fiscalização para respeito à faixa de pedestre, utilização de veículos sinistrados colocados em lugares de alta visibilidade, simulador dos efeitos na direção pelo uso de álcool e entorpecentes (óculos de realidade virtual), atividades lúdicas de teatro, simulação de cenário com atropelamento de ciclista, exposição de viaturas e motocicletas, show musical com repentistas utilizando a temática da segurança de trânsito, distribuição de material educativo impresso e camisetas alusivas à campanha.

e) **Etapa 5:** Coordenação das necessidades logísticas nas áreas escolhidas no CDR para realização da campanha. Essa etapa objetivou preparar o ambiente em termos de segurança, circulação e definição dos respectivos espaços das ações, garantindo uma adequada distribuição, visibilidade e assegurando que a comunicação e a mensagem da campanha chegassem de forma direta ao público-alvo. Outro aspecto também muito importante foi a coordenação com os meios de comunicação a fim de promover a divulgação do evento e veicular os objetivos da campanha. O engajamento da Secretaria de Comunicação da UnB (Secom) e da TV Comunitária (UnBTV) foram importantes, tanto no momento prévio ao evento como durante o evento. Possibilitaram a divulgação da campanha nas redes sociais da Universidade e nos sistemas internos de comunicação direta com a comunidade universitária de mais de 50 mil pessoas.

f) **Etapa 6:** Realização do Maio Amarelo. O evento foi realizado no dia 17 de maio de 2023, no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, no período das 8hrs até 14hrs. Conforme se observa na Figura 5, o espaço Maio Amarelo foi na área externa posterior do Restaurante Universitário (RU), onde transitam, em média, no horário do almoço de 5 a 6 mil pessoas. O segundo espaço Maio Amarelo das ações foi na área da entrada principal do RU e no estacionamento do Instituto de Artes (IDA), com três ações respectivamente: uma blitz educativa na faixa de pedestre, exposição de veículo sinistrado, e pouso e exibição do helicóptero de resgate da PRF (Polícia Rodoviária Federal). O terceiro e quarto espaços Maio Amarelo foram localizados nas extremidades do Instituto Central de Ciências (ICC), na Ala Norte e na Ala Sul. Em ambas as áreas

foram colocados o Laço do Maio Amarelo e veículos sinistrados. No ICC Norte, as ações incluíram o pouso e exibição do helicóptero de resgate do DETRAN/DF e a ação de respeito a faixa de pedestre. Vale ressaltar que na referida faixa transitam de 3 a 4 mil pessoas ao meio dia. Foi também realizada uma ação, no formato de uma passeata musical, denominada "Marcha pela Vida" ao longo do ICC. A rota mostrada na Figura 5, foi percorrida pelos parceiros e alunos engajados no Projeto de Extensão Observatório Mob3S, e conforme ocorria o deslocamento ia se fazendo um chamado às pessoas sobre a paz no trânsito.

g) **Etapa 7:** Avaliação das ações do Maio Amarelo. Apesar de inúmeras campanhas educativas já realizadas por diversos órgãos da administração pública, não existem dados sobre seus resultados aferidos de forma objetiva e técnica. A maneira mais comum e mais utilizada para isso é o levantamento de dados estatísticos simples, estruturados na forma de questionários já no planejamento das campanhas (Fernandes, 2016). Nesse sentido, para o Maio Amarelo da UnB 2023, foi estruturado um formulário para avaliar a campanha e as ações realizadas, como será apresentado no item seguinte.

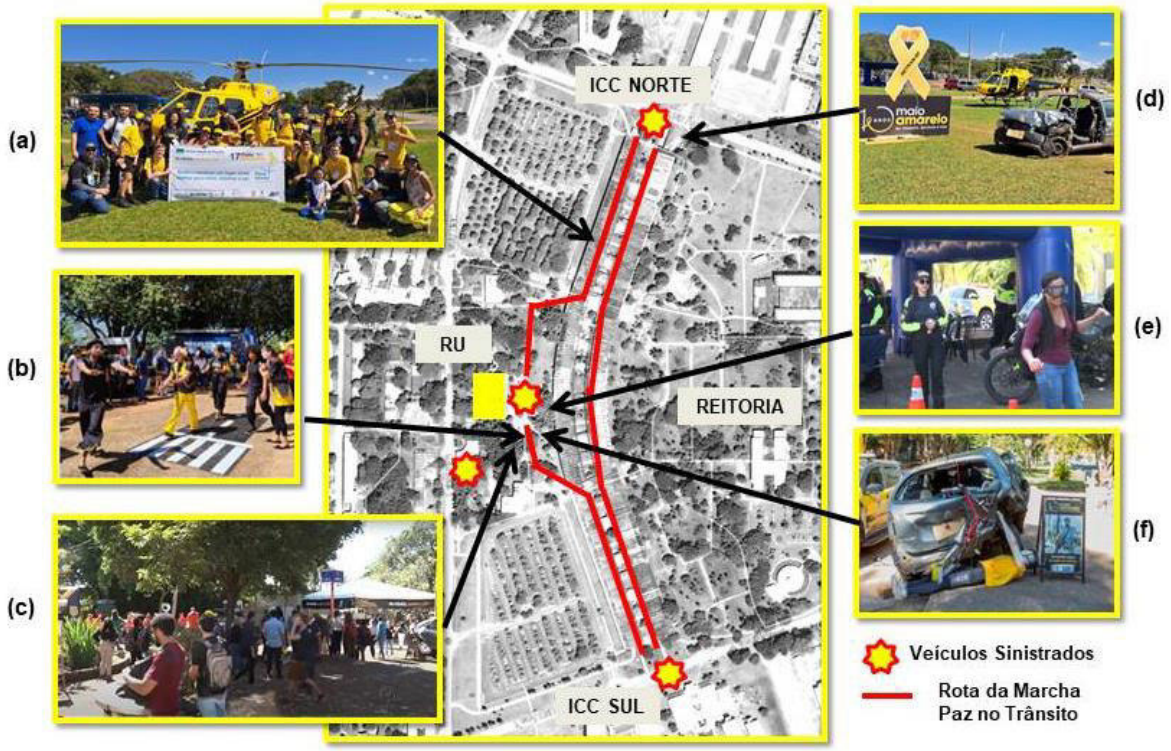


Fig. 5 Ações do Maio Amarelo na área externa do Restaurante Universitário (RU): (a) Parceiros da Marcha pela Paz no Trânsito; (b) Atividades de teatro alusivas a faixa de pedestre, (c) Espaço vivencial Maio Amarelo, (d) Laço amarelo e veículo sinistrado,(e) Óculos de simulação, e (f) Simulação de atropelamento de ciclista

5 PESQUISA COMPORTAMENTAL SOBRE AS AÇÕES DO MAIO AMARELO UNB 2023

O objetivo principal da pesquisa foi identificar qual das ações do Maio Amarelo UnB 2023 teve maior impacto na percepção dos usuários do CDR que participaram na campanha. Como objetivos secundários buscou-se: avaliar o conhecimento sobre o Maio Amarelo, o

conhecimento sobre a Zona 30, o comportamento e a percepção de segurança dos usuários ao se deslocarem pelo Campus como pedestres, motoristas de automóvel e usuários de bicicleta. No final do instrumento de pesquisa deixou-se uma pergunta em aberto para os respondentes colocarem sua percepção, opiniões e outros relativos ao tema de segurança no trânsito e mobilidade no CDR.

Assim, o questionário foi estruturado com 20 perguntas e veiculado na plataforma *Google Forms*, ao longo de 10 dias (aberto no dia 19/05/2023 e fechado no dia 29/05/2023), A pesquisa foi respondida por 340 pessoas entre estudantes, professores e técnicos que frequentam o CDR, dos quais 80,3% foram alunos (273 respostas), 10% servidores ou técnicos (34 respostas), 7,6% professores (26 respostas) e 2,1% tinham outro tipo de vínculo com a Universidade. A primeira parte do questionário esteve constituída por quatro perguntas relativas ao Maio Amarelo e as ações apresentadas durante a Campanha do Maio Amarelo UnB 2023. Na Tabela 1 percebe-se que embora 87,7% dos entrevistados saibam o que é o Maio Amarelo, 91,8% não tinham participado de ações anteriores no CDR.

Tabela 1 Perguntas e respostas relativas ao Maio Amarelo

	PERGUNTA	SIM	NÃO
P1	Na quarta-feira **17 de Maio de 2023** foi realizado o Maio Amarelo na parte externa do Restaurante Universitário (RU) no Campus Darcy Ribeiro. Você participou?	19,4%	80,6%
P2	Você sabe o que é o Maio Amarelo?	87,1%	12,9%
P3	Havia participado anteriormente de alguma ação do Maio Amarelo no Campus Darcy Ribeiro?	8,2%	91,8%

A quarta pergunta, objetivo central da pesquisa, teve seis (6) alternativas que podiam ser selecionadas simultaneamente pelos respondentes (Figura 6). Como visto na Tabela 1, somente 19,4% das pessoas entrevistadas participaram efetivamente da campanha. Assim sendo, foi realizada uma filtragem para selecionar unicamente as pessoas que participaram no dia 17 de maio de 2023, das ações do Maio Amarelo. Como observado na Figura 6 a "*Exposição de veículos acidentados*" obteve 88.3% de aprovação, seguida por 70% pelas "*Atividades utilizando realidade virtual (óculos 3D, simuladores)*" e 51,7% pelas "*Atividades lúdicas (teatro, jogos de trânsito)*".

Em relação à "Zona 30", dos 340 respondentes, 71,5% desconhecem o que ela é, sendo que do total de pessoas que utilizam automóvel como modo de transporte para chegar no CDR representam 53,2%. Isso mostra que ações para trazer a compreensão do significado da Zona 30 como uma forma atenuadora dos efeitos das altas velocidades e a ocorrência de sinistros de trânsito, é urgente. Isso está de acordo com a apreciação do Prof. Peter Furth em relação a que a Zona 30, além de uma demarcação, necessita de instrumentos de infraestrutura que cumpram sua função.

Em relação aos comportamentos dos usuários do CDR enquanto pedestres, a primeira pergunta foi sobre se o pedestre atravessa na rua e não na faixa de pedestre. A maioria das respostas foram que raramente ou às vezes o pedestre atravessa a rua fora da faixa de pedestre. A segunda pergunta foi sobre se o pedestre somente atravessa a rua quando o semáforo está fechado. A maioria das respostas foram de "frequentemente", ou seja, só atravessam na faixa de pedestre quando o semáforo está fechado para os carros. A terceira pergunta foi sobre a mobilidade dos pedestres, se eles andam no meio da rua porque não

existem muitas calçadas. A maioria das respostas foi de nunca ou raramente caminhar no meio da rua por não haver calçadas.

P4 - "*Qual a atividade do Maio Amarelo você acha mais interessantes para sensibilizar as pessoas acerca da importância do comportamento seguro no trânsito? [marque todas que se apliquem]*".

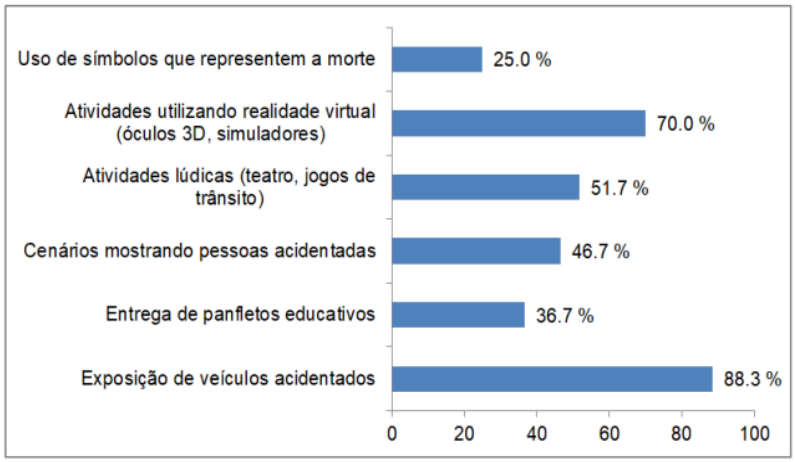


Fig. 6 Avaliação das ações do Maio Amarelo UnB 2023

Quando perguntado sobre o comportamento enquanto motorista dentro do CDR, a maioria dos motoristas nunca ou raramente fala ao celular enquanto dirigem e nunca ou raramente avançam o sinal vermelho ou dirigem embriagados. Quando perguntados sobre o manuseio de comida ou objetos enquanto dirigem, as respostas foram mais distribuídas e uniformes, desde pessoas que nunca fazem isso a pessoas que fazem isso com frequência. Quando perguntado como o entrevistado se sente enquanto se desloca pelo CDR, em termos se segurança no trânsito, a maioria dos entrevistados (52,4%) se sente seguro. E quando perguntado como o entrevistado se sente quando se desloca pelo CDR considerando a iluminação, a maioria dos entrevistados se sentem inseguros (44,7%) e muito inseguros (29,4%). Finalmente, os entrevistados apresentaram 46 respostas como sugestões e percepções sobre a Campanha e outros assuntos relativos à segurança de trânsito e da mobilidade, das quais a seguir apresentam-se algumas delas (Tabela 2).

Tabela 2 Percepções e sugestões

Perfil - sexo/idade/modo/função	Sugestão
Feminino, 24 anos, automóvel, aluna	*Achei muito boa a ideia de colocar o carro batido perto do ICC, me impactou ver a cena do carro daquele jeito e me fez refletir sobre isso, tanto que na hora diminui a velocidade que eu estava dirigindo.*
Masculino, 21 anos, automóvel, aluno	*Achei bem legal a iniciativa dos eventos do dia 17. Acho importante para conscientização e engajamento do publico jovem.*
Feminino, 56, ônibus, aluna	*Acredito que é importante falar sobre as vidas salvas também, não só da morte. Informar quantos sinistros houveram no campus, talvez criar um indicador em relação ao número de pessoas que frequentam o campus.*
Feminino, 41, automóvel, Servidora	*Sugiro que as ações fiquem um dia inteiro para também alcançarem devidamente os públicos vespertino e noturno da Universidade.*
Feminino, 24, ônibus, aluno	*Fazer calçadas iluminadas nos caminhos fos desejos q já existem no campus, sinalizar melhor a faixa de pedestres da L3 próxima à FT.*
Feminino, 63, automóvel, Professora	*Não sabia que o veículo acidentado no jardim do ICC fazia parte desta campanha. Imaginei que seria algo assim e achei muito interessante, impactante. Queria elogiar a iniciativa, pois achei que a cena de imediato faz a gente pensar. Claro, vejo que o efeito dela termina com o tempo, pois passa a fazer parte do cenário, mas achei muito inteligente.*
Feminino, 48, a pé, Servidora	*Sugiro orientar as pessoas que a faixa de pedestres em frente ao RU não é ponto de embarque nem desembarque.*

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Maio Amarelo é um movimento que ano a ano vem gerando a adesão da sociedade em geral e, em particular para o caso da Universidade de Brasília, promovendo a cultura da vida segura, saudável e sustentável no *Campus* Darcy Ribeiro.

Percebe-se também que, sem a sinergia de todos os atores locais e federais que lidam diretamente com a segurança de trânsito, dificilmente se poderia ter alcançado um resultado tão positivo como o ocorrido com a Campanha do Maio Amarelo UnB 2023. Isso reforça a necessidade da união de esforços multissetoriais para o efetivo cumprimento das metas estabelecidas pelas políticas públicas, tal como o PNATRANS.

A metodologia desenvolvida para realização da Campanha do Maio Amarelo 2023, foi resultado de um processo de aprendizado baseado nas ações realizadas no CDR ao longo dos anos, em outros eventos similares realizados em escala local, regional e internacional, e por meio do suporte da literatura técnico-científica relacionada. Apesar disso, acredita-se que ajustes devem ser realizados para eventos futuros de modo a aprimorar o alcance e efetivo impacto objetivado pelo Movimento Maio Amarelo.

A pesquisa comportamental trouxe uma boa resposta da ação que chamou mais a atenção da população universitária que participou diretamente do evento, mas também da comunidade em geral, embora esses resultados não tenham sido apresentados no presente artigo. Assim, sendo de uma forma simples e direta, a pesquisa e os resultados coletados, trazem indicativos da adequabilidade das ações utilizadas e da sua efetividade em chamar a reflexão sobre os sinistros de trânsito. No geral, a pesquisa possibilitou repensar as ações realizadas e desenvolver futuramente ações voltadas para melhora da infraestrutura de transporte e mobilidade do CDR, condizentes com os quesitos de Segurança, Sustentabilidade e Saúde da comunidade universitária.

Espera-se que com esse Relato de Experiência de realização da Campanha do Maio Amarelo realizado no *Campus* Darcy Ribeiro da UnB em 2023, outras experiências possam ser replicadas e compartilhadas para o constante aprimoramento dos esforços por uma vida saudável, sustentável e segura nas cidades.

Agradecimento: Nosso agradecimento a todas as Instituições parceiras que possibilitaram a realização da Campanha do Maio Amarelo na Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro. De forma muito especial à Dra. Adriana Modesto, educadora, sanitarista, mentora e incansável lutadora pela realização do Maio Amarelo UnB 2016 e ao Sr. Prefeito do CDR Valdeci da Silva Reis pelo apoio e suporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL (2021) Ministério da Infraestrutura. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021-2030**. Brasília: Minfra, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/ transito/arquivos-senatran/anexo_i_pnatrans_2.pdf>. Acesso 20 maio de 2024.

Ceftru (2018) Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes. **Relatório Seminário Internacional Segurança no Trânsito Sustentável, DETRAN/DF**. Universidade de Brasília, DF, 23 de maio de 2018.

CONTRAN (2009). Conselho Nacional de Trânsito. **RESOLUÇÃO Nº 314**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao_contran_314_09.pdf>. Acesso em: 20 maio de 2024.

CTB (1997) **Código de Trânsito Brasileiro**. Republica Federativa do Brasil. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art75>. Acesso em: 14 mar. de 2024.

Fernandes, A. M. (2016). **Campanhas Educativas sobre o Trânsito: uma Política Pública em Evolução**. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Mestrado Profissional em Gestão e Políticas Públicas, São Paulo.

Hillips, R. O.; Ulleberg, P. e Vaa, T. (2011) Meta-analysis of the effect of road safety campaigns on accidents. **Accident Analysis & Prevention**, v. 43, n. 3, p. 1204–1218, 31 maio.

ONSV (2024) **Observatório Nacional de Segurança Viária**. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/maioamarelo>. Acesso em: 20 maio de 2024.

ONU (2011) **Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020**. Disponível em:<https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/un-road-safety-collaboration/global_plan_doa_2011-2020.pdf?sfvrsn=a34009ff_3&download=true>. Acesso em: 20 maio de 2024.

ONU (2020) **Stockholm Declaration Third Global Ministerial Conference on Road Safety: Achieving Global Goals 2030.** Stockholm, 19–20 February. Disponível em: <https://www.roadsafetysweden.com/contentassets/b37f0951c837443eb9661668d5be439e/stockholm-declaration-english.pdf>. Acesso 20 maio de 2024.

Pesquisa de Transporte e Mobilidade dos Usuários do CDR (2023). **Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro (CDR)**. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Brasil.

Pinto, B. F.; Taco, P. W. G. e Feitosa, Z. O. (2016) Uso de equipamento eletrônico enquanto dirige: a distração é maior entre os jovens motoristas. **REVISTA DOS TRANSPORTES PÚBLICOS**, v. 39, p. 111-123.

Relatório Final Eixo Temático Infraestrutura de Transportes e Mobilidade (2023). **Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro (CDR)**. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Brasil.

Soares, J. O.; Cruz, J. S.; Oliveira, J. M.; Nascimento, L. C. e Santos, L. C. B. (2015) **Mobilidade e Acessibilidade dos Usuários do Campus Darcy Ribeiro**. Trabalho Final. Disciplina Planejamento de Transportes, Semestre 1, 2015. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, DF.

UnB (2023). Universidade de Brasília. **Anuário Estatístico 2023 (24ª ed.)**. Brasília, DF. Disponível em: <https://anuario2023.netlify.app/#mapa-do-campus-darcy-ribeiro>. Acesso em: 14 mar. de 2024.

Veloso, S. (2018) **UnBNotícias - Desafios e soluções para uma mobilidade urbana segura**. Disponível em: <https://noticias.unb.br/112-extensao-e-comunidade/2292-desafios-e-solucoes-para-uma-mobilidade-urbana-segura>. Acesso 20 maio de 2024.

A CIDADE DE 15 MINUTOS E AS REDES DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS

M. Cruz, J.F. Bigotte

RESUMO

A "cidade de 15 minutos" constitui um conceito emergente no planeamento urbano com potencial, reconhecido por diversos investigadores, para alcançar cidades mais "humanas", saudáveis e inclusivas.

Este artigo salienta a importância do planeamento dos equipamentos coletivos de natureza pública (estabelecimentos educativos e de saúde), com vista à acessibilidade por proximidade característica da cidade de 15 minutos.

Para o efeito, classifica zonas de uma cidade quanto ao acesso aos equipamentos coletivos públicos, identificando, para diferentes níveis de serviço, a população residente na cidade com melhor e pior acessibilidade pedonal aos mesmos. As medidas de acessibilidade são calculadas com recurso a ferramentas de análise de rede do ArcGIS Pro.

O estudo foi aplicado ao centro urbano da cidade de Marinha Grande, tendo os resultados obtidos revelado uma melhor distribuição dos equipamentos escolares em relação aos equipamentos de saúde bem como a necessidade de melhorar o planeamento da acessibilidade aos equipamentos coletivos públicos.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, assistiu-se a uma mudança de paradigma do planeamento urbano, com o planeamento baseado no desenvolvimento económico a dar lugar a um planeamento da cidade focado nas necessidades humanas (Guo *et al.*, 2023). Alinhada com esta tendência, a cidade de 15 minutos, tem-se afirmado como um modelo de planeamento urbano que prioriza as pessoas, defendendo que os espaços públicos devem ser redesenhados para o benefício das pessoas, em detrimento dos automóveis (Khavarian-Garmsir *et al.*, 2023). O espaço do carro passa então, a ser ocupado por pessoas que se deslocam na cidade por mobilidade ativa, ou com recurso a modos de transporte sustentáveis, numa lógica espaço-tempo de proximidade, onde é expectável que os residentes percorram curtas distâncias, num curto espaço de tempo para acederem a bens e serviços urbanos de necessidade frequente. Foi durante a pandemia da Covid-19 que o modelo da cidade de 15 minutos ganhou força, tendo sido adotadas estratégias em sintonia com este conceito em várias cidades do mundo (Moreno *et al.*, 2021). Ao mesmo tempo que se assegurava a distância sanitária essencial para travar a propagação do vírus, a população adquiria saúde por se deslocar por mobilidade

ativa. A cidade de 15 minutos é também vista como uma forma de planeamento urbano capaz de ir ao encontro dos objetivos da Agenda 2030 das Nações Unidas para cidades sustentáveis (Guo *et al.*, 2023). Dos serviços, equipamentos constantes de uma cidade, salientam-se neste estudo, os equipamentos coletivos públicos de educação e de saúde. Profundamente ligados à qualidade de vida na cidade, este tipo de equipamentos encontra-se sob o domínio da administração pública podendo ser alvo de intervenção pública direta com vista à efetiva implementação do conceito de cidade de 15 minutos, o que justifica a pertinência do estudo de acessibilidade aos mesmos. Acresce ainda o facto de que assegurar uma saúde e educação de qualidade constituem duas metas fundamentais da Agenda das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável para 2030, objetivos de desenvolvimento sustentável 3 e 4, respetivamente, (United Nations, 2015), com vista à inclusão e equidade no acesso à educação e saúde.

Na literatura científica, este tema tem sido maioritariamente retratado através do estudo, mapeamento e classificação das cidades (ou unidades de bairro) relativamente ao conceito de cidade de 15 minutos e através da análise da mobilidade ativa (Barbieri *et al.*, 2023; Ferrer-Ortiz, 2022; Gaglione *et al.*, 2022), da caminhabilidade e da ciclabilidade (Hosford *et al.*, 2022; Weng *et al.*, 2019). As questões ambientais, a sustentabilidade, as desigualdades sociais entre grupos populacionais, e a saúde são também frequentemente associados à cidade de 15 minutos (Khavarian-Garmsir *et al.*, 2023; Weng *et al.*, 2019). Destacam-se ainda, diferenças nos serviços urbanos essenciais que são considerados no âmbito do estudo do conceito de cidade de 15 minutos. Geralmente, para a avaliação da acessibilidade na cidade de 15 minutos, os investigadores analisam o acesso a diversos tipos de equipamentos e serviços, de cariz público e privado (de que são exemplo a educação, o comércio, o entretenimento, a alimentação, a saúde, etc.) (Gaglione *et al.*, 2022; Graells-Garrido *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). Contudo, salienta-se que o planeamento da acessibilidade aos equipamentos coletivos públicos, em particular equipamentos educativos e de saúde, como um fator de base para a efetiva implementação dos pressupostos de uma cidade de 15 minutos, constitui, ainda, uma lacuna na literatura.

Com o intuito de se preencher esta lacuna, colocam-se as seguintes questões de investigação:

- Os residentes de uma determinada zona da cidade conseguem aceder adequadamente a equipamentos coletivos públicos [equipamentos educativos (1.º ciclo do ensino básico, ensino secundário) e equipamentos de saúde (centros de saúde)] a pé?
- Qual a percentagem da população residente que tem acesso a pé a escolas de 1.º ciclo do ensino básico, a escolas secundárias e a centros de saúde para diferentes níveis de serviço: 0-5, 5-10 e 10-15 minutos?

Tendo por base o tempo de viagem a pé, desenvolveu-se, em ambiente de Sistema de Informação Geográfico (SIG), uma metodologia capaz de i) classificar zonas de uma determinada cidade quanto ao acesso, a pé, aos equipamentos coletivos de natureza pública, para diferentes níveis de serviço: 0-5, 5-10 e 10-15 minutos e ii) identificar a população residente na cidade com e sem acesso adequado, a pé, aos equipamentos públicos coletivos, em particular, estabelecimentos educativos (1.º ciclo do ensino básico e ensino secundário) e de saúde (centros de saúde), para os diferentes níveis de serviço definidos. A metodologia foi aplicada ao estudo do centro urbano do município de Marinha Grande.

A novidade deste artigo consiste no facto de salientar o acesso aos equipamentos coletivos públicos como fator de base para a efetiva implementação do conceito de cidade de 15 minutos.

Este artigo é composto por 8 secções. A secção 2 contém a base teórica para a elaboração deste estudo. Na secção 3 encontra-se exposta a metodologia adotada. A secção 4 refere-se à aplicação da metodologia a um estudo de caso: área do centro urbano de Marinha Grande. Na secção 5 podem visualizar-se os resultados obtidos, procedendo-se à discussão dos mesmos do ponto de vista da efetiva implementação da cidade de 15 minutos na secção 6. Por fim, na secção 7 são apresentadas as principais conclusões retiradas do estudo efetuado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Idealizada por Carlos Moreno em 2016, a cidade de 15 minutos sofreu um impulso em 2020 quando foi apresentada por Paris como a sua nova abordagem de planeamento da cidade (Moreno *et al.*, 2021). Centrada na proximidade e no planeamento com base na "unidade de bairro", a cidade de 15 minutos, proporciona aos seus residentes o acesso a serviços de necessidade frequente por meio de viagens urbanas de curta distância e curta duração, a pé ou de bicicleta (Moreno *et al.*, 2021). A cidade de 15 minutos encontra-se ancorada em quatro dimensões principais: i) densidade, ii) proximidade, iii) diversidade e iv) digitalização (Moreno *et al.*, 2021). A densidade corresponde ao número de indivíduos por Km^2. A proximidade permite que cada indivíduo possa satisfazer a maioria das suas necessidades, ou até mesmo todas as suas necessidades quotidianas, a uma curta distância da sua residência. A diversidade prende-se com a existência de bairros de uso misto, essenciais ao fornecimento dos componentes essenciais à vida diária dos residentes e com a variedade na cultura e nos indivíduos. A digitalização alinha-se com os ideais de cidade inteligente e está relacionada com a utilização de ferramentas e soluções digitais (por exemplo: sensores inteligentes, câmaras, internet) por forma a melhorar as outras três dimensões (densidade, proximidade e diversidade) (Moreno *et al.*, 2021). Relativamente aos serviços disponibilizados por uma cidade de 15 minutos, na literatura, dependendo dos autores e da finalidade do estudo as categorias de serviços consideradas podem ser diversas. Por exemplo, Graells-Garrido *et al.*, (2021) usaram no seu estudo as categorias de serviços educação, entretenimento, finanças, alimentação, governo, saúde, profissional, lazer, religião, comércio a retalho, transportes públicos. Zhang *et al.*, (2022) utilizaram as categorias vivência, negócios, lazer, desporto, cultura, educação, saúde e transportes. Weng *et al.*, (2019) consideraram educação, cuidados médicos, administração municipal, finanças e telecomunicações, serviços comerciais e cuidados a idosos. Neste trabalho, os equipamentos públicos como estabelecimentos educativos e de saúde são enfatizados. Por serem equipamentos onde são prestados serviços essenciais à população, o acesso aos mesmos está intrinsecamente relacionado com a qualidade de vida na cidade. Acresce ainda o facto de serem equipamentos que, por se encontrarem sob a jurisdição da administração pública, podem ser alvo de ação direta, motivo pelo qual é tão importante o estudo da acessibilidade da população residente aos mesmos.

A acessibilidade integra diversas publicações científicas relacionadas com a cidade de 15 minutos (Ferrer-Ortiz *et al.*, 2022; Gaglione *et al.*, 2022). Não obstante as várias definições de acessibilidade encontradas na literatura científica sobre o tema, aqui adotou-se o entendimento de Ribeiro *et al.*, (2019), que define a acessibilidade como "um termo que descreve a maior ou menor facilidade com que a população acede a bens e a serviços".

Também as métricas de acessibilidade constantes da literatura são diversas (Geurs e Van Wee, 2004). Páez *et al.*, (2012) entendem que as medidas de acessibilidade abarcam dois componentes: i) o custo da viagem e ii) a qualidade/quantidade de oportunidades. Salientam-se as métricas de acessibilidade que adotam a perspetiva do destino por serem as mais adequadas ao estudo da acessibilidade aos equipamentos coletivos na perspetiva do conceito de cidade de 15 minutos. Este tipo de medidas traduz-se em áreas de serviço, constituindo uma função do tamanho *P* do segmento populacional ρ em *i*, a ser servido pelo equipamento *k* e do custo de viajar entre *i* e *j* experienciado pelos indivíduos do segmento populacional ρ, conforme a Equação (1).

$$M_{kj}^{\rho} = \sum_{i} g\left(P_{ik}^{\rho}\right) f\left(C_{ij}^{\rho}\right) \quad (1)$$

Onde:
M_{kj}^{ρ}: resume o tamanho total do segmento populacional ρ com acesso a um equipamento do tipo *k*, localizado em *j*.

$g\left(P_{ik}^{\rho}\right)$: função que reflete o número de indivíduos do segmento populacional ρ residentes em *i* servidos pelo equipamento *k*.

$f\left(C_{ij}^{\rho}\right)$: função que reflete o custo de viajar entre *i* e *j* experienciado pelos indivíduos do segmento populacional ρ. Se existir um caminho entre *i* e *j* num intervalo de tempo entre 0-5 min, 5-10 min e 10-15 min esta função assume o valor de 1, caso contrário é zero.

3 METODOLOGIA

A metodologia proposta visa o cálculo da percentagem de acesso a pé da população residente aos equipamentos coletivos de natureza pública, nomeadamente equipamentos educativos (escolas de 1.º ciclo do ensino básico e escolas secundárias) e de saúde (centros de saúde), com vista à efetiva implementação da cidade de 15 minutos e comporta quatro tarefas principais que seguem a seguinte ordem:

i. Definição da área de estudo;
ii. Recolha e tratamento de dados;
iii. Análise de acessibilidade a pé aos equipamentos coletivos públicos (equipamentos educativos (1.º ciclo do ensino básico e ensino secundário) e equipamentos de saúde (centros de saúde);
iv. Cálculo da população servida adequadamente, por tipo de equipamento.

A primeira tarefa está relacionada com a delimitação da área de estudo. A segunda tarefa englobou a recolha de dados junto de fontes oficiais e o tratamento dos mesmos para que o estudo efetuado fosse o mais fiel à realidade possível. Reunidos e tratados os dados a utilizar no estudo, a terceira tarefa consistiu na análise de acessibilidade a pé aos equipamentos públicos, em particular equipamentos educativos (1.º ciclo do ensino básico e ensino secundário) e de saúde (centros de saúde). Nesta etapa com recurso a ferramentas de análise de rede, de que é exemplo a extensão Network Analyst do ArcGIS Pro, foram elaborados mapas de acessibilidade a pé aos diferentes equipamentos em estudo, tendo em conta diferentes níveis de serviço: 0-5, 5-10 e 10-15 minutos, consoante o tipo de equipamento e a velocidade de 4,5 Km/h fixada para as deslocações pedonais. Na quarta tarefa, para saber

qual a população coberta, procedeu-se à interseção dos polígonos obtidos para cada área de serviço gerada, com a informação da população residente proveniente dos Censos de 2021, tendo sido considerada uma distribuição uniforme da população pelas várias secções estatísticas. A análise foi efetuada para o total de indivíduos residentes e por faixa etária, conforme as idades mais relevantes por tipo de equipamento público. Para o caso dos estabelecimentos escolares, teve-se em conta também uma análise por nível de ensino. Esta metodologia foi aplicada ao centro urbano de Marinha Grande, tendo os resultados sido discutidos do ponto de vista da efetiva implementação da cidade de 15 minutos.

4 ESTUDO DE CASO: CENTRO URBANO DE MARINHA GRANDE

4.1 Definição da Área de Estudo

A área de estudo considerada na análise (Fig. 1) consiste numa área do centro urbano de Marinha Grande, disponibilizada pela Câmara Municipal de Marinha Grande cujos limites foram expandidos para que a rede pedonal fosse contínua, com todos os segmentos conectados entre si.

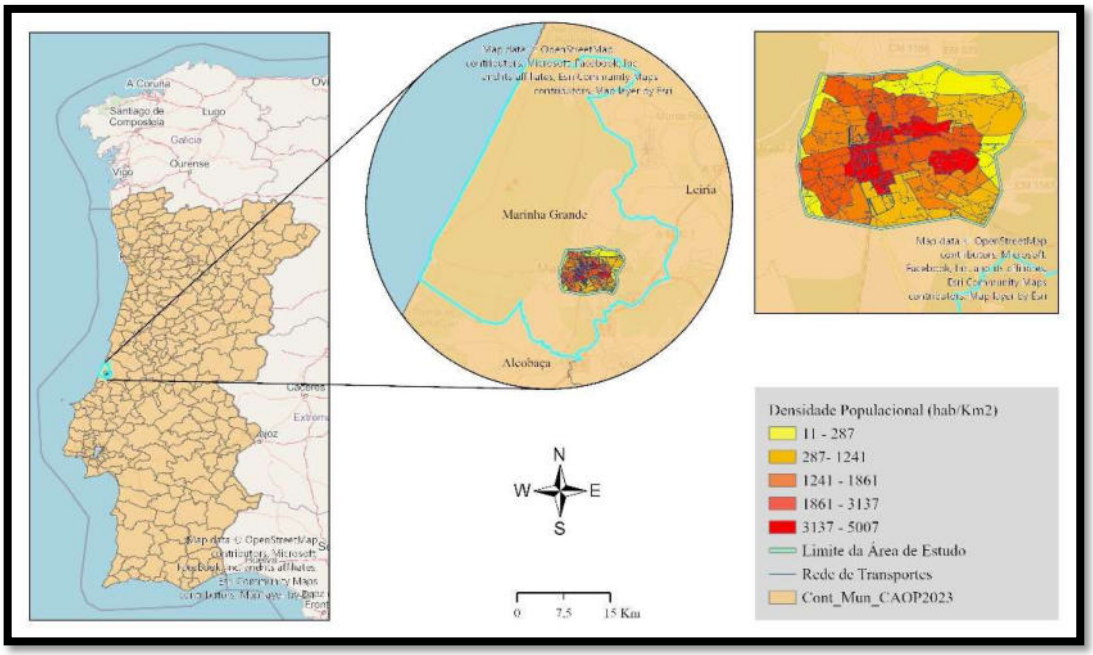


Fig. 1 Área de Estudo.

Pertencente à freguesia de Marinha Grande, a área delimitada distribui-se por cerca de 9,54 Km^2, aufere cerca de 12,11 Km de perímetro e nela residem cerca de 17 768 habitantes, de acordo com os Censos de 2021. De acordo com a Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos (NUTS) da Carta Administrativa Oficial de Portugal Continental de 2023, a área em estudo pertence à NUTS I – Continente; NUTS II – Centro e NUTSIII – Região de Leiria, e Município de Marinha Grande.

4.2 Recolha e Tratamento de Dados

Por forma a se caracterizar a área de estudo definida recolheram-se e trataram-se em ambiente SIG com recurso a ferramentas de edição do ArcGIS Pro, os seguintes dados:

- Dados estatísticos e espaciais referentes à população residente na área de estudo;
- Dados espaciais relativos ao modelo da rede pedonal;
- Dados espaciais que caracterizam os equipamentos coletivos públicos incluídos no estudo.

Os dados referidos provêm de diversas fontes. Os dados populacionais utilizados no estudo correspondem às secções estatísticas constantes nos Censos de 2021, provenientes do Instituto Nacional de Estatística (INE), e disponíveis em https://mapas.ine.pt.

O modelo da rede pedonal resultou da junção da informação extraída do *Open Transport Map* referente à rede viária, dos caminhos pedonais do *OpenStreetMap* e observação de imagens do *Google Street View*. A esta informação adicionou-se, com recurso às ferramentas de edição do ArcGIS Pro, informação constante da rede de transportes proveniente do Município de Marinha Grande.

Relativamente aos equipamentos coletivos públicos, foram considerados na análise, as escolas de 1.º ciclo do ensino básico, as escolas secundárias, e os centros de saúde. Nesta zona as escolas de 1.º ciclo do ensino básico são: a Escola Básica de Várzea, a Escola Básica Guilherme Stephens; a Escola Básica João Beare; a Escola Básica de Casal do Malta; a Escola Básica Professor Francisco Veríssimo e a Escola Básica Professor Alberto Nery Capucho. As escolas secundárias são a Escola Secundária Pinhal do Rei e a Escola Secundária Eng. Acácio Calazans Duarte. Como equipamento de saúde existe o centro de saúde de Marinha Grande. Os estabelecimentos de ensino existentes no concelho foram confirmados na página da internet da Rede Escolar, disponível em: https://www.gesedu.pt/PesquisaRede, tendo sido criada uma camada vetorial para cada nível de ensino em análise: 1) 1.º ciclo do ensino básico e 2) ensino secundário. No que concerne aos equipamentos de saúde, consultou-se o *site* do Serviço Nacional de Saúde: Bilhete de Identidade dos Cuidados de saúde Primários (BI-CSP), com o endereço: http://biscp.min-saude.pt.

Foi gerada uma camada vetorial de pontos por cada tipo de equipamento em análise (escolas de 1.º ciclo do ensino básico, escolas secundárias e centro de saúde). Os pontos representativos dos equipamentos foram movidos para as entradas dos mesmos para que a análise de rede refletisse o melhor possível o acesso da população residente aos equipamentos em estudo. Nos equipamentos com mais que uma entrada foram considerados tantos pontos quantas as entradas.

4.3 Análise de acessibilidade a pé aos equipamentos coletivos públicos (equipamentos educativos (1.º ciclo do ensino básico e ensino secundário) e equipamentos de saúde (centros de saúde).

Após a recolha e tratamento dos dados, realizou-se a análise de acessibilidade a pé às escolas de 1.º ciclo do ensino básico, escolas secundárias e centro de saúde, a qual consistiu na determinação de áreas de serviço através de uma análise de rede (por considerar a distância

percorrida tendo em conta a configuração da rede existente, é expectável que a análise de rede produza resultados mais próximos da realidade do que a simples criação de buffers, muitas vezes aplicada na literatura).

O valor de velocidade média de caminhada considerado neste estudo foi de 4,5 Km/h, o mesmo valor adotado por Ferrer-Ortiz *et al.*, (2022) para medição da acessibilidade a pé a vários serviços urbanos no âmbito do desenvolvimento de um método para avaliação da cidade de Barcelona sob a perspetiva da cidade de 15 minutos. Segundo estes autores, 4,5 Km/h corresponde à velocidade de caminhada de um adulto em ambiente urbano, argumentando que se trata de um valor consistente com outros estudos de mobilidade e engenharia de transportes.

A análise de rede realizou-se com recurso à ferramenta do ArcGIS Pro, designada de Network Analyst, a qual permitiu a criação de polígonos (áreas de serviço) para diferentes níveis de serviço 0-5, 5-10 e 10-15 minutos por tipo de equipamento analisado (equipamentos educativos e equipamentos de saúde) e no caso das escolas também por nível de ensino (1.º ciclo do ensino básico e ensino secundário). Para a obtenção da população com acesso aos equipamentos públicos em estudo em 0-5, 5-10 e 10-15 minutos, efetuou-se a interseção das áreas de serviço resultantes da análise de rede com a informação da população constante das secções estatísticas.

Nas análises de acessibilidade efetuadas considerou-se o número total de indivíduos residentes em cada secção estatística e a sua respetiva área, com o pressuposto de que a população se distribui de forma uniforme pelas secções estatísticas. Consoante o tipo de equipamento em foco foram selecionados os segmentos populacionais cuja faixa etária era relevante para a análise. Com efeito, para as escolas de 1.º ciclo do ensino básico analisou-se o acesso a pé da população com idades compreendidas entre os 6 e os 9 anos e para as escolas secundárias a análise de acessibilidade recaiu sobre a população com idades compreendidas entre os 15 e os 17 anos. No que concerne aos centros de saúde analisou-se o acesso a pé ao centro de saúde dos seguintes segmentos da população: 0-14 anos, 15-24 anos, 25-64 anos e ≥ 65 anos.

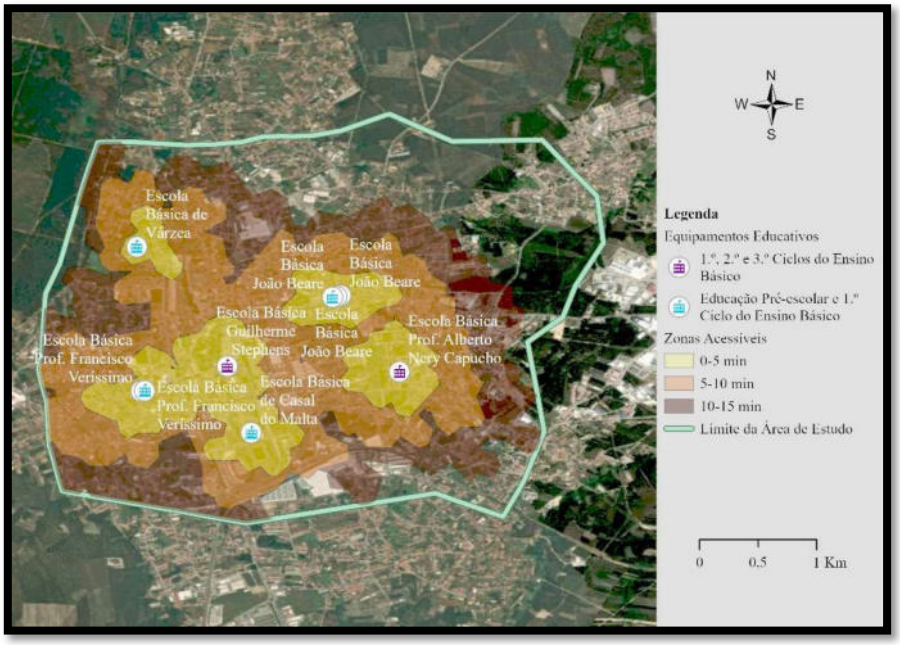
5 RESULTADOS

Esta secção apresenta os resultados do mapeamento de áreas de serviço (de 0-5, 5-10 e 10-15 minutos) e as correspondentes percentagens de cobertura da população, para cada tipo de equipamento.

5.1 Equipamentos Educativos

1.º Ciclo do Ensino Básico

a)



b)

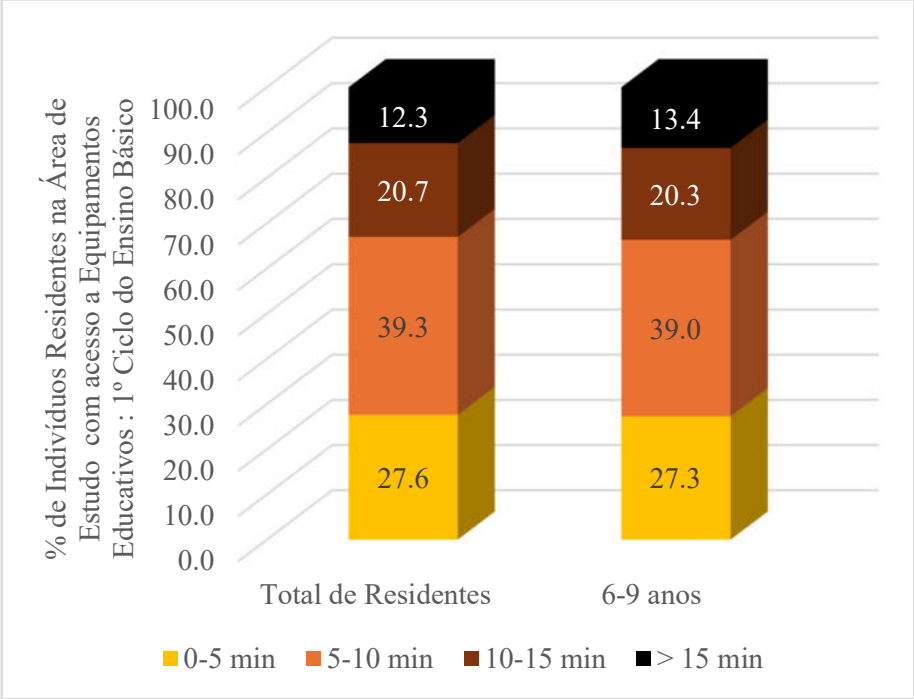
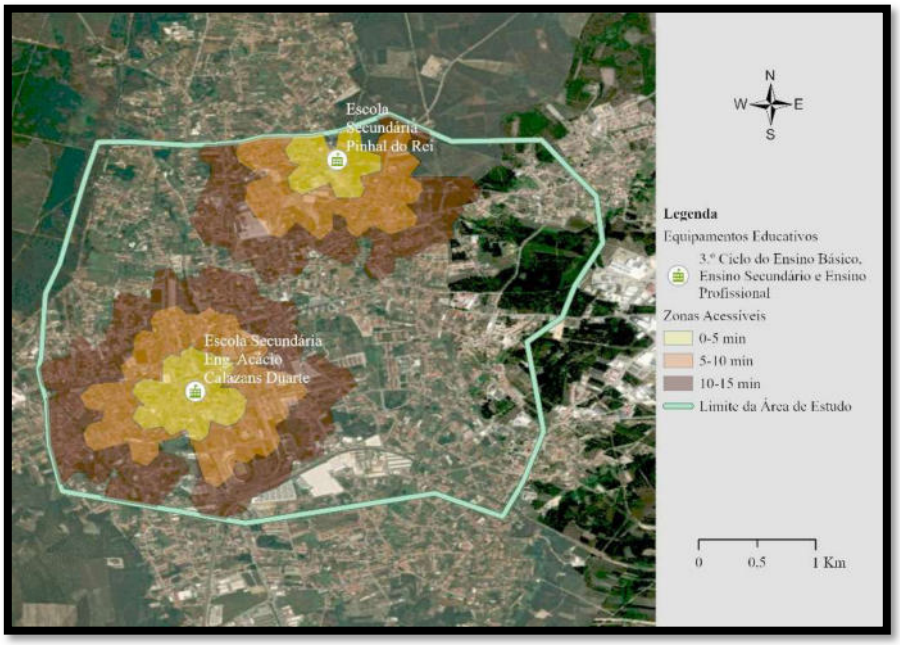


Fig. 2 Acessibilidade Pedonal a escolas do 1.º Ciclo do Ensino Básico: a) Mapa de áreas de serviço, b) Gráfico com percentagem de cobertura da população.

Ensino Secundário

a)



b)

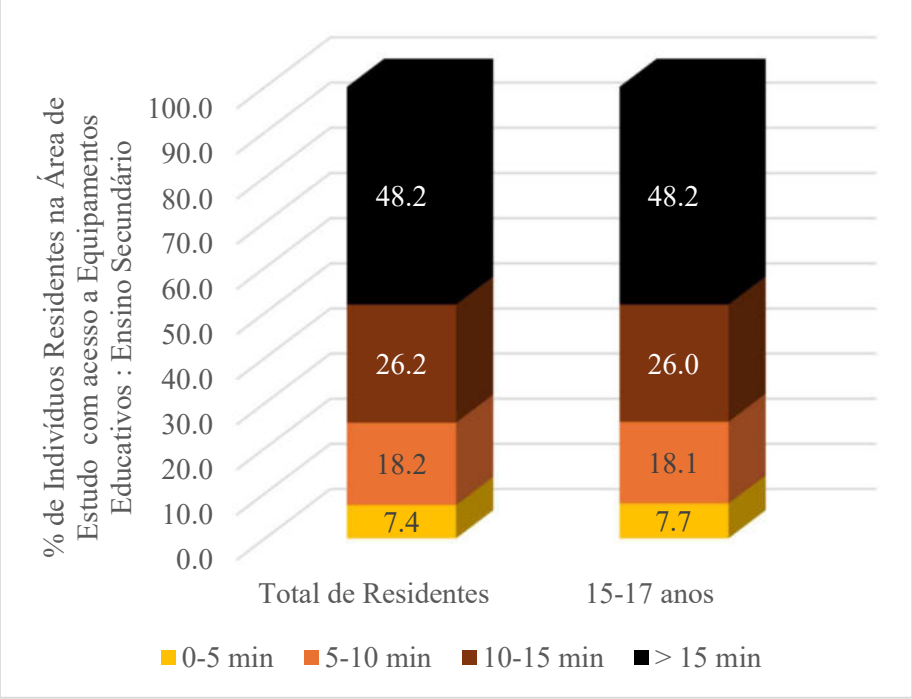
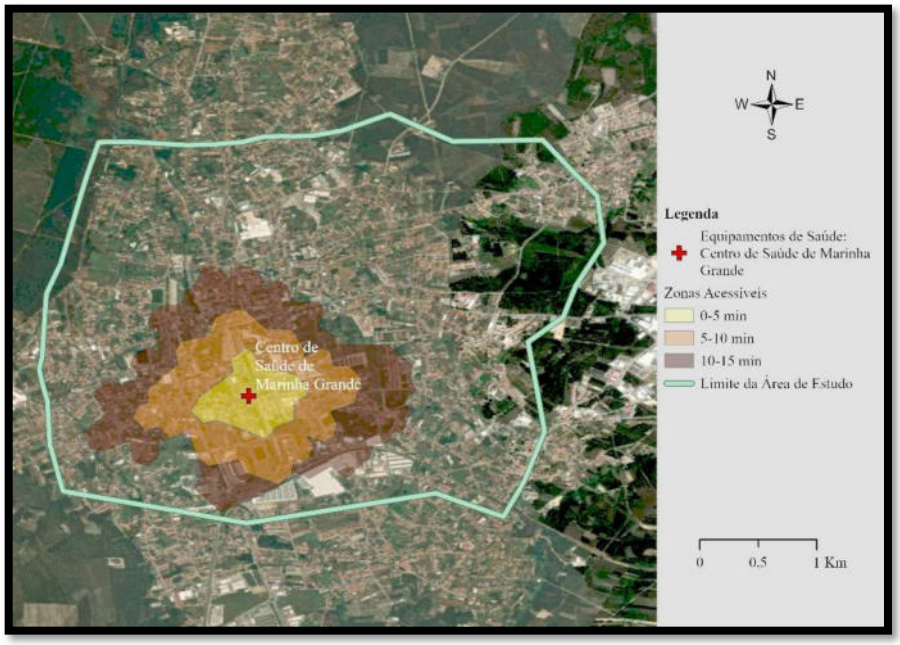


Fig. 3 Acessibilidade Pedonal a escolas do Ensino Secundário: a) Mapa de áreas de serviço, b) Gráfico com percentagem de cobertura da população.

5.2 Equipamentos de saúde

a)



b)

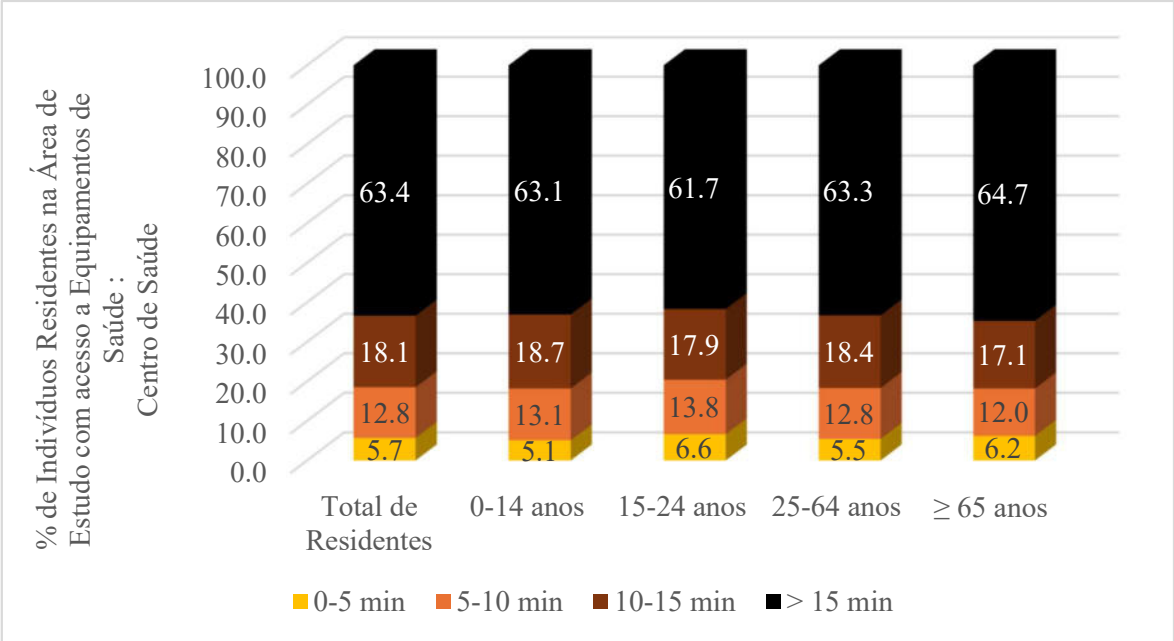


Fig. 4 Acessibilidade Pedonal a Equipamentos de Saúde: a) Mapa de áreas de serviço, b) Gráfico com percentagem de cobertura da população.

6 DISCUSSÃO

Das crianças com idade compreendida entre os 6 e os 9 anos, aproximadamente 27,3% estão a 5 minutos a pé de uma escola do 1º ciclo do ensino básico (Fig. 2). Tendo em conta a idade típica dos utilizadores deste nível de ensino (6 a 9 anos) é importante que este tipo de

equipamentos se situem a menos de 5 minutos a pé das zonas residenciais, pelo que os resultados demonstram que a distribuição das escolas de 1.º ciclo necessita de ser melhorada, tendo em conta os desígnios da cidade de 15 minutos.

De acordo com os resultados obtidos dos 15 aos 17 anos, apenas 7,7% se encontram a menos de 5 minutos de uma escola secundária. No entanto, cerca de 51,8% encontram-se até 15 minutos a pé de um destes estabelecimentos de ensino (Fig. 3). Nestas idades, dada a sua maior autonomia, comparativamente a uma criança que frequenta o 1.º ciclo do ensino básico, o estabelecimento de ensino não precisa de estar preferencialmente a 5 minutos a pé.

Apesar de existirem mais escolas de 1.º ciclo de ensino básico do que escolas secundárias, a percentagem de crianças dos 6 aos 9 anos que é servida adequadamente (isto é, até 5 minutos a pé) é inferior à percentagem de jovens do ensino secundário adequadamente coberta (pois neste caso, pode considerar-se adequado uma viagem de 15 minutos a pé).

Relativamente aos equipamentos de saúde (Fig. 4), da população total da área de estudo, apenas 5,7% consegue aceder ao centro de saúde em 5 minutos a pé e cerca de 63,4% encontra-se a mais de 15 minutos a pé. Por exemplo do segmento da população com idade igual ou superior a 65 anos, existente na área de estudo, apenas 6,2% dos indivíduos conseguem aceder em 5 minutos a pé e cerca de 64,7% dos indivíduos encontram-se a mais de 15 minutos a pé do centro de saúde de Marinha Grande. Do ponto de vista de uma cidade de 15 minutos a percentagem de população que se encontra a mais de 15 minutos do centro de saúde existente na área de estudo é muito elevada, agravando-se ainda para a população com mais de 65 anos, que tipicamente tem maior necessidade de recorrer ao centro de saúde.

7 CONCLUSÕES

A análise efetuada ao centro urbano de Marinha Grande mostra uma melhor distribuição dos equipamentos educativos em relação aos equipamentos de saúde. Conforme esperado, a distribuição geográfica de equipamentos educativos varia com os níveis de ensino. Contudo, tendo em consideração as características dos dois tipos de população, pode considerar-se que a cobertura ao nível do ensino secundário é melhor do que para as escolas de 1.º ciclo do ensino básico.

Os resultados obtidos revelam ainda a necessidade de um melhor planeamento público de equipamentos de saúde, de modo a que a sua distribuição cumpra os desígnios de acessibilidade por proximidade próprios da cidade de 15 minutos.

Os habitantes de uma cidade até podem ter acesso em 15 minutos a uma diversidade de serviços, equipamentos e atividades de iniciativa privada, contudo se não existir uma boa distribuição dos equipamentos coletivos públicos, a cidade não será equitativa e não poderá ser considerada uma cidade de 15 minutos, pois parte da população não terá acesso adequado a serviços básicos como, por exemplo a educação e a saúde. Assim, estudos futuros deverão incidir nas políticas e critérios de planeamento público de equipamentos coletivos.

8 REFERÊNCIAS

Barbieri, L., D'Autilia, R., Marrone, P., & Montella, I. (2023). Graph representation of the 15-minute city: A comparison between Rome, London, and Paris. **Sustainability**, 15(4), 3772.

Ferrer-Ortiz, C., Marquet, O., Mojica, L., & Vich, G. (2022). Barcelona under the 15-minute city lens: mapping the accessibility and proximity potential based on pedestrian travel times. **Smart Cities**, *5*(1), 146-161.

Gaglione, F., Gargiulo, C., Zucaro, F., & Cottrill, C. (2022). Urban accessibility in a 15-minute city: a measure in the city of Naples, Italy. **Transportation Research Procedia**, *60*, 378-385.

Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, 12(2), 127-140.

Graells-Garrido, E., Serra-Burriel, F., Rowe, F., Cucchietti, F. M., & Reyes, P. (2021). A city of cities: Measuring how 15-minutes urban accessibility shapes human mobility in Barcelona. ***PloS one***, *16*(5), e0250080.

Guo, L., Cheng, W., Liu, C., Zhang, Q., & Yang, S. (2023) Exploring the Spatial Heterogeneity and Influence Factors of Daily Travel Carbon Emissions in Metropolitan Areas: From the Perspective of the 15-min City, **Land**, *12*(2), 299.

Hosford, K., Beairsto, J., & Winters, M. (2022). Is the 15-minute city within reach? Evaluating walking and cycling accessibility to grocery stores in Vancouver. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, 14, 100602.

Khavarian-Garmsir, A. R., Sharifi, A., e Sadeghi, A. (2023) The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods, **Cities**, 132, 104101.

Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic cities. **Smart Cities**, 4(1), 93-111.

Páez, A., Scott, D. M., & Morency, C. (2012). Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators. **Journal of Transport Geography**, *25*, 141-153.

Ribeiro, A., Bastos, A., Alves, F. B., Cruz, S. S., & Martins, J. (2019, May). MOBI-AGE-Promoção da Mobilidade e Acessibilidade para Idosos. In **9º Congresso Rodoviário Português-Importância de Boas Práticas**.

United Nations (UN). (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development (A/RES/70/1). **New York, NY: UN General Assembly**. Available online: https://sdgs.un.org/2030agenda (accessed on 20 may 2023).

Weng, M., Ding, N., Li, J., Jin, X., Xiao, H., He, Z., & Su, S. (2019). The 15-minute walkable neighborhoods: Measurement, social inequalities and implications for building healthy communities in urban China. **Journal of Transport & Health**, 13, 259-273.

Zhang, S., Zhen, F., Kong, Y., Lobsang, T., & Zou, S. (2022). Towards a 15-minute city: A network-based evaluation framework. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, *50*(2), 500-514.

MELHORAR A EXPERIÊNCIA DO PEDESTRE: UMA INTERVENÇÃO DE URBANISMO TÁTICO APLICADA EM GOIÂNIA, NO BRASIL

A. B. F. Stringhini, E. C. Kneib

RESUMO

O desequilíbrio do espaço da rua dedicado aos automóveis e pedestres é notório nas cidades contemporâneas, especialmente no Brasil, embora haja a Lei Federal de Mobilidade que garante prioridade ao pedestre. Assim, mostrou-se necessário aplicar uma estratégia no campus da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, para demonstrar a importância de qualificar espaços públicos para pessoas e romper paradigmas do uso excessivo do carro. Este trabalho objetiva planejar, projetar, implementar e avaliar uma intervenção de urbanismo tático, baseando-se em teorias e metodologias sobre segurança viária e caminhabilidade. Por meio de uma proposta temporária, participativa e de baixo custo, transformou-se uma área de estacionamento, que é uma travessia conflituosa, em um espaço mais caminhável e seguro para a mobilidade a pé. Com essa experiência, espera-se mostrar a eficácia do urbanismo tático na qualificação dos espaços para os pedestres e contribuir para uma mudança de mentalidade através da priorização dos modos ativos.

1 INTRODUÇÃO

O desequilíbrio do espaço da rua dedicado aos automóveis e pedestres é notório nas cidades contemporâneas, especialmente no Brasil. A valorização do carro e o desinteresse pelo espaço público ao longo dos anos criou condições inseguras para a mobilidade a pé, apesar de haver uma Lei Federal de Mobilidade, de 2012, que garante prioridade ao pedestre sobre o transporte motorizado individual (Brasil, 2012). Goiânia, capital do estado de Goiás, é uma cidade brasileira com 1,4 milhão de habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023) que enfrenta tais desafios relacionados aos pedestres. A cidade enfrenta altas taxas de motorização individual e seu modelo de desenvolvimento urbano prioriza a fluidez dos automóveis (Universidade Federal de Goiás *et al.*, 2017). Esse modelo, falho e ultrapassado, incentiva ainda mais a dependência do carro e não soluciona os problemas de mobilidade urbana relacionados ao tráfego, congestionamentos e sinistros de trânsito.

Considerando o atual contexto urbano de Goiânia ligado à lógica carrocentrista, mostrou-se necessário aplicar uma estratégia para exemplificar como é possível romper tal paradigma e qualificar espaços para pessoas. Assim, foi projetada, implementada e avaliada uma intervenção de urbanismo tático em Goiânia, no campus da Universidade Federal de Goiás. Embora amplamente empregado em outras cidades brasileiras, como São Paulo, Fortaleza e Rio de Janeiro (Global Designing Cities Initiative, 2022b), a proposta é pioneira em Goiânia.

Trata-se de um percurso que conecta o acesso do campus ao Restaurante Universitário, onde transitam mais de 400 pessoas por hora. A inexistência de calçada obriga os pedestres a concluírem seu percurso atravessando um estacionamento, sendo uma área de conflito com os carros. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta dois objetivos principais: i) com a pesquisa, objetiva-se planejar, projetar, implementar e avaliar uma intervenção prática de urbanismo tático em Goiânia, a partir de bases teóricas e procedimentos calcados em bases científicas; ii) com a proposta prática objetiva-se transformar uma área de estacionamento, que é uma travessia conflituosa para os pedestres, em um espaço mais caminhável, seguro e confortável, mostrando à comunidade o potencial desse tipo de intervenção.

A metodologia envolve pesquisa teórica, com base em autores que trabalham urbanismo tático, caminhabilidade e segurança viária; análises do lugar e diálogos com a comunidade; preparação da execução, elaboração do projeto, divulgação da proposta e convite para participação; implementação coletiva; e análise dos resultados, segundo os atributos do lugar presentes na metodologia desenvolvida pelo *Project for Public Spaces* (2018). O urbanismo tático foi escolhido com o objetivo de melhorar a segurança viária e a qualidade do espaço público através da priorização dos modos ativos. Esse tipo de intervenção é uma solução de design criativa, econômica e participativa, aqui utilizada visando transformar um local saturado de veículos em um lugar de encontro entre pessoas (Fontes *et al.*, 2021).

Após conclusão e análise da intervenção, entende-se que os objetivos foram atendidos, uma vez que, como resultados principais, destaca-se que: i) foi possível desenvolver e finalizar a pesquisa proposta, registrando e avaliando os resultados obtidos; ii) foi possível tornar a passagem mais segura e confortável para os pedestres; iii) a avaliação aferiu 100% de aprovação da comunidade, revelando ainda um maior entendimento do público sobre a necessidade de melhorar os espaços para os pedestres.

2 URBANISMO TÁTICO E CAMINHABILIDADE: COMO CRIAR BONS LUGARES PARA AS PESSOAS?

Para além dos deslocamentos de veículos, as ruas são espaços públicos para as pessoas. No entanto, a ascensão do modo motorizado individual impulsionou investimentos em estrutura viária nas cidades e o desfecho é a priorização da circulação destes em detrimento dos pedestres. O planejamento urbano que cria maior número de vias estimula altas velocidades e consequentemente aumenta o risco de sinistros no trânsito. Pensar em segurança viária, portanto, está relacionado com a redução do número de automóveis circulando nas ruas. Desse modo, priorizar os pedestres e ofertar infraestrutura de qualidade para os modos ativos são soluções indispensáveis para tornar as vias mais seguras (Welle *et al.*, 2015).

A Lei Federal n°12.587, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), é um instrumento que determina objetivos e diretrizes para o planejamento e gestão democrática do Sistema de Mobilidade Urbana. A Lei enfatiza a prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre o transporte individual motorizado, a fim de promover o acesso universal à cidade, o desenvolvimento sustentável e a eficiência da circulação urbana (Brasil, 2012). Embora a PNMU descreva a necessidade de infraestrutura e de um ambiente seguro e acessível para os modos não motorizados, nota-se que as cidades brasileiras ainda carecem de ações concretas para desencorajar o uso do automóvel.

Nessa circunstância, é necessário transformar a maneira em que as ruas são desenhadas. Gehl (2015) desenvolve a importância de moldar os espaços públicos para a escala humana,

proporcionando condições adequadas para um percurso interessante e confortável. Esse fator impacta diretamente a caminhabilidade, que é a capacidade do espaço permitir a caminhada. A caminhabilidade está relacionada à qualidade do lugar, englobando aspectos físicos (tal como a pavimentação) e sensoriais (por exemplo, diversidade de atividades).

O urbanismo tático surge como uma intervenção urbana eficaz para transformar o cenário urbano atual saturado de tráfego em um cenário de vivacidade e encontro entre pessoas. Por meio de soluções criativas de redesenho viário e de qualificação do espaço público, a proposta objetiva tornar as vias mais seguras com ações de baixo custo, participativas e temporárias. Seja criando novos espaços ou recuperando espaços existentes, o urbanismo tático atua em contextos subutilizados, reinventando a maneira como lotes vazios, estacionamentos e ruas excessivamente largas são apropriadas, se comportando como um teste para a implementação definitiva a posteriori. As experiências podem ser articuladas pelos habitantes ou pelo poder público; em ambos os casos, a participação social é essencial durante o planejamento e a construção da intervenção (Fontes *et al.*, 2021).

O processo de execução de uma experiência de urbanismo tático inicia-se pelo reconhecimento do contexto local, através da coleta de dados quantitativos e qualitativos, e pelo diálogo com a comunidade. O mapeamento das características espaciais é essencial para o entendimento das problemáticas do território, bem como o envolvimento coletivo é importante para revelar dificuldades cotidianas vivenciadas. Nesse momento, definem-se as diretrizes para embasar a elaboração do projeto (Global Designing Cities Initiative, 2022b).

Priorizar os pedestres no espaço urbano demanda melhores condições de caminhabilidade e maior segurança viária. Sendo assim, para a fase projetual, as medidas de moderação de tráfego se mostram fundamentais para induzir velocidades mais baixas e criar espaços de circulação protegidos para pedestres. Elas são estratégias de redesenho viário que contribuem para a gestão da velocidade nas ruas ao gerar maior atenção dos motoristas, resultando em menores incidentes no trânsito. Extensão da área caminhável, estreitamento da faixa de circulação dos veículos, redução do raio de giro e zonas exclusivas para pedestres são algumas medidas que auxiliam na priorização dos modos ativos (Welle *et al.*, 2015).

Outro conceito de destaque é o *placemaking*, que significa “criando lugares”. Trata-se de um processo colaborativo para reinventar espaços públicos, no intuito de fortalecer a conexão entre usuário e lugar. O termo foi popularizado na década de 1990 pelo *Project for Public Spaces* (PPS), uma organização que emprega essa abordagem na concepção de espaços públicos. O PPS desenvolveu uma ferramenta voltada para projetos urbanos adequados e com a participação da comunidade, a fim de atender necessidades reais, criar vínculos sociais e estimular a permanência no espaço (Project for Public Spaces, 2018).

Os temas desenvolvidos pela ferramenta são apresentados por um diagrama que define quatro aspectos cruciais para criar lugares de qualidade – acessibilidade, atividade, conforto, e sociabilidade, classificados por atributos. Este trabalho avalia a intervenção fundamentada nesses aspectos, a partir do acompanhamento diário como métrica do impacto da intervenção (Global Designing Cities Initiative, 2022a).

3 MATERIAIS E MÉTODOS: DAS DIRETRIZES À AVALIAÇÃO

Após o estudo aprofundado do referencial teórico para embasar os conceitos em estudo, a metodologia da foi desenvolvida baseando-se nos Guias de Implementação e Avaliação do

Global Designing Cities Initiative (2022a e 2022b). Assim, foi estruturado em cinco etapas principais desdobradas em diversas atividades (Figura 1).

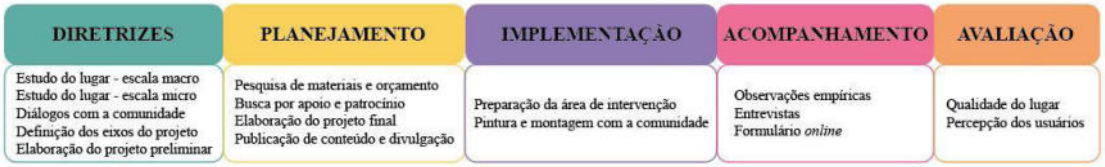


Fig. 1 Etapas do trabalho, adaptado de Global Designing Cities Initiative (2022a e 2022b).

"Diretrizes" consiste nas ideias e investigações iniciais. Foi realizado o estudo do lugar na escala macro, sendo ele o campus da Universidade Federal de Goiás (UFG), para escolher a área de intervenção com base em critérios estipulados e seguindo a abordagem da acupuntura urbana (Lerner, 2011). Com a escolha do local, realizou-se diagnósticos quantitativos e qualitativos na escala micro. Depois, a proposta foi apresentada para alunos e departamentos de gestão da UFG, a fim de coletar opiniões e obter apoio para viabilizar a implementação. A partir do entendimento dos problemas e potencialidades do lugar, as diretrizes e eixos do projeto foram definidos, prosseguindo para a elaboração do projeto preliminar.

"Planejamento" iniciou-se após a aprovação da proposta pela comunidade universitária, encaminhando para a etapa de preparação da execução. Foi feita a pesquisa de materiais e orçamentos para apresentar aos potenciais patrocinadores e em seguida buscou-se apoio e patrocínio da Universidade e instituições parceiras, como a Associação dos Docentes. Após firmar a parceria, o projeto final da intervenção foi elaborado. Simultaneamente à essas atividades, houve a publicação de conteúdo informativo nas redes sociais e divulgação da iniciativa, tanto *online* quanto presencial, convidando a população para participar.

"Implementação" refere-se à execução da intervenção. Primeiro, preparou-se a área, com fechamento do local, limpeza e recebimento dos materiais comprados. Logo, o projeto foi concretizado com ajuda da comunidade no processo de pintura e instalação dos mobiliários.

"Acompanhamento" é a análise diária dos impactos da intervenção em andamento. Para isso, observou-se empiricamente as experiências dos transeuntes no espaço, bem como a coleta de opiniões por meio de entrevistas presenciais e formulários disponibilizados virtualmente.

"Avaliação" corresponde às análises dos resultados obtidos durante a intervenção. Finalizada a experiência, as informações observadas e as percepções dos usuários foram examinadas para consolidar os impactos do projeto implementado, partindo de 4 aspectos principais, conforme a metodologia do PPS (2018): acessibilidade, conforto, atividade e sociabilidade.

3.1 Diretrizes

O campus da Universidade Federal de Goiás foi o local de estudo deste trabalho, visto que a cultura do carro e o espaço destinado a ele é dominante. Seguindo a abordagem da acupuntura urbana (Lerner, 2011), os pontos sensíveis do território foram identificados de forma sistêmica, na intenção de catalisar renovações mais amplas. Categorizando em propostas de redesenho viário (medidas de moderação de tráfego e priorização dos modos ativos) e ativação do espaço público (transformação de áreas subutilizadas), foram demarcados 13 potenciais locais de intervenção.

Com base nos critérios de localização e fluxo de pessoas, o trecho que conecta o acesso do campus até o Restaurante Universitário apresentou-se relevante, posto que é um trajeto frequente. Levantamentos *in loco* estimaram a circulação de cerca de 400 pessoas por hora. Porém, seus principais obstáculos são a falta de calçada e a interrupção do caminho por um estacionamento, causando um constante conflito de passagem com os veículos (Figura 2).

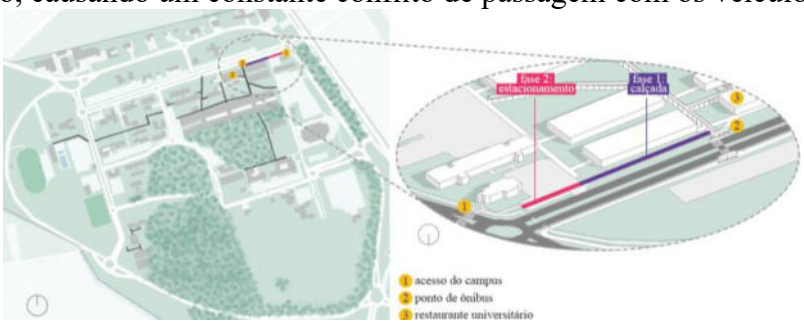


Fig. 2 Área de intervenção escolhida

A intervenção foi classificada em fases 1 e 2. No geral, a infraestrutura é precária em todo o percurso: a calçada não é contínua, a pavimentação é de qualidade ruim e não contempla a linha de desejo dos pedestres. O único mobiliário existente é um banco, sendo que está danificado e inutilizável. O estacionamento, por sua vez, é o ponto central da problemática. A superlotação de veículos faz com que os motoristas estacionem no acesso da calçada, além de não se atentarem à circulação de pedestres no estacionamento. Devido à descontinuidade da calçada, as pessoas são submetidas a atravessarem em meio aos automóveis, tornando a travessia perigosa. As análises realizadas nesse trajeto estão contidas na Figura 3.

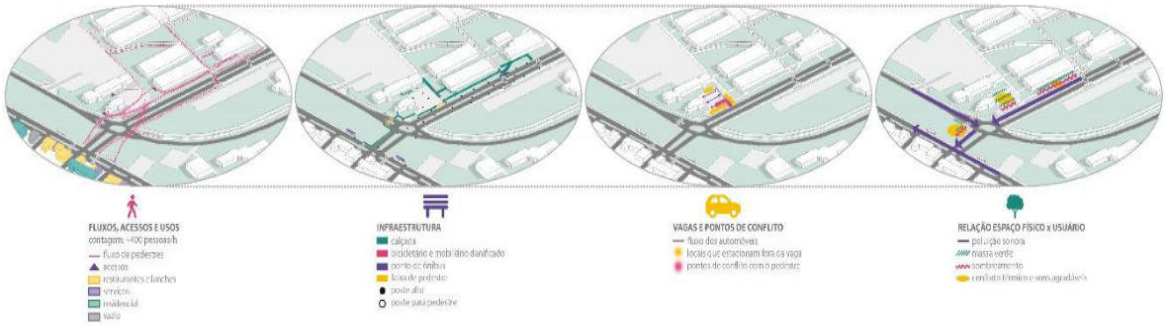


Fig 3. Diagnóstico da área de intervenção

Estabelecer diálogos com a comunidade e ter apoio para a implementação da proposta é fundamental e cumpre com o caráter participativo do urbanismo tático. O projeto teve apoio integral, incluindo estudantes e departamentos da UFG. Todos identificaram a necessidade de solucionar os conflitos entre carros e pedestres no estacionamento e acreditam que a proposta tática é uma alternativa criativa e interessante de transformar o lugar e melhorar a segurança viária. Os comentários foram sintetizados na nuvem de palavras da Figura 4.



Fig. 4 Comentários frequentes da comunidade na etapa de diálogos

No entanto, inicialmente foi unânime a resistência em relação à retirada das vagas de automóveis. Mesmo com áreas excessivamente largas de estacionamento pelo campus, as pessoas não compreendem totalmente os benefícios da redução das áreas de circulação dos veículos no ambiente urbano. Isso evidencia que a cultura do carro é inerente e que há dificuldade de quebrar paradigmas. Na dificuldade de convencer a comunidade sobre os impactos positivos da desocupação dos carros, deixou-se um questionamento: "Por que 12 vagas de carro são mais importantes que 400 pessoas transitando por hora?". O objetivo foi despertar reflexões sobre o desequilíbrio viário e conscientizar a população sobre o papel dos pedestres na vitalidade e mobilidade urbana, sendo importante para desencadear mudanças na maneira que as ruas são desenhadas e garantir mais segurança viária para todos.

A elaboração da proposta refletiu os princípios teóricos destacados no item 2 (Welle *et al.*, 2015; Brasil, 2012; Gehl, 2015; Fontes *et al.*, 2021; Global Designing Cities Initiative, 2022b; Project for Public Spaces, 2018) e absorveu sugestões dadas durante a etapa de diálogos com a comunidade. Em suma, foi estabelecido um eixo central de caminhada, que é a rota já realizada pelos pedestres apesar da falta de infraestrutura. Para sanar o conflito no estacionamento, o objetivo da proposta é temporariamente retirar as vagas de veículos e permitir que esse trajeto seja concluído com segurança. A intervenção resulta em mais espaço para o pedestre, evitando a interferência do carro e com foco na mobilidade a pé. A situação inicial contabilizava 213m² para o pedestre e, com a intervenção, triplicou para 756m².

A fase 1 do projeto corresponde à calçada, iniciando próximo ao Restaurante Universitário e finalizando no estacionamento. Esse trecho é somente uma passagem para um intenso fluxo de pessoas, porém, é uma paisagem arborizada. Por seu potencial de permanência, foram incorporados pontos para sentar. A fase 2 é o estacionamento que dá continuidade ao caminho da calçada e conduz até o acesso do campus. Através da pintura, foi mantido o eixo central de caminhada e adotadas medidas de moderação de tráfego. O projeto reduz o raio de giro do acesso para induzir velocidades mais baixas e limitar a passagem para apenas um carro. Também foi pintada uma nova faixa de pedestres na interseção, garantindo atenção dos motoristas à passagem de pedestres. Além disso, o estacionamento foi pintado por áreas coloridas com instalação de mobiliários (Figura 5).

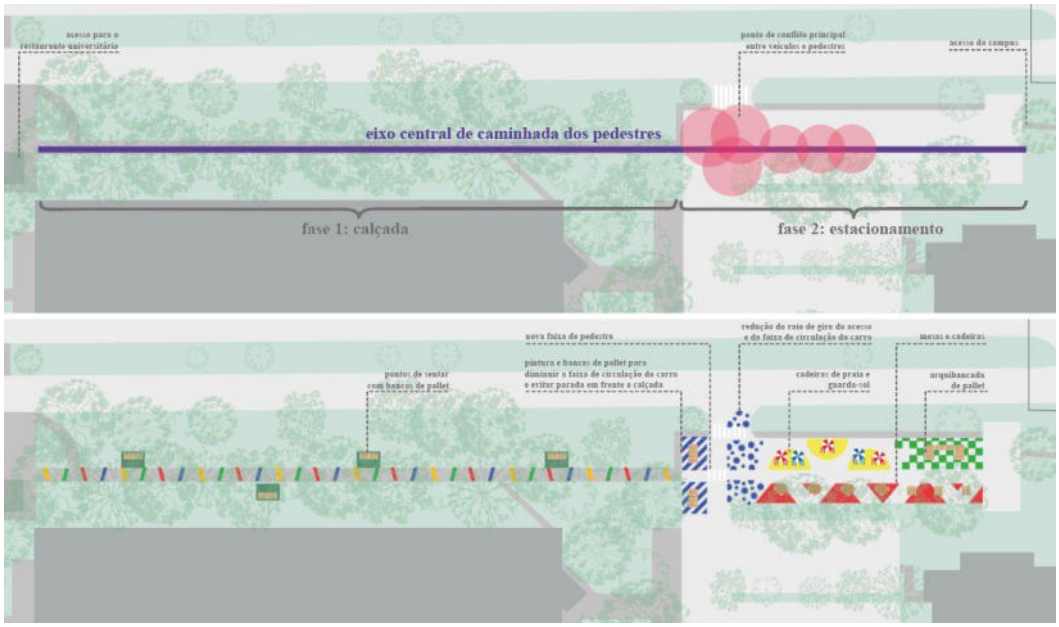


Fig. 5 Antes e depois do projeto

3.2 Planejamento

A intervenção buscou apoio dos centros acadêmicos estudantis, dos departamentos de gestão da UFG e de uma instituição parceira, a Associação dos Docentes (Adufg). Alguns materiais foram doados pela Universidade e os demais foram disponibilizados pela Adufg. Para isso, foi realizado o orçamento dos itens planejados, incluindo materiais, ferramentas e mobiliários, e adquirido conforme a viabilidade de custo. O valor final do projeto totalizou cerca de R$3.680,00, cumprindo com o fator financeiramente acessível das ações táticas.

Simultaneamente, os conteúdos informativos sobre a intervenção, como os conceitos envolvidos no urbanismo tático e o objetivo do projeto, e de divulgação para colaborar com a pintura foram publicados nas redes sociais. A comunicação aconteceu tanto de forma presencial pelo campus, por banner e cartazes, quanto de forma *online*, pelas redes sociais. Essa atividade foi importante para convidar interessados para participar da ação e atrair pessoas para caminhar e permanecer no espaço.

3.3 Implementação

Em junho de 2023, iniciou-se a execução do projeto com a comunidade. O evento contou com 55 participantes, sendo 43 estudantes e docentes da Universidade de 16 cursos variados. Foram divididos 7 grupos de trabalho, sendo eles destinados para as bandeiras, produção de tinta, pintura e posicionamento dos mobiliários. Cada grupo de pintura recebeu uma base com medidas para as marcações dos desenhos no asfalto (Figuras 6 e 7) e, após traçar os desenhos, os integrantes começaram a pintura (Figuras 8 e 9). Depois, as bandeiras foram estendidas e os mobiliários instalados (Figura 10).

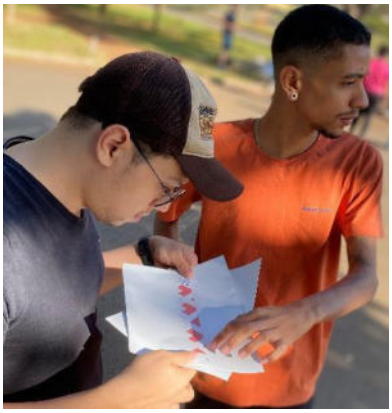


Fig. 6 Base para a pinura



Fig. 7 Medição dos desenhos

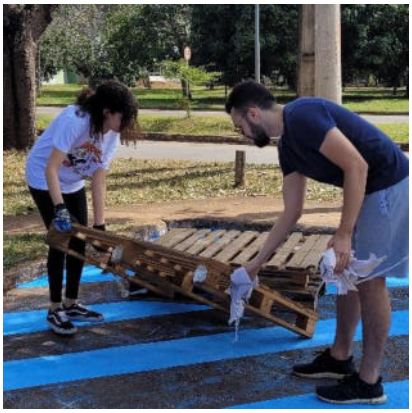


Fig. 10 Instalação dos mobiliários





Fig. 8 e 9 Pintura da área do estacionamento

4 RESULTADOS: ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

A intervenção ficou ativa durante duas semanas. A partir desse momento, as vagas de estacionamento estavam temporariamente fechadas para dar espaço às pessoas (Figuras 11 e 12). Durante o andamento da intervenção, o espaço foi acompanhado diariamente para compreender como pedestres e motoristas se comportaram após a implementação do projeto. A experiência cumpriu com seu objetivo com êxito: tornar a passagem mais segura e confortável para os pedestres. Isso foi alcançado tanto pelo maior espaço dedicado às pessoas quanto pela mudança de comportamento dos motoristas no ponto de conflito existente. As transformações no ambiente urbano por meio de estratégias participativas e de baixo custo comprovam, portanto, que o urbanismo tático é capaz de tornar um espaço público mais adequado e atrativo para a mobilidade a pé (Fontes et al., 2021).

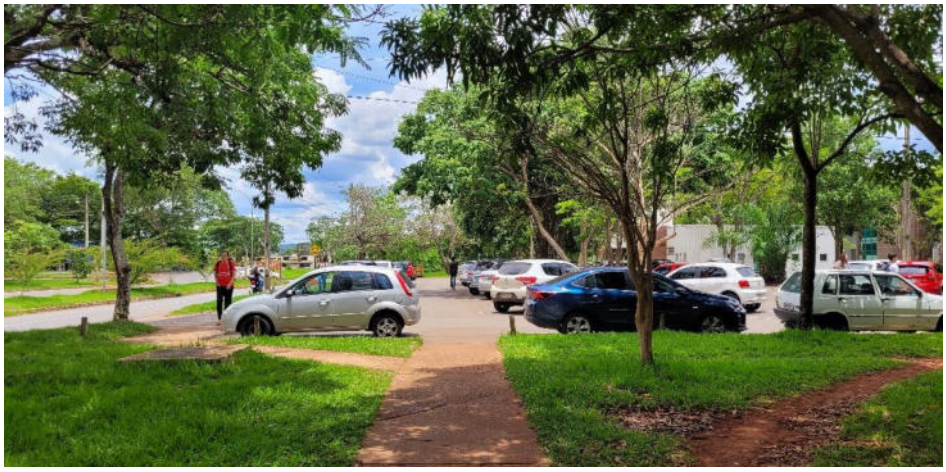


Fig. 11 Antes da intervenção



Fig. 12 Durante a intervenção

Ao realizar a transformação para aprimorar a segurança viária, as pessoas espontaneamente passaram a desfrutar do espaço com mais frequência. Isso demonstra que, ao destinar e pensar em espaços para pessoas, é possível criar espaços públicos mais vivos e interessantes que estimulam a permanência e a diversidade de usos e atividades (Fontes et al., 2021). Dessa maneira, reitera-se o potencial das ações táticas de transformarem áreas dominadas por automóveis, neste caso representado por um estacionamento, em espaços públicos qualificados, caminháveis e seguros. É inegável os benefícios que a intervenção trouxe para

uma travessia mais segura e confortável, visto o aumento da área transitável para o pedestre. As estratégias de moderação de tráfego adotadas para induzir velocidades mais baixas dos veículos, como a redução do raio de giro e estreitamento da faixa de circulação, também foram eficazes para evitar conflitos na interseção e no acesso do estacionamento.

Também existiram mudanças relacionadas à permanência no espaço. O caminho era cenário para fotografias e trabalhos da faculdade; os pallets eram momentos de descanso e rodas de música fora da sala de aula; as cadeiras de praia eram oportunidades para ficar no sol durante o clima ameno da manhã; as mesas eram apoio para estudos, jogos e almoços; e o piso colorido foi palco para brincadeiras (Figuras 13 a 16). A intervenção teve adesão de pessoas de diferentes grupos e faixas etárias, além da variedade de usos cotidianos. Apesar dos resultados positivos, parte dos motoristas se posicionaram contra a proposta devido à retirada das vagas de automóveis. Por isso, passaram a estacionar irregularmente e invadiram a intervenção com veículos. Também houve furto e tentativa de retirada de materiais.



Fig. 13-16 Intervenção em andamento

4.1 Qualidade do lugar

Ao analisar a maneira que as pessoas ocuparam o espaço, o diagrama elaborado pelo *Project for Public Spaces* (2018) foi utilizado para avaliar a qualidade do lugar por 4 aspectos: acessibilidade, conforto, atividade e sociabilidade (Figuras 17 e 18). De acordo com o PPS, a construção de lugares qualificados deve cumprir o maior número de atributos descritos.

Em Acessos & Conexões, os atributos “conectividade” e “caminhabilidade” eram inexistentes e foram atingidos com a proposta. Conectividade é a capacidade de um caminho conduzir a um destino de desejo e caminhabilidade é a facilidade e capacidade de um espaço permitir a caminhada. Nesse caso, a calçada é interrompida por um estacionamento, que

impede os pedestres de concluírem seu trajeto adequadamente. Com a retirada das vagas através da intervenção, foi possível concluir esse caminho de forma mais segura.

Em Conforto & Imagem, destaca-se os atributos “atraente”, “locais para sentar”, “caminhável” e “seguro”. Em conformidade com o tópico anterior, a proposta pretendeu tornar o trecho do estacionamento em um lugar mais caminhável e seguro, visto que ele atuava como uma barreira de passagem. O percurso também se tornou mais agradável de caminhar e permanecer com suas soluções criativas de design e oferta de mobiliários.

Em Usos & Atividades, o projeto beneficiou o item “comerciantes locais” em um processo mútuo: com a realização das feiras, fomentou-se a circulação a pé, assim como contribui para a venda de cada lojista. Consequentemente, a maior permanência dos transeuntes alcançou os atributos “vivo” e “ativo” por impulsionar a frequência e diversidade de usos.

Em Sociabilidade, os atributos “comunidade” e “cooperação” se mostraram fortes. O estabelecimento de laços sociais e a percepção de cuidado com a intervenção consolidou um senso de coletividade nos usuários, contribuindo para a manutenção adequada do lugar. O atributo “diversidade” também representou a multiplicidade e inclusão de grupos sociais.



Fig. 17 e 18 Qualidade do lugar – Antes e durante a intervenção

4.2 Percepções dos usuários

Durante a intervenção, foram disponibilizados questionários *online* e realizadas entrevistas presenciais para coletar opiniões dos usuários sobre o espaço. No total, foram 51 respostas, sendo todas de estudantes de 17 cursos distintos. Os resultados demonstram que a aprovação do projeto foi unânime, com 82% de avaliações nota 5 e 18% de nota 4. As sugestões de melhoria mais recorrentes foram: sombra, mobiliários para deitar e maior programação de atividades. 94% dos entrevistados acreditam que a intervenção contribuiu para a segurança dos pedestres, porque aumentou o espaço de circulação, delimitou a passagem dos carros e induziu velocidades mais baixas. 100% das respostas gostariam que a intervenção fosse permanente, apesar da maioria nunca ter imaginado que um estacionamento poderia ter um uso diferente do convencional, já que ainda existe a supremacia do carro no campus.

Nas redes sociais, a intervenção também repercutiu significativamente. Em 45 dias, foram 20 publicações e cerca de 1.450 seguidores; dentre eles, 26 perfis da Universidade ajudaram na divulgação. A conta teve 5.010 interações com o conteúdo, 3.843 curtidas, 137 comentários e 340 compartilhamentos. O perfil estabeleceu interações relevantes com o Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás e uma vereadora local. O projeto também concedeu reportagens ao canal de televisão da UFG e da Adufg, além de uma matéria no Jornal O Popular, o segundo maior jornal da Região Metropolitana de Goiânia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto da cidade de Goiânia, em que a gestão pública prioriza a fluidez dos automóveis, a importância de repensar as vias e torná-las mais seguras para usuários vulneráveis se mostrou eminente. Diante de áreas excessivamente largas para os carros no campus da Universidade Federal de Goiás, revelou-se urgente aplicar uma estratégia para comprovar os benefícios que a priorização dos modos ativos acarreta no ambiente urbano. O urbanismo tático se mostrou apropriado para realizar impactos imediatos nas condições do espaço público de forma temporária, participativa e de baixo custo. Então, uma área de estacionamento, cuja travessia era conflituosa, foi temporariamente fechada para proporcionar um espaço mais adequado, caminhável e seguro para os pedestres.

Nesse sentido, entende-se que os objetivos do trabalho foram atingidos. Baseando-se nos procedimentos do Global Designing Cities Initiative (2022a e 2022b) e fundamentado por pesquisas teóricas que trabalham urbanismo tático, caminhabilidade, segurança viária e *placemaking*, foi possível desenvolver as diretrizes, etapa composta por estudos do lugar e diálogos com a comunidade; planejar, definindo patrocínio, materiais e projeto final; implementar, com participação coletiva; acompanhar, coletando opiniões e observando as apropriações no espaço; e avaliar, traduzindo os dados através da ferramenta do PPS (2018).

Além disso, a intervenção cumpriu com seu propósito de iniciar um processo de mudança de paradigma ao transformar uma área, antes destinada aos automóveis, em um espaço mais amigável para as pessoas e para a mobilidade a pé. Com ênfase na capacidade de solucionar problemas reais a partir de ações rápidas, participativas e de baixo custo, a proposta comprovou seus reflexos positivos na qualificação urbana e evidenciou que o ambiente urbano adequado pode mudar a percepção e o comportamento das pessoas para melhor. Nesse sentido, o projeto exerceu um papel essencial para instigar questionamentos e discussões sobre o potencial do urbanismo tático na transformação das cidades.

No que se refere à complexidade da proposta, considera-se que o produto (pintura e instalação de mobiliários) é relativamente simples, rápido e econômico. Porém, o processo de planejamento, projeto, aquisição de apoio institucional, consulta à comunidade e mobilização social mostrou-se complexo ao requerer o nivelamento de conceitos e ruptura de paradigma. A dificuldade do desenvolvimento revelou que a cultura voltada ao automóvel ainda é latente e dificulta a implementação e aceitação de propostas que priorizam o pedestre.

Cabe destacar ainda que, a partir da proposta desenvolvida, entende-se que o urbanismo tático constitui uma estratégia com grande potencial que vai além de uma mera alteração no espaço viário. Ela se mostra apta a nivelar conceitos, provocar reflexões sobre a lógica carrocentrista, engajar a comunidade na busca de soluções viárias mais adequadas e transformar o espaço de modo a deixá-lo mais seguro e confortável para o pedestre.

Por fim, vale ressaltar um comentário frequente deixado pelos usuários da intervenção: “Olha quanto espaço criamos para as pessoas quando tiramos 12 vagas de carro!”. Essa reflexão indica que é possível gerar impactos positivos na qualidade do ambiente urbano quando o uso excessivo do carro é questionado e a mobilidade a pé é colocada no ponto focal da discussão. Espera-se que essa iniciativa gere efeitos na forma que os cidadãos pensam os espaços públicos da cidade, para, então, consolidar maiores transformações urbanas.

5 REFERÊNCIAS

Brasil (2012). **Lei N° 12.587**, Política Nacional de Mobilidade Urbana, Presidência da República, 3 Janeiro 2012, disponível em: https://bit.ly/3VXueqW (13 Abr 2024).

Fontes, A. S., Pina, J. P., Paiva, L. M. (2021) **Urbanismo tático:** X ações para transformar cidades. Editora Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Gehl, J. (2015). **Cidades para pessoas,** 3ª ed, Perspectiva, São Paulo.

Global Designing Cities Initiative (2022a). **Como avaliar transformações de ruas:** um foco em projetos de segurança viária relâmpago e temporário. Global Designing Cities.

Global Designing Cities Initiative (2022b). **Como implementar transformações de ruas:** um olhar sobre projetos relâmpago e temporários de segurança viária. Global Designing Cities.

Lerner, J. (2011). **Acupuntura Urbana**, 5ª ed, Record, Rio de Janeiro.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) **Dados da população de Goiânia**, base de dados, disponível em: https://bit.ly/45qcnvn (5 Out 2023).

Project for Public Spaces (2018). **Placemaking: What if we built our cities around places?**, Project for Public Spaces Inc., disponível em: https://bit.ly/45rVtuW (8 Jan 2023).

Universidade Federal de Goiás, Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (2017) **Diretrizes para a Região Metropolitana de Goiânia**, disponível em https://bit.ly/48IQSaD (9 Out 2023).

Welle, B., Li, W., Adriazola-Steil, C., King, R., Obelheiro, M., Sarmiento, C. & Liu, Q. (2015). **Desenho de Ruas Seguras**, World Resources Institute, Washington.

TORNANDO A MOBILIDADE ELÉTRICA INCLUSIVA: ESTRATÉGIAS DE SEGURANÇA PARA PEÕES CEGOS EM AMBIENTES URBANOS

A.B.E. de Oliveira, A.M.C.B. Silva, A. S.N. Ribeiro

RESUMO

Os veículos silenciosos geram preocupações de segurança rodoviária, especialmente para os utilizadores mais vulneráveis do espaço urbano, tais como peões cegos. O risco de acidentes cresce junto da quantidade de veículos elétricos (VEs) e, apesar da diminuição global de acidentes, as mortes de peões permanecem altas, representando 20,7% das mortes no trânsito em 2021, estando Portugal acima da média da UE. Os populares VEs apresentam desafios para a segurança dos peões. Na Europa, a inclusão do Sistemas de Aviso Sonoro de Veículo (AVAS) alerta sobre a presença dos VEs. Este estudo, focado em peões cegos, destacou preocupações com a detecção de VEs em diferentes ambientes urbanos, ressaltando a necessidade de medidas de mitigação. O estudo visa entender como as características dos veículos e os fatores ambientais influenciam as decisões de travessia dos peões cegos, para garantir a segurança dos utilizadores da via. Estudos adicionais serão necessários para validar esses resultados.

1. INTRODUÇÃO

A segurança dos peões é uma preocupação significativa do ponto de vista da segurança viária, uma vez que são os utilizadores mais vulneráveis da estrada, expostos a altos riscos de interações perigosas com veículos automotores (Deb *et al*., 2017). A crescente prevalência de veículos híbridos, elétricos e com motores de combustão interna silenciosos tem aumentado o risco de lesões em peões, especialmente para aqueles com limitações físicas, como cegueira parcial ou total. Estima-se que em 2021, 20,7% das fatalidades estavam relacionadas com peões. Consequentemente, há um crescimento na investigação dedicada à identificação de fatores de risco e promoção de estratégias de segurança viária, com foco particular nos utilizadores mais vulneráveis.

Estudos observacionais são um excelente método para estudar o comportamento dos peões, de acordo como enfatizado por Eby (2011) e van Haperen *et al*. (2019). A abordagem é eficaz na coleta de dados naturalísticos em ambientes onde o comportamento dos usuários de estrada é de interesse e valiosa em casos onde os participantes não estão cientes de seu envolvimento, já que essa metodologia permite a observação de comportamentos em situações cotidianas, que contribuem para eventos de trânsito inseguros. Apesar dos desafios na caracterização demográfica e avaliação do contexto pessoal, a observação fornece *insights* valiosos sobre comportamentos genuínos, desvendando diversos cenários e características da infraestrutura em ambientes urbanos. A importância de examinar

minuciosamente o comportamento dos usuários da estrada é destacada por numerosos estudos há quase 50 anos, revelando seu papel como fator contribuinte em 94% de todos os acidentes, com o ambiente e os veículos sendo contribuintes parciais em 18% e 8%, respectivamente (Reason, 2000; Sabey e Taylor, 1980; Tratar, 1979). Os estudos de observação comportamental abrangem o comportamento de todos os usuários de estrada que passam pelo local de observação, que visa, entre outras opções, avaliar a segurança do trânsito e as características que possa evitar potenciais acidentes. (Johnsson *et al*., 2018).

Com o avanço da eletromobilidade, bem como seu papel significativo na transição energética, os veículos híbridos e elétricos estão ganhando popularidade. O estudo da interação entre peões e veículos elétricos, quando conduzido por observação, pode produzir resultados que contribuem para o avanço da segurança viária. Em 2021, houve um aumento notável de 10,7% para 17,8% no percentual de novos registros totais para carros elétricos em apenas um ano na Europa (EVvolumes, 2023). Essa tendência de crescimento contínuo escalou de 600 registros em 2010 para 1.061.000 unidades em 2020. Países líderes em mobilidade elétrica têm, ao longo dos anos, oferecido incentivos financeiros, como reduções e isenções fiscais, com o objetivo de incentivar uma maior adoção desses veículos.

No entanto, apesar de sua eficiência energética, os veículos híbridos e elétricos levantam algumas preocupações relacionadas aos utilizadores de estrada vulneráveis. Diante disso, o Regulamento Delegado da União Europeia 2017/1576 emendou o Regulamento nº 540/2014, que se refere aos requisitos do Sistema de Alerta Acústico do Veículo (AVAS) para a homologação de veículos na UE. O AVAS tornou-se obrigatório para qualquer veículo híbrido ou elétrico desde 1º de julho de 2021, e deve produzir automaticamente um som dentro da faixa de velocidade mínima do veículo, desde a partida até aproximadamente 20 km/h, inclusive em marcha à ré. O tipo e o volume do som emitido pelo AVAS devem ser um som contínuo sinalizando um veículo em movimento para peões e outros usuários de estrada. O som deve indicar claramente o comportamento do veículo e ser semelhante ao som de um veículo na mesma categoria equipado com um motor de combustão interna.

Segundo a *European Blind Union* (EBU) (2023), estima-se que existam mais de 30 milhões de pessoas cegas e com deficiência visual na Europa geográfica, com uma média de 1 em cada 30 europeus experimentando algum tipo de perda de visão. É importante observar que há quatro vezes mais pessoas com visão parcial do que aquelas que são cegas, que as estatísticas apresentam um risco maiores de mulheres cegas ou com deficiência visual do que os homens, e que a perda de visão está intimamente associada ao envelhecimento, onde um em cada três indivíduos com mais de 65 anos enfrenta perda de visão e 90% das pessoas com deficiência visual têm mais de 65 anos.

Neste artigo, dividido em quatro etapas, um grupo focal foi estabelecido para coletar *insights* e opiniões de peões cegos sobre sua interação com veículos elétricos, particularmente a ausência de ruído associada a esse tipo de veículo. O objetivo era explorar atitudes, percepções e experiências. Na primeira etapa, os participantes cegos participaram de uma reunião descontraída. Na segunda parte, foi realizada a primeira rodada de observações de campo para identificar comportamentos que poderiam ser considerados arriscados e analisados nas etapas subsequentes. A terceira etapa também envolveu observação: dois indivíduos cegos foram observados em três tipos diferentes de pavimentos, que têm potencial para serem usados como medidas de mitigação de ruído. Por fim, a quarta e última etapa consistiu em responder a uma pesquisa sobre o comportamento dos peões. A secções a seguir apresentam os resultados obtidos neste estudo, assim como detalham a execução do mesmo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Sessão com Peões Cegos

Na etapa inicial deste estudo, em colaboração com a Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal (ACAPO), foi realizada uma sessão para apresentar e conscientizar sobre os riscos associados aos veículos elétricos para peões cegos. Durante esta sessão, ocorreu a primeira interação com os peões, na qual a natureza de suas condições foi identificada. Eles foram questionados sobre seu conhecimento e interações com veículos híbridos e elétricos, informados sobre os riscos associados e foram apresentados vários métodos de identificação desse tipo de veículos. Além disso, medidas potenciais de acalmia de tráfego para mitigar a ausência de ruído foram discutidas. O objetivo desta sessão foi compreender as principais preocupações relacionadas às interações com veículos elétricos. Visava explorar como os peões se sentem ameaçados pela modernização da mobilidade, suas perspectivas sobre a questão da ausência de ruído e como isso afeta suas vidas diárias. Além disso, a sessão procurou discernir quando essa ameaça se torna um problema mais crítico, político e/ou social, e particularmente quando e em que circunstâncias os peões se sentem mais vulneráveis. Esta sessão desempenhou um papel crucial na introdução e envolvimento dos participantes para a segunda parte do estudo, que envolve observações de campo.

2.2. Primeiro Estudo Observacional de Campo

Os dados foram coletados em seis travessias de peões não sinalizadas em Coimbra, Portugal, em tempos distintos, isso é, não simultaneamente, ao longo de intervalos de 30 minutos durante os dias úteis, pela manhã ou pela tarde, fora do horário de pico. As observações foram realizadas no final do inverno, em condições climáticas favoráveis, caracterizadas pela ausência de chuva e/ou vento, com temperaturas amenas ao longo do período.

Os peões foram expostos ao tráfego municipal em vias com diferentes características e em diferentes momentos, dentro de um ambiente urbano não controlado. Eles foram solicitados a demonstrar aos pesquisadores como sinalizavam sua intenção de atravessar quando solicitados pela equipe de pesquisa e se estavam cientes ou não da presença do veículo elétrico no contexto do tráfego urbano. O veículo elétrico utilizado no contexto urbano foi um BMW i3 elétrico cedido pelo Instituto do Ambiente, Tecnologia e Vida (IATV) da Universidade de Coimbra.

Durante esta etapa, o objetivo era entender as principais ameaças no ambiente urbano, determinar se a ausência de ruído é de fato uma preocupação para esses peões, identificar situações onde essa preocupação é exacerbada, avaliar com que frequência percebiam a presença do veículo, reunir suas perspectivas sobre a questão da ausência de ruído no campo e seu impacto sobre eles, reconhecer quando isso se torna crítico e discernir quando se sentiam mais vulneráveis. É essencial observar que durante a exposição ao ambiente urbano, não havia garantias quanto à segurança dos peões. Em alguns casos, especialmente em estradas movimentadas, os peões se sentiam mais inseguros, levando a menos travessias e comprometendo a amostra. Isso enfatiza que a "coragem" do peão pode ser tanto um fator de risco quanto uma medida de segurança adicional.

2.3. Identificação de Medidas Mitigadoras

A terceira parte do estudo envolve outro tipo de observação de campo. Nesta etapa, o principal objetivo foi identificar medidas de mitigação usando recursos existentes. Incluiu testar três tipos diferentes de pavimentos para determinar qual permitia que os peões identificassem o veículo elétrico. As pesquisas foram conduzidas em ambientes urbanos, em estradas com pouco ou nenhum movimento, para eliminar a influência do ruído urbano e tornar a presença do veículo mais perceptível.

Semelhante à etapa anterior, os dados foram coletados em três travessias de peões não sinalizadas em Coimbra, Portugal, ao longo de intervalos de 30 minutos durante um feriado, para evitar interferências de ruído externo. As observações foram realizadas durante a outono, sob condições climáticas favoráveis caracterizadas pela ausência de chuva e/ou vento, com temperaturas amenas ao longo do período.

As seguintes variáveis são observadas: a) Localização, definindo o tipo de pavimento; b) Minuto e segundo do vídeo em que o peão detecta o veículo elétrico; c) Minuto e segundo em que o veículo passa pelo local onde o peão está localizado; d) Tempo de reação, que é uma relação entre o tempo de passagem do veículo e o tempo que o peão percebe a presença do veículo, permitindo tempo para o peão reagir; e) O tipo de veículo que o peão identifica - se é elétrico ou não; f) A velocidade estimada do veículo; g) Contexto - Como estava a estrada naquele momento? Havia outros carros ou peões se movendo?

2.4. Pesquisas sobre o Comportamento de Peões

Na quarta e última parte deste estudo, convidamos peões cegos a responderem a uma adaptação da pesquisa proposta por Granié *et al*. (2013), conhecida como *Pedestrian Behaviour Survey* (PBS), que foi anteriormente respondida por peões com visão. Nesta etapa, a ideia era entender se os comportamentos declarados de peões cegos eram compatíveis com os comportamentos declarados de peões não cegos. As respostas obtidas nessas entrevistas foram comparadas descritivamente com aquelas publicadas no estudo de de Oliveira *et al*. (2023), usando peões com a mesma idade média e gênero do peão cego entrevistado como os principais critérios de comparação, para identificar as principais diferenças e semelhanças.

A PBS originalmente tinha 47 itens: sete itens de filtro, onze (11) relacionados a violações, dez (10) relacionados a erros, oito (8) relacionados a lapsos, seis (6) relacionados a comportamentos agressivos e cinco (5) relacionados a comportamentos positivos. Esta classificação se baseia na origem do comportamento, nomeadamente:

- Violação: Desvio deliberado da regra social sem a intenção de causar lesão ou dano;
- Erro: Deficiência no conhecimento das regras de trânsito e/ou processos inferenciais envolvidos na tomada de decisão;
- Lapso: Desvio não intencional de práticas relacionadas à falta de concentração na tarefa; esquecimento;
- Comportamento agressivo: Tendência a interpretar erroneamente o comportamento de outros usuários da via, resultando na intenção de perturbá-los ou colocá-los em risco; e
- Comportamento positivo: Comportamento que busca evitar violação ou erro e/ou busca garantir a conformidade com as regras de trânsito.

Após conduzir esta investigação, os resultados obtidos em cada etapa deste estudo foram compilados e serão apresentados na próxima seção.

3. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Como se trata de uma pesquisa de grupo focal, a amostra utilizada é reduzida, mas os resultados obtidos possuem grande valor para a equipe de pesquisa e, acima de tudo, para orientar futuras pesquisas. Nesta seção, organizada de acordo com as pesquisas realizadas, são apresentadas as principais estatísticas descritivas, as informações usadas para comparação e orientação, e os resultados obtidos em cada uma das etapas desenvolvidas.

3.1. Sessão com Peões Cegos

A sessão realizada na ACAPO contou com a participação de sete indivíduos cegos — três homens e quatro mulheres — com idades entre 20 e 60 anos na época. Entre os sete, quatro não têm percepção visual, dois percebem sombras e um consegue distinguir luz. Para preservar a privacidade dos colaboradores, os dados não serão distinguíveis quando não relevantes para este estudo. Gênero e idade serão apresentados como características usadas para comparação. Em casos de observação em ambiente urbano, algumas informações relacionadas à personalidade do peão serão fornecidas sem muitos detalhes para evitar a identificação do peão cego associado à instituição.

Na primeira interação com peões cegos, dois dos sete (28,57%) mencionaram nunca ter tido contato com um veículo elétrico, enquanto quatro relataram contatos negativos. É importante observar que, ao considerar os 54,14% de contatos relatados como negativos, isso se refere ao total geral de peões cegos observados no grupo focal. No entanto, ao considerar apenas aqueles que tiveram contato com veículos elétricos, esse número sobe para 80% dos observados. Todos os peões entrevistados expressaram algum tipo de medo devido à falta de ruído, e essa insegurança aumenta em dias chuvosos, quando as condições climáticas os obrigaram a usar acessórios que reduzem outros sentidos, especificamente a audição e o tato.

A sessão com peões cegos foi fundamental para a pesquisa porque, além de ser informativa, serviu como meio pelo qual os peões participantes das etapas subsequentes foram recrutados.

3.2. Estudo Observacional em Campo

Em relação aos peões cegos, é digno de nota que, quando estão sozinhos, eles consistentemente buscam travessias de peões identificadas seja pela superfície da estrada ou orientação de outro peão. Na colaboração com a ACAPO, este estudo recebeu informações indicando que os peões que participaram do estudo, e que recebem assistência da instituição, são treinados e supervisionados na navegação de suas rotas primárias. Essas rotas incluem o percurso de casa para o mercado, de casa para a instituição, de casa para o trabalho e quaisquer outras rotas necessárias para o peão e sua família. Os peões que voluntariamente participaram deste estudo forneceram informações mantendo seu anonimato. Abaixo, apresentamos algumas características relevantes para o estudo, incluindo gênero, classificação etária e a classificação de comportamento mais frequente:

A. Uma jovem do sexo feminino que é cega desde o nascimento, exibe um comportamento mais cauteloso devido à sua deficiência visual.

B. Um adulto do sexo masculino que perdeu a visão na infância, envolvido ativamente em projetos para deficientes visuais, e exibiu um comportamento mais assertivo.

C. Uma adulta do sexo feminino que experimentou a cegueira na idade adulta e ainda mantém alguma capacidade de perceber luz. Esta peão tende a exibir um comportamento mais hesitante em comparação com os outros.

Como mencionado na seção 2.2, este estudo observou seis travessias não sinalizadas, e os peões cegos foram alocados com base em sua disponibilidade para participar de cada uma delas. A Tabela 1 apresenta uma compilação do número de travessias do veículo elétrico por peões cegos, juntamente com o número total de travessias feitas por eles e as identificações dos veículos, antes ou depois da travessia, conforme aplicável.

Tabela 1 Resumo das observações em campo no estágio 2

	C – (1)	A – (2)	B – (3)	B – (4)	A – (5)	B – (6)
Passagens do veículo	35	30	13	32	23	22
Travessias do peão cego	12	11	10	7	8	9
Identificações do EV antes da travessia	1	0	0	0	0	3
Identificações do EV após a travessia	11	7	2	8	2	8

Em geral, o veículo elétrico não foi identificado antes de passar, mesmo na presença de bandas sonoras ou calçadas portuguesas. A maioria das identificações após a passagem do veículo ocorreu quando não havia outros veículos na estrada, quando houve uma leve parada e subsequente partida do veículo elétrico, e, acima de tudo, na presença de bandas sonoras ou calçadas portuguesas. Abaixo estão alguns detalhes sobre as sessões e a classificação dos peões de acordo com a literatura em cada uma das travessias, categorizados como: prudentes ou imprudentes; inseguros, hesitantes ou assertivos; e classificados de acordo com o perfil do peão adotado.

Os peões podem ser categorizados com base em seu comportamento:

- Peões **prudentes** aderem às leis de tráfego, como olhar antes de atravessar e não atravessar na frente de veículos em movimento, enquanto;
- Peões **imprudentes** ignoram essas regras, muitas vezes atravessando sem olhar ou na frente de veículos que se aproximam (Sisiopiku & Akin, 2003).

Em travessias não sinalizadas, Margon (2016) classifica os peões por suas ações em diferentes tipos:

- Peões **inseguros**: Esses indivíduos não interrompem o fluxo de tráfego manualmente, aguardando uma oportunidade para atravessar com segurança. Eles consideram um atraso aceitável no fluxo de tráfego para garantir uma travessia segura.
- Peões **hesitantes**: Esses peões interrompem o fluxo de tráfego, mas podem variar sua velocidade ao atravessar, afetando o tempo necessário para atravessar a via.
- Peões **assertivos**: Esses peões também interrompem o fluxo de tráfego, mas mantêm uma velocidade de caminhada consistente durante toda a travessia.

I. Rua Comandante Sacadura Cabral - Travessia com faixa sonora, baixo fluxo de veículos e peões. A peão C perdeu sua visão após uma cirurgia e agora só consegue enxergar sombras e um pouco de 'cor', sendo capaz de identificar um carro preto, por exemplo. A travessia de peões onde ela participou em nosso estudo tinha bandas

sonoras, o que facilitou a identificação do veículo. Durante sua exposição ao tráfego urbano, ela expressou sentir-se insegura ao atravessar qualquer rua sem semáforos.

Neste cenário, o comportamento apresentado pelo peão com base na literatura foi, principalmente, prudente e assertivo, com ocasionais momentos de imprudência e hesitação. Ciente de que tem prioridade ao atravessar e, por poder perceber a luz, tende a ser mais seguro e assertivo no ambiente urbano, e sua segurança não é comprometida. A presença de bandas sonoras no contexto ao qual ela foi exposta também facilita a identificação da proximidade de um veículo, mesmo que ela não perceba qual tipo de combustível o está impulsionando, tornando a travessia mais segura.

II. Rua Monsenhor Augusto Nunes Pereira - Asfalto normal e elevado com pedras, via de mão dupla, alto fluxo de veículos. O peão A nasceu cego e, portanto, está mais inseguro em relação ao desconhecido. Apesar de estar cercado por câmeras e investigadores, o peão cego sentiu-se inseguro no estudo, pois acreditava estar sozinho na estrada, dada a representação do ambiente normal. Como o peão não enxerga sombras e possui uma timidez e insegurança associadas à sua personalidade, a interação no ambiente urbano foi mais cautelosa e medida.

Ao resumir as travessias, o peão cego em questão é um peão prudente, ou seja, ele só atravessa quando o veículo dá passagem, seja ele um carro elétrico ou não. Esse tipo de comportamento reduz drasticamente a possibilidade de acidentes, mas não permite que a investigação avalie o risco assumido pelos peões em situações atípicas.

III. Rua Dr. Manuel Rodrigues - Asfalto com uma paragem de autocarro nas proximidades, alto fluxo de peões e veículos O peão B é extremamente engenhoso e curioso. Esta atitude é preocupante do ponto de vista da segurança rodoviária, pois ele tende a ser um peão "ousado". Com a proliferação de veículos elétricos e os perigos associados à ausência de ruído deste tipo de carro, a questão da falta de segurança tende a ser exacerbada principalmente pela falta de visão. É importante ressaltar que o cego em questão tem grande apreço pela tecnologia e carros e está acostumado e atento ao som deles porque os busca na internet.

A consciência dos peões cegos sobre os veículos elétricos e os riscos associados à ausência de ruído pode explicar seus padrões consistentes de travessia. Esta rota não foi a primeira participação do peão no estudo. Tendo adquirido consciência da mobilidade elétrica e dos riscos associados à ausência de ruído, o peão demonstrou consistentemente prudência e assertividade em quase todas as travessias, uma combinação favorável de comportamentos para estudos observacionais.

IV. Avenida Calouste Gulbenkian perto da rotunda principal - Separador central, fluxo razoável de veículos e peões, perto de uma rotunda com congestionamento constante Com o peão B, o cenário envolveu uma configuração de estrada asfaltada com duas faixas por direção separadas por um separador central, localizada nas proximidades de uma rotunda. Com exposição limitada ao veículo elétrico e uma presença substancial tanto de carros quanto de peões na via, o peão enfrentou desafios para discernir o veículo. Os resultados diferem do cenário anterior, sinalizando uma mudança no comportamento rodoviário.

Dado que esta foi a primeira experiência do peão cego com o veículo elétrico, houve uma incidência maior de comportamentos "ousados", marcados por uma combinação de imprudência e assertividade. No entanto, observou-se uma substancial transformação no comportamento durante a travessia subsequente (3) depois que os pesquisadores destacaram os perigos associados a tal conduta.

V. Avenida Calouste Gulbenkian - Separador central, fluxo razoável de veículos e peões. Como mencionado anteriormente, A nasceu cega, contribuindo para sua insegurança acentuada em relação ao desconhecido. Essa timidez inerente e insegurança se traduzem em interações mais cautelosas e deliberadas dentro do ambiente urbano.

Este estudo destaca o impacto do ambiente no comportamento dos peões. No caso da peão cega A, sua participação inicial no estudo ocorreu em um ambiente com um separador central e tráfego intenso. Apesar de sua insegurança e imprudência ocasionais, essa configuração proporcionou medidas adicionais de segurança em caso de acidentes. Além disso, a falta de interação prévia com o veículo elétrico deixou os peões cegos inconscientes dos perigos associados. Após cada sessão, as discussões com os peões incluíram pontos para prestar mais atenção, que foram subsequentemente refletidos nas sessões seguintes.

VI. Rua João Machado - Asfalto com uma paragem de autocarro nas proximidades, alto fluxo de peões e veículos. O último cenário envolveu a participação do peão cego B. É importante observar que a estrada utilizada estava passando por obras, o que comprometeu tanto a identificação dos veículos quanto a segurança dos peões.

Como observado na travessia 3, os peões, apesar de sua audácia inerente, tendem a exibir comportamento mais cauteloso e ocasionais hesitações durante as travessias. A crescente consciência dos riscos ligados à ausência de ruído dos veículos elétricos torna-se mais evidente neste estudo, especialmente ao considerar os dados de peões cegos que contribuíram com múltiplas entradas para o estudo.

Observando os dados, é evidente que uma maioria significativa das travessias feitas por peões cegos é categorizada como prudente. No entanto, é digno de nota que os indivíduos cegos frequentemente expressam sentimentos de insegurança ou hesitação. Essa abordagem cautelosa é geralmente atribuída à dependência de pistas auditivas, permitindo que os peões percebam a presença de outros veículos na estrada que simultaneamente cedem a vez. É importante destacar que os casos em que os peões cegos são classificados como ousados ou envolvidos em travessias chamadas de imprudentes destacam sua falta de consciência dos riscos associados. Essa falta de consciência é atribuída às limitações inerentes impostas pela ausência de visão, contribuindo para a manifestação desses comportamentos.

3.3. Identificação de medidas de mitigação

Nesta etapa, conforme mencionado na seção 2.3., o principal objetivo foi identificar medidas de mitigação usando recursos existentes. Os resultados consistem no teste de três tipos diferentes de pavimentos para determinar qual permitia que os peões identificassem o veículo elétrico. As pesquisas foram conduzidas em ambientes urbanos, em estradas com pouco ou nenhum movimento, para eliminar a influência do ruído urbano e tornar a presença do veículo mais perceptível.

Relativamente ao veículo elétrico, que foi predominantemente identificado após a passagem e especialmente na presença de calçadas portuguesas e bandas sonoras, fez com que esses tipos específicos de pavimento fossem escolhidos para investigação adicional. Utilizando o mesmo BMW I3 e aproveitando condições climáticas favoráveis, dois peões cegos, um homem de 52 anos e uma mulher de 47 anos, sem participação prévia em estudos de campo, foram recrutados para identificar a passagem do veículo elétrico. Esse estudo foi conduzido em um feriado público, e as observações ocorreram em três estradas em Coimbra, Portugal, caracterizadas por movimentos mínimos de tráfego urbano.

As interações registradas incluíram 21 interações entre peões cegos e o veículo elétrico no asfalto, 26 interações em pavimento de calçadas com pedras portuguesas e algum ruído urbano ambiente, e 41 interações entre o veículo e calçadas com bandas sonoras. A Tabela 2 fornece uma visão sobre os tempos médios de reação dos peões cegos na identificação do veículo elétrico em cada tipo de pavimento estudado. Isso inclui a proporção do tempo que os peões cegos levam para identificar o veículo elétrico em comparação com o tempo que o veículo passa diante deles. Além disso, a tabela ilustra a porcentagem de instâncias em que cada peão cego identificou com sucesso o veículo em cada tipo de pavimento.

Tabela 2 Tempo médio de reação e porcentagem de identificação em cada um dos cenários.

Descrição	Asfalto liso		Calçada - Pedras Portuguesa		Bandas sonoras	
	Identificação do EV	Tempo médio de reação	Identificação do EV	Tempo médio de reação	Identificação do EV	Tempo médio de reação
Feminino	76,5%	03s09	100%	04s53	100%	07s52
Masculino	94,1%	05s54	100%	06s13	100%	08s15

O estudo revela que em calçadas com pedra portuguesa ou bandas sonoras e sem ruídos externos, os peões cegos podem detectar facilmente a presença de veículos. Em relação ao tempo de reação, observou-se que os homens geralmente apresentam tempos de reação mais longos em comparação com as mulheres, e o tempo de reação em calçadas com bandas sonoras é mais longo do que em calçadas com pedra portuguesa. Ambas as soluções - pedra portuguesa e bandas sonoras - se mostram eficazes para lidar com o problema do ruído dos veículos elétricos em ambientes urbanos, e conseguem isso sem a necessidade de incluir sons artificiais.

3.4. Comparação do comportamento declarado dos peões.

Além disso, para avaliar o comportamento dos peões, 502 residentes portugueses responderam anonimamente, voluntariamente e aleatoriamente a 47 perguntas da *Pedestrian Behaviour Survey* (PBS) em uma escala de 5 pontos (1 - nunca, 2 - raramente, 3 - frequentemente, 4 - muito frequentemente, 5 - sempre). Este estudo, validado por Oliveira *et al* (2023), incluiu dados demográficos e itens de pesquisa comportamental, com sete itens de filtro avaliando atitudes em relação à caminhada. As idades dos entrevistados variavam de 15 a 64 anos, com 45,0% na faixa etária de 15 a 24 anos, 28,9% na faixa etária de 25 a 34 anos, 13,9% entre 35 e 44 anos e 11,4% com mais de 45 anos. Mulheres representavam 63,3% e homens 36,7%. A amostra teve limitações devido à amostragem de conveniência não probabilística, inclinando-se para respondentes mais jovens que usam canais de comunicação online.
Para comparar com os residentes do estudo de de Oliveira *et al*. (2023), seis peões cegos (idades de 20 a 52 anos) foram entrevistados, consistindo em quatro mulheres e dois homens.

Certos itens da pesquisa foram excluídos por exigirem orientação visual ou comprometerem a segurança dos peões cegos. Observou-se que, em média, os peões cegos relataram com mais frequência comportamentos positivos em relação a outros usuários da estrada (valor médio 3,46) em comparação com a população em geral (valor médio 3,36). Eles também exibiram com menos frequência comportamentos agressivos em relação a outros usuários da estrada (valor médio 1,17 para os cegos e 1,26 para a população em geral), Tabela 3.

Tabela 3: Média e desvio padrão (d.p.) de comportamentos por grupo.

Itens	Peões cegos		Peõs não cegos	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Comportamento Agressivo	1.17	0.25	1.26	0.16
Erros	1.44	0.42	2.09	0.62
Filtros	3.52	0.73	3.34	0.52
Lapsos	1.44	0.42	1.43	0.14
Comportamentos Positivos	3.46	0.93	3.36	0.37
Violações	2.48	1.57	2.49	0.85
Transgressão	1.63	1.17	2.30	0.76

A média associada a transgressões para peões não cegos (2,30) e violações para ambos os grupos (2,49 para não cegos e 2,48 para peões cegos) possui valores próximos à média da escala (2,5), indicando um risco considerável para peões em vias urbanas. Notavelmente, o desvio padrão mais alto está associado à frequência de violações e, consequentemente, com a frequência de transgressões para ambos os grupos, indicando uma maior imprevisibilidade e risco adicionado. Variáveis demográficas poderiam impactar o item 'transgressão' e outros itens, justificando investigações adicionais. O estudo ajuda a identificar comportamentos de risco e sugere adaptar ações preventivas para os usuários. É crucial mencionar que a maioria dos itens relacionados a erros e falhas exibe frequência mais baixa e pouca variabilidade nas respostas porque, devido à ausência de visão, os peões são incapazes de praticá-los. Portanto, não se pode concluir definitivamente que eles não se envolveriam em tais comportamentos se tivessem a capacidade.

Para avaliar os efeitos potenciais de variáveis demográficas (idade e gênero) nas escalas, foram calculadas correlações parciais entre diferentes dimensões da PCP (transgressão, falhas, comportamento agressivo e comportamento positivo). Foram observadas correlações positivas entre transgressão, falhas e agressão, sugerindo que indivíduos que relataram mais transgressões também relataram mais falhas e comportamento agressivo. Por outro lado, o comportamento positivo estava negativamente correlacionado com falhas, indicando que indivíduos que relataram mais comportamento positivo em relação a outros usuários da estrada relataram menos falhas como peões. Embora haja uma correlação positiva com outros fatores, seu valor é baixo, indicando uma relação mais fraca entre essas diferentes atitudes. É importante observar que, devido à pequena amostra de peões cegos, as respostas deste grupo carecem de robustez estatística, tornando os resultados individuais e não tão confiáveis quanto os apresentados para a amostra de peões não cegos.

4. CONCLUSÕES

Na primeira interação com peões cegos, 28,57% deles afirmaram nunca ter tido contato com um veículo elétrico, com 54,14% dos contatos relatados como negativos. Todos os peões entrevistados disseram que sentiram algum tipo de medo devido à falta de ruído e que a

insegurança aumentava em dias chuvosos, pois as condições climáticas os forçavam a usar acessórios que reduzem os outros sentidos, nomeadamente a audição e o tato.

Nos estudos de campo, a presença do veículo elétrico foi facilmente detectada em um ambiente com pouco ou nenhum ruído urbano em estradas com bandas sonoras. A presença de calçada portuguesa também facilita a identificação da aproximação do veículo. Em ambientes com ou sem ruído urbano, onde o pavimento é asfalto liso, sem nenhuma medida de redução de velocidade, o veículo só é identificado em velocidades acima de 20 km/h. Os resultados sugerem que as bandas sonoras funcionam como uma medida de mitigação para o problema do ruído, no entanto, a presença de pedras portuguesas ou asfalto/lombadas/quebra-molas facilita a identificação da presença do veículo, mas não garante eficácia para esse fim.

Comparados com peões do mesmo grupo etário e de gênero, não são identificadas grandes diferenças no comportamento declarado, no entanto, os comportamentos observados parecem mais conservadores e cautelosos na ausência de visão.

Considerando os resultados acima, pode-se afirmar que são necessários mais estudos controlados sobre as características dos veículos e diferentes condições de exposição que afetam o comprometimento visual e as decisões de travessia dos peões cegos. Realizar novas entrevistas, para aumentar a amostra e validar as respostas existentes, pode ser um diferencial para a obtenção de recursos destinados ao desenvolvimento e à habilitação das rotas, garantindo qualidade e segurança para todos os seus usuários, incluindo os mais vulneráveis.

5. LIMITAÇÕES

Apesar do apoio da ACAPO, o estudo foi realizado sob os efeitos da pandemia de covid-19 e, como resultado, houveram poucos recursos humanos disponíveis na instituição. A participação dos peões foi completamente voluntária e envolveu um certo risco, especialmente quando expostos ao tráfego urbano. Dessa forma, nem todos os que participaram do estudo na sessão de questionamento estavam disponíveis para desenvolver a pesquisa no campo.

6. AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela FCT - Fundação de Ciência e Tecnologia e pelo CITTA – Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente, no âmbito da bolsa de doutoramento UI/BD/154476/2022. Os autores agradecem ao Instituto do Ambiente, Tecnologia e Vida (IATV) da Universidade de Coimbra pela disponibilização do veículo elétrico, BMW i3 e a colaboração imensurável da Associação Portuguesa dos Cegos e Amblíopes, ACAPO.

REFERENCIAS

Deb S, Strawderman L, DuBien J et al. (2017) Evaluating pedestrian behaviour at crosswalks: validation of a pedestrian behaviour questionnaire for the U.S. population. **Accident Analysis and Prevention**. 106: 191–201, .

Eby, D.W. (2011), Chapter 5 - Naturalistic Observational Field Techniques for Traffic Psychology Research, Editor(s): Bryan E. Porter, **Handbook of Traffic Psychology**, Academic

Press, 2011, Pages 61-72, ISBN 9780123819840, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381984-0.10005-0.

European Blind Union (2023). ABOUT BLINDNESS AND PARTIAL SIGHT. Available in: https://www.euroblind.org/about-blindness-and-partial-sight/facts-and-figures (Acessado: 20 de novembro de 2023).

Eurostat, (2023). Road safety statistics in the EU. Available in: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_safety_statistics_in_the_EU (Acessado: 25 de novembro de 2023)

EVvolumes, (2023). Global EV Sales for 2022. Available in: https://www.ev-volumes.com/ (Acessado: 20 de novembro de 2023).

Granié, M. A., Pannetier, M., & Guého, L. (2013). Developing a self-reporting method to measure pedestrian behaviours at all ages. **Accident Analysis and Prevention**, 50, 830–839. https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.07.009

Johnsson, C., Laureshyn, A., De Ceunynck, T., (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. **Transp. Rev.** https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1442888.

Margon, P. V. (2016). O comportamento dos peões durante a travessia de vias em faixas não semaforizadas. T.D. - 005/2016. Universidade de Brasília - DF.

Official Journal of the European Union (2017). COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2017/1576. Available in: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1576 (Acessado: 20 de novembro de 2023).

de Oliveira ABE, Silva AMCB and Ribeiro ASN (2023) Assessing pedestrian behaviour: evaluation of a survey of Portuguese residents. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers–Municipal Engineer**176(4): 211–224, https://doi.org/10.1680/jmuen.22.00054

Reason, 2000; Reason, J., (2000). Human error: models and management. **BMJ 320** (7237), 768–770. https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768.

Sabey, B.E., Taylor, H., (1980). the known risks We run: the highway. In: Schwing, R.C., W.A.A Jr. (Eds.), **Societal Risk Assessment**. Springer US, pp. 43–70. Retrieved from. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-0445-4_3.

Sisiopiku, V. P., & Akin, D. (2003). Pedestrian behaviours at and perceptions towards various pedestrian facilities: An examination based on observation and survey data. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, 6(4), 249–274. https://doi.org/10.1016/j.trf.2003.06.001

Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Castellan, N.J., (1979). **Tri-level Study of the Causes of Traffic Accidents: Final Report.** Executive Summary. Retrieved from. . http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/ 64993.

van Haperen, W., Riaz, M.S., Daniels, S., Saunier, N., Brijs, T., Wets, G. (2019). Observing the observation of (vulnerable) road user behaviour and traffic safety: A scoping review, **Accident Analysis & Prevention**, Volume 123, 2019, Pages 211-221, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.021.

ANÁLISE DA GEOMETRIA VIÁRIA E SUAS IMPLICAÇÕES NA SEGURANÇA DO TRÁFEGO DE VEÍCULOS PESADOS DE CARGA EM CORREDORES URBANOS DE MANAUS, AMAZONAS, BRASIL

V. D. S. S. Lima, A. M. G. S. Pinheiro, M. M. F. Lira, A. O. Silva, U. P. Guedes, A. D. C. Neto

RESUMO

A cidade de Manaus, Estado do Amazonas, localizada no norte do Brasil, possui uma extensa área voltada para a atividade industrial e comercial. Tanto a matéria-prima quanto os produtos finais gerados pelas fábricas e os produtos destinados às áreas de comércio são, na sua maioria, transportados por veículos pesados de carga, que circulam em perímetro urbano, em que se observam incompatibilidades entre as condições das vias e a operação desse tipo de veículo. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar a geometria viária e suas implicações na segurança do tráfego de veículos pesados de carga em um corredor urbano de Manaus. Pretende-se com este estudo, apontar ajustes nas características físicas e operacionais da via em estudo, a fim de diminuir o potencial risco de sinistros no trânsito.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus teve um aumento da densidade demográfica (Aráujo, 2009), a partir da determinação da área de incentivos fiscais conhecida como “Zona Franca de Manaus”. A urbanização acelerada da cidade trouxe consequências socioeconômicas diretas para população (Becker, 2013) e para mobilidade urbana, pois houve o aumento do número de veículos pesados de carga que circulam nas ruas da capital amazonense. O número de veículos de carga, quase dobrou no ano de 2022 em comparação ao ano de 2010 (IBGE, 2022). Esse tráfego ocorre em ruas ocupadas por outras categorias de veículos e em horário comercial, pois o escoamento da produção é fundamental para o pleno funcionamento da indústria local.

A produção do Polo Industrial de Manaus (PIM) atende, majoritariamente, o mercado nacional, sendo 5% voltada ao mercado internacional (Suframa, 2017). Por se tratar de uma indústria voltada para a produção de eletroeletrônicos e motocicletas em sua maioria, o transporte de cargas por meio dos contêineres é essencial para alcançar a destinação final.
Aliado a isso, na zona sul de Manaus, dois portos se destacam na movimentação de contêineres - Chibatão e Super Terminais - ambos localizados próximos ao bairro Distrito Industrial I, área componente do PIM. Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), em 2022, o Porto Chibatão foi responsável por movimentar cerca de 6 milhões de toneladas de cargas, com um decrescimento de 12% em relação ao ano anterior, quando foram transportados 6,8 milhões de toneladas. Em relação ao transporte de longo curso, o referido porto foi responsável pela movimentação de 1,6 milhão de toneladas,

e, quanto ao transporte de cabotagem, foi responsável por movimentar 4,4 milhões de toneladas.

A pesquisa realizada por Guedes e Silva (2017) indicou que a infraestrutura da cidade não é suficiente para atender à demanda de transporte – seja de pessoas ou de cargas. As justificativas sinalizaram duas importantes direções para análise. A primeira indica que a infraestrutura não acompanhou o crescimento da atividade econômica e da população. Manaus, sofre com os impactos negativos que a mobilidade baseada no automóvel acarreta para qualidade de vida. A segunda indica a dimensão da superestrutura que comporta o sistema político, o qual não apresenta ações de cunho ético-político (querer fazer) para organizar o crescimento descombinado da cidade por meio de medidas que busquem a construção de vias seguras. Neste sentido, ao invés de envidar esforços em planejamento que materialize soluções técnicas, a fim de mudar a estrutura física das vias, bem como assegurando com que o sistema viário flua, conforme preconiza a legislação para o trânsito, o poder público, muitas vezes, transfere para fiscalização a responsabilidade da garantia da segurança viária.

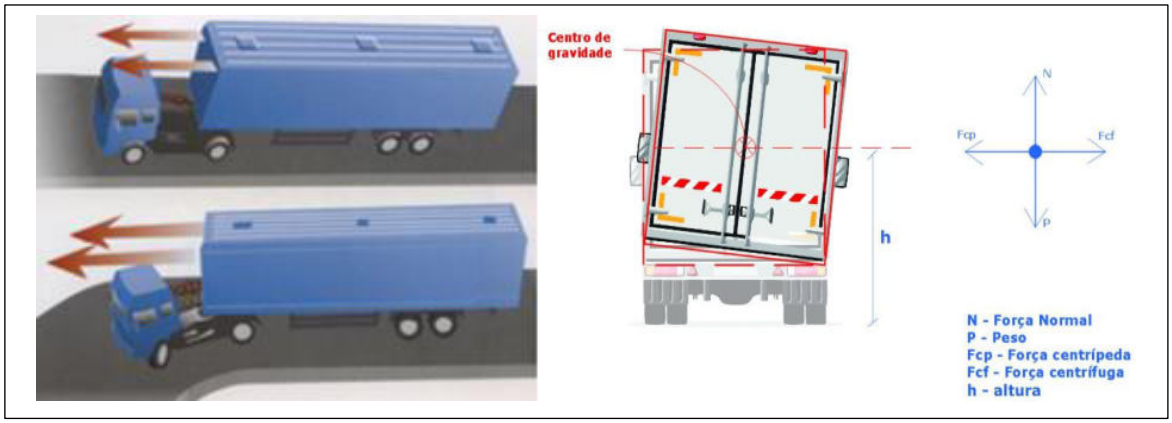
2 ESTABILIDADE DE VEÍCULOS DE CARGA EM CURVAS HORIZONTAIS

O Guia para Gerenciamento de Tráfego (Austroads, 2019, p.6), no volume referente aos *Impactos dos Desenvolvimentos no Tráfego* (parte 12), ressalta que a segurança viária é o aspecto mais importante do gerenciamento do tráfego, sendo que o planejamento integrado deve ocorrer considerando quatro pilares: vias seguras (*safe roads*), velocidades moderadas (*safe speeds*), deslocamento de pedestres em segurança (*safe people*) e compatibilidade veículo/via (*safe vehicles*) (Austroads, 2019, p.8). Esse Guia, ressalta, também, que quando estas práticas (planejamento e gerenciamento do tráfego) não são satisfatórias, podem surgir rotas de passagem em áreas já adensadas. Isso acarreta no futuro, mais custos para reorganizar o sistema viário, envolvendo desapropriações e descontentamento de residentes.

2.1 Tombamento lateral em curvas horizontais

Segundo Gillespie (1992), *apud* Ejzenberg (2009, p.33), tombamento é qualquer manobra na qual o veículo gira 90 graus ou mais em torno do eixo longitudinal, com o corpo do veículo mantendo contato com o solo. Em curvas horizontais, de acordo com Harwood *et al.* (2003, p.106), os veículos pesados dos tipos articulados compostos por caminhão-trator e semi-reboque, são mais propensos ao tombamento lateral. Um veículo pesado de carga ao se deslocar em trechos curvos sofre uma força lateral (centrífuga) devido à aceleração lateral, e dependendo da intensidade dessa aceleração, pode ocasionar o tombamento (Fig. 1).

Nesse caso, parte do peso do lado interno da curva é transferido para o lado externo, ocasionando a inclinação do veículo. A arrumação da carga no compartimento de carga, por exemplo, pode interferir na estabilidade desse veículo, pois o movimento livre da carga na carroceria, altera o centro de gravidade (Comissão Européia, 2008; NTC, 2018). Esse movimento pode se intensificar dependendo da velocidade e das manobras. Logo, os motoristas devem ficar atentos em relação ao controle de velocidade em pontos considerados críticos, tais como: curvas fechadas, alças de acesso, retornos e rotatórias, temática abordada no tópico a seguir.

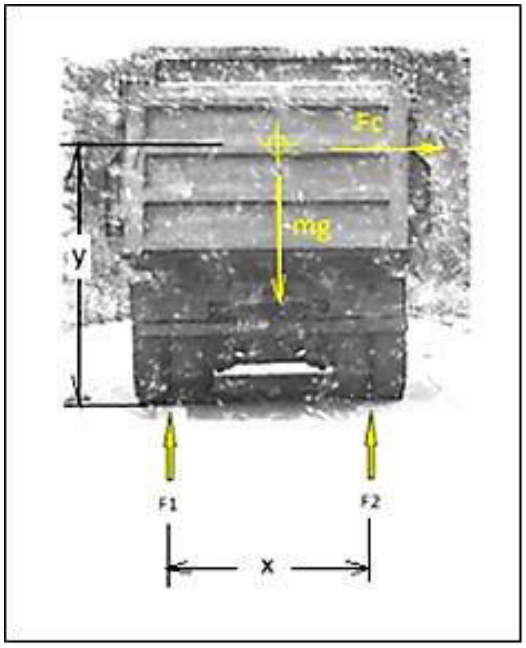


Fonte: Adaptadas pelos autores com base em LTSA-NZ,1999, p.5.

Fig. 1 Efeito da aceleração lateral em caminhões em trajetória curva

2.2 *Static Rollover Tthreshold* (SRT) – Limite de Tombamento Lateral Estático

A pesquisa sobre o comportamento de veículos de carga em curvas possui propostas baseadas tanto em abordagem prática como também teórica. É conhecido que a estabilidade dos veículos de transporte de carga depende de forças que atuam no centro de gravidade e que resultam no deslocamento lateral e vertical do centro de gravidade do veículo e, consequentemente, na transferência de esforços sobre os pneus (Barbosa, 2019; XU *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2023). Assim sendo, a estabilidade de rolagem destes veículos depende do equilíbrio entre os momentos agindo em favor do capotamento e de reações, ocorrendo no sentido da restauração do equilíbrio. Considerando somente a geometria do veículo, pode-se calcular a velocidade limite de tombamento em função do raio e da altura do centro de gravidade (Fig. 2).



Fonte: Barbosa, 2019.

Fig. 2 Forças atuantes no centro de gravidade de um veículo de carga

Onde:

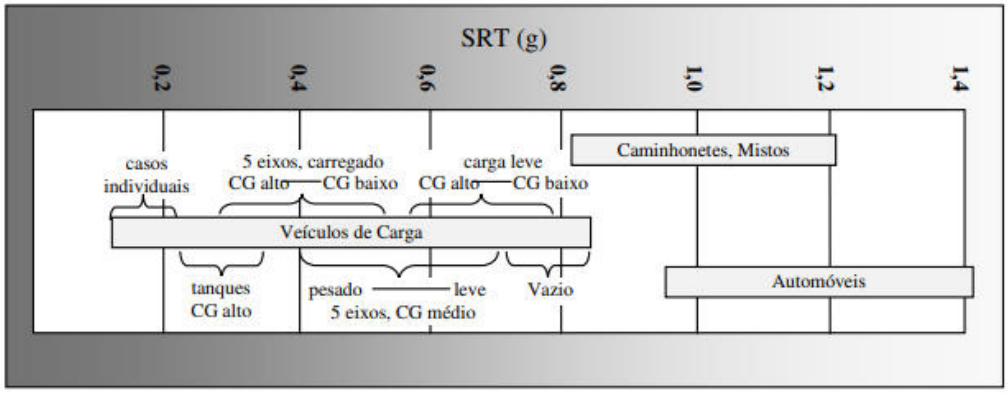
FC = Força Centrífuga. A força centrífuga atua sobre o centro de massa do veículo, e gera um momento em torno do ponto de contato da roda mais externa com o pavimento que tenta tombar o veículo (Setti & Widmer, 1993, p.101).

F1 = 0, neste caso, considerando o tombamento do caminhão no momento F2, sendo F1 = 0, no limite de sair do solo.

Logo, considerando o esquema da figura 2, tem-se $FC.Y = F2.\frac{X}{2}$.

Então, : $V = \sqrt{\frac{g.X.R}{2.Y}}$, sendo a velocidade limite para o tombamento.

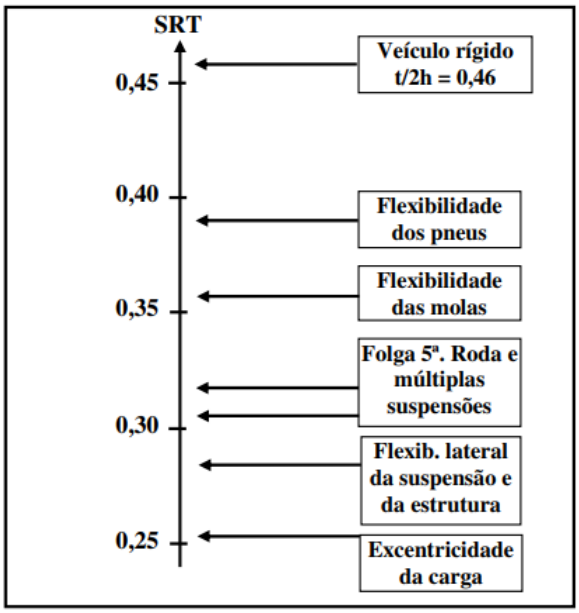
O SRT é a aceleração lateral máxima em regime estacionário, expressa em fração da aceleração da gravidade "g", na qual o tombamento começa (Gillespie, 1992, p.311). Os automóveis possuem SRT em torno de 1g, mas os veículos de carga costumam apresentar 0,5g (Melo, 2005). Essa medida diz respeito ao momento em que um dos pneus do veículo perde o contato com o solo, em que antecede o tombamento. Para Mueller *et al.* (1999) *apud* Ejzenberg (2009), refere-se àquela aceleração suportada pelo veículo imediatamente antes de ocorrer o tombamento. A Fig. 3, ilustra as faixas de variação do SRT, apresentadas por Ervin e Winkler (1999), para diferentes categorias de veículos.



Fonte: Ervin e Winkler (1999, p.8).

Fig. 3 Faixas usuais de variação do limite de tombamento lateral estático SRT

Para Ervin e Winkler (1999), além da altura do centro de gravidade e da bitola do eixo, outros fatores intrínsecos ao veículo interferem no limite de tombamento lateral estático SRT, conforme mostrado na Fig. 4.



Fonte: Adaptado de ERVIN e WINKLER (1999, p.8).

Fig. 4 Fatores de redução do limite de tombamento lateral estático em veículos pesados.

Além do conjunto de forças que atua num veículo de carga durante a curva, também é preciso considerar elementos do Projeto Geométrico da Rodovia como fator determinante para o tombamento do veículo. Ejzenberg (2009, p.39) destaca que fatores extrínsecos ao veículo interferem no SRT, sendo estes relacionados às características de projeto da curva percorrida pelo veículo, considerando a velocidade de projeto, superelevação, raio, greide, transição, curvas reversas e perfil longitudinal, bem como referentes ao comportamento do condutor (excesso de velocidade, manobras evasivas entre outros). No presente estudo, foi considerada uma análise das características da via, em especial, à velocidade pontual de entrada na curva e a superelevação, como fator de segurança viária.

Ejzenberg (2009) aponta os seguintes fatores de tombamento em curvas: (a) **Raio de curva horizontal** - risco de acidentes diminui com o aumento do raio, apresentando um estudo realizado nas rodovias da Califórnia (Estados Unidos da América), relacionando o projeto geométrico da curva com acidentes registrados; (b) **Superelevação** – esse elemento permite que curvas horizontais sejam percorridas com maior velocidade, considerando força peso e força atrito lateral. Entretanto, maiores acelerações prejudicam o equilíbrio de veículos pesados, levando-os ao tombamento; (c) **Greide descendente** – esse aspecto é o mais crítico, pois para Hauer (2001), *apud* Ejzenberg (2009), o greide descendente implica em maior incidência de acidentes e aumenta a letalidade deles; e, (d) **Alinhamento longitudinal** – perfil longitudinal descendente implica no efeito *fade* (perda de eficiência, por aquecimento, dos freios de caminhões em declives. Lucas e Widmer (2004) ressaltam que tal efeito, nas rodovias brasileiras, é acentuado em função da idade média elevada da frota de caminhões.

Em seus estudos, Ejzenberg (2009) demonstrou que os critérios de projeto atuais adotados no Brasil, sugeridos pela publicação IPR-706 - Manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNIT,1999), não garantem a segurança de semi-reboques em curvas descendentes de raios mínimo, principalmente nas curvas de menor velocidade. Esses critérios estão resumidos, também, nos trabalhos de Lee (2018) e Pimenta *et al.* (2017), e foram conteúdo para diversos estudos brasileiros sobre compatibilidade de veículos de carga e via, tais como: D'Azevedo (2020), Pugliesi Souza (2009), Pereira Neto (2007), Widmer (2002).

3 MÉTODO DE ANÁLISE

A análise tem sua base no levantamento de sinistros registrados com veículos de carga nas vias urbanas de Manaus, no período de 2012 a 2020, possibilitando estabelecer a via de maior incidência de sinistros de natureza "tombamento", próximo ao PIM, bem como a principal característica do trecho, considerando a geometria da via: aclives, declives, curvas, condições do pavimento, sinalização, dentre outros elementos viários.

As informações analisadas foram cedidas pelo Instituto Municipal de Mobilidade Urbana (IMMU), que utilizou como fontes para compor o banco de dados: o Centro de Controle Operacional (CCO) do órgão IMMU, Instituto Médico Legal (IML), Instituto de Criminalística (IC), SAMU, Hospital 28 de Agosto e Hospital João Lúcio. Vale observar que existe em Manaus o registro de sinistros de trânsito com danos materiais por meio da Delegacia Interativa, os quais não compõem essa base de dados.

Desta forma, este estudo analisou o trecho da Avenida Efigênio Sales, na curva do Motel Le Baron. Após a identificação do trecho de maior incidência, foi realizada a pesquisa de velocidade pontual por tipo de veículo. Para a coleta das velocidades pontuais do trecho, foi utilizado o medidor de velocidade, tipo portátil, com uso de pistola. Este método de coleta

consiste em apontar a pistola para a parte traseira do veículo de carga no trecho onde ocorreram os sinistros. O radar captura a velocidade pontual de um veículo em uma distância de até quinhentos metros. Nesta pesquisa, foi adotada uma distância de aproximadamente cinco metros da faixa de rolamento. A coleta de velocidades considerou o tipo de veículo de carga que trafega por aquela via. A tipologia dos veículos de carga foi obtida a partir de filmagens, sendo adotada a classificação do Manual de Estudos de Tráfego, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), Capítulo 3 – Veículos representativos. Tal classificação foi adotada para realizar a contagem de velocidades pontuais no trecho.

4 RESULTADOS

4.1 Sinistros com veículos de carga em Corredores Urbanos de Manaus, Amazonas, Brasil

Este tópico apresenta o número de sinistros de trânsito de natureza tombamento ocorrido nas vias urbanas de Manaus, no período de 2012 a 2020. Os dados demonstram que aproximadamente 43% dos tombamentos ocorridos no período se distribuem em 09 vias do sistema viário principal (Tab. 1). Destacam-se Avenida Torquato Tapajós e Avenida Cosme Ferreira, seguidas da Avenida Efigênio Salles, Avenida Rodrigo Otávio e Avenida Autaz Mirim.

Tab. 1 Local de sinistros no trânsito de natureza tombamento, ocorridos nas vias urbanas em Manaus de 2012-2020

ORD	LOCAL	TOTAL DE TOMBAMENTO	%
1	AVENIDA TORQUATO TAPAJÓS	70	9%
2	AVENIDA COSME FERREIRA	41	6%
3	AVENIDA EFIGÊNIO SALLES	39	5%
4	AVENIDA GENERAL RODRIGO OTÁVIO	37	5%
5	AVENIDA AUTAZ MIRIM	35	5%
6	AVENIDA CORONEL TEIXEIRA	30	4%
7	AVENIDA CONSTANTINO NERY	27	4%
8	AVENIDA MAX TEIXEIRA	20	3%
9	AVENIDA DO TURISMO	20	3%
10-	DEMAIS VIAS	**421**	57%
	TOTAL	**740**	100%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IMMU.

A partir dos dados, identificou-se as vias com potencial de impacto nas operações do Polo Industrial de Manaus (PIM), haja vista serem bastante solicitadas por veículos pesados. Neste caso, dentre os corredores viários mostrados na Tabela 1, a Avenida Efigênio Salles (objeto deste estudo) destacou-se por ser a terceira no ranking dos sinistros de natureza tombamento, apresentando 39 ocorrências do total de 740 registros, ficando na frente de outros dois corredores da área adjacente ao PIM, Avenida Rodrigo Otávio e avenida Autaz Mirim.

De um total de 2.231 sinistros registrados na Avenida Efigênio Salles, 39 foram tombamento, tombamento/capotamento.

Os sinistros do tipo tombamento também impactam mobilidade urbana na via em estudo. Isso porque ao tomar conhecimento de um sinistro no trânsito, o Órgão Municipal de Trânsito observa se houve vítima ou se houve apenas danos materiais. Para Sinistros com danos materiais, o agente público se desloca até o local e analisa a situação da carga, especialmente se houve espalhamento ou se ela ficou retida no contêiner. Em caso de espalhamento, é necessário acionar as equipes responsáveis por contenção ou limpeza.

Tab. 2 Sinistros de natureza tombamento ocorridos na Avenida Efigênio Salles em Manaus de 2012-2020

LOCAL: AVENIDA EFIGÊNIO SALLES, CURVA EM ESTUDO	TIPO DE REGISTRO			
	DANOS MATERIAIS	VÍTIMA	TOTAL GERAL	%
ÁREA DE INFLUÊNCIA	1	13	14	**36%**
FORA DO PONTO DE ESTUDO	8	17	25	**64%**
TOTAL GERAL	**9**	**30**	**39**	**100%**
%	**23%**	**77%**	**100%**	**-**

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IMMU.

O fato é que em todas as situações, é necessário o isolamento total da área para que seja feito o transbordo da carga e limpeza do material. Em caso com sinistro com vítimas lesionadas ou fatais, o Órgão de Trânsito isola a área para que seja feita a perícia do sinistro e somente após o procedimento pericial, as medidas para transbordo de carga, destombamento do veículo e limpeza da área são atendidas.

Como exemplo, podemos citar um sinistro ocorrido em 2020, na Avenida Efigênio Sales, na curva do Motel Le Baron, exatamente o local onde ocorre o estudo da curva, por volta das 15h um reboque tracionado por um trator de marca Volvo/L12360 tombou. Foi um sinistro com danos materiais, a carga tombou sobre o passeio e parte caiu dentro de lote lindeiro, houve a obstrução de uma faixa de circulação. Por se tratar de horário de pico, os agentes públicos optaram por canalizar uma faixa de circulação até passar o horário de pico, por volta das 20h iniciou-se o transbordo da carga, destombamento do veículo e limpeza da área com tempo de aproximadamente 4 horas de serviço e desde o início da ocorrência até o final, impactando na circulação da via por, aproximadamente, 10 horas. Naturalmente com 50% das faixas destinadas a circulação, a fila de veículos se estende de 10 a 15 km, aumentando em até 2 horas o tempo de viagem.

Em situações que esta via fique completamente obstruída, os veículos são desviados para vias perpendiculares e ocasiona o aumento da quilometragem rodada e o tempo de viagem, pois os desvios geralmente são feitos para vias que já possuem níveis de saturação de trânsito elevadas como a Avenida André Araújo, Avenida Governador José Lindoso e Avenida Via Láctea.

4.2 Análise veículo-via

Este estudo foi realizado no trecho da Avenida Efigênio Sales, localizado entre a entrada da Avenida Governador José Lindoso (Ponto A) e a Avenida Mário Ypiranga (Ponto B), em sentido Aleixo-Parque Dez (Fig. 5), com extensão de aproximadamente 2,8 km. Essa via é conhecida por ter alto fluxo de veículos de carga durante o horário comercial, pois é uma das principais vias urbanas, responsáveis por conectar o Distrito Industrial, aos locais destinados à exportação dos produtos do PIM, como exemplo, o aeroporto de Manaus. Possui um

projeto geométrico com curvas horizontais e perfil longitudinal com greide descendente, conforme pode ser observado na Fig. 6.



Fonte: Google Earth, 2023.

Fig. 5 Trecho viário analisado (em amarelo) na Avenida Efigênio Sales.

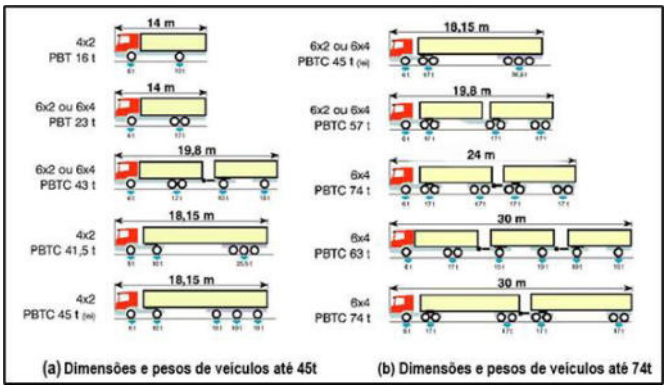


Fonte: Imagens Google Earth, 2023.

Fig. 6 Visualização do perfil longitudinal do trecho em estudo, Av.Efigênio Sales

É importante lembrar que a via em estudo é um dos principais corredores que constituem rota de veículos pesados, no deslocamento entre os portos Chibatão e Super Terminais/Distrito Industrial/Aeroporto. Os dados levantados, indicaram que 5% (39) do total de tombamentos com veículos pesados ocorreram na Avenida Efigênio Sales, sendo que destes 36% (14) aconteceram na curva horizontal em análise.

A identificação da tipologia de veículos de carga foi realizada em conjunto com a coleta das velocidades pontuais, com base no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), ver Fig. 7. Foram analisados os comportamentos dos veículos de carga quanto às velocidades pontuais na entrada da curva supracitada, medidas através de pistola radar. A medição foi realizada no horário comercial, e aconteceu em dois intervalos: entre 9h30 a 10h10 e 10h30 a 10h45. Os dados encontram-se na Tabela 3, a seguir.



Fonte: DNIT, 2006.

Fig.7 Tipos de veículos de carga

Tab.3 Velocidades pontuais por tipos de veículos de carga

Tipo de veículo de carga	PBT 16T 4x2	Caminhão baú	PBT 23T 6x2 ou 6x4	PBTC 43T 6x2 ou 6X4	PBTC 45T 4X2	PBTC 41,5T 4x2	PBTC 45T 6x2 ou 6x4	PBTC 57T 6x2 ou 6x4	PBTC 74T 6x4	PBTC 63T 6x4	PBTC 74T 6x4
Veloc. coletadas (km/h)	21	30	17	24	22	21	20		27		
	22	23	21		23	22	26		24		
	24	22	22		24	28	20				
	20	24	29			18	31				
	26	35	27			30					
	25		21								
Veloc. Média pontual (km/h)	23	26,8	22,83	24	23	23,8	24,25	-	25,5	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de coleta de campo.

5 CONCLUSÕES

Os dados levantados e análises realizadas indicaram que embora tenha ocorrido a implantação de um novo corredor viário - Avenida das Torres, a Avenida Efigênio Sales continua sendo um corredor urbano com tráfego de passagem de veículos pesados, sendo aproximadamente 65% desses veículos com porte variando de 23 ton a 74 ton. E dentre esses, mais de 71% estão na faixa de 41 a 45 toneladas, de acordo com os dados amostrais analisados.

A Avenida Efigênio Sales é o terceiro corredor urbano que detém a maior parcela de sinistros por tombamento de veículos, sendo que do total ocorrido neste corredor, 36% são registrados na curva do Motel Le Baron.

A análise da geometria do trecho que tem a maior incidência de sinistro de natureza tombamento indicia que é um trecho em curva com perfil longitudinal descendente, reforçando a observações de Ejzenberg (2009) e Hauer (2001, p.4.9), sobre curvas horizontais e greides descendentes pois tais características potencializam incidência das ocorrências e letalidade.

Observando-se os dados, constata-se que o projeto geométrico do trecho viário em questão, apresenta defeitos em seu traçado, conforme estabelecido pelo DNIT (1999, p.136), no item sobre coordenação dos alinhamentos horizontal e vertical. No caso em análise, trata-se de mergulho em curva (Lee, 2018).

Na curva analisada, outro parâmetro importante a ser observado é a superelevação. Neste caso, a inclinação é negativa, prejudicando, consideravelmente, a estabilidade lateral do veículo pesado nessa trajetória, mesmo com velocidades baixas. Não há inclinação suficiente para equilibrar a força centrífuga que ocorre naquela curva horizontal, agindo sobre os veículos pesados.

Quanto ao comportamento dos veículos pesados, observa-se que as velocidades de entrada (velocidades pontuais coletadas) na curva em questão, variam entre 17 km/h a 35 km/h, sendo a velocidade média pontual para veículos com porte acima de 40 toneladas é de 24 km/h.

No corredor urbano da Avenida Efigênio Salles, os impactos na mobilidade urbana devido ao bloqueio total ou parcial em situações de tombamento, nas faixas de tráfego, apontam para um tempo que pode variar entre 4h e 10h. Vários fatores estão envolvidos nesse elevado tempo, dentre os quais podem ser citados: porte do veículo, tipo de carga, existência de vítima fatal e tipo de carga.

Por fim, a metodologia utilizada neste estudo, permite a análise da geometria viária e replicação em outros pontos críticos identificados no levamento de sinistros de natureza tombamento, possibilitando ajustes nas características físicas e operacionais das vias e a prevenção de sinistros nesses corredores.

6 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. **Estatísticas e Movimentação de Contêineres nos Portos Brasileiros**. [S.l.], [2022]. Disponível em: https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movconteiner.html# . Acesso em: 11 out. 2023.

Araújo, ES. Desenvolvimento Urbano Local: o caso da Zona Franca de Manaus urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, vol. 1, núm. 1, 2009, pp. 33-42

Austroads. **Guide to Traffic Management** Part 12: Traffic Impacts of Developments. Austroads Publication Nº. AGTM12-19. Sidney, 2019. ISBN 978-1-925854-08-4. Disponível em: <https://austroads.com.au/__data/assets/pdf_file/0033/342897/AGTM12-19-Guide-to-Traffic-Management-Part-12-Traffic_Impacts-of-Developments.pdf>. Acesso em: 12 dez.2023.

Barbosa, Juarez. **Estabilidade de Veículos no Transporte de Carga em Curvas**. 2019. Disponível em: <https://consultoriaengenharia.com.br/seguranca-ocupacional/estabilidade-deveiculos-no-transporte-de-carga-em-curvas/>. Acesso em: 28 set.2023.

Becker, B.K. (2013). Surtos de crescimento de Manaus. **Espaço Aberto**, PPGG – UFRJ,13,19-44.

Comissão Europeia. **Direção - Geral da Mobilidade e dos Transportes, Imobilização de carga nos transportes rodoviários**: orientações relativas às melhores práticas europeias. 2014, Serviço das Publicações, 2014. Disponível em: https://data.europa.eu/doi/10.2832/75224 . Acesso em: 05 jan.2024.

Departamento de Estradas de Rodagem - DER. **Notas Técnicas de Projeto Geométrico**. São Paulo. 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego**. 2006. Disponível em:<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723_manual_ estudos_trafego.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. 1999. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais . Acesso em: 22 set.2023.

Ejzenberg, Sergio. Estudo sobre o risco de acidentes para veículos pesados em curvas horizontais de rodovias e vias de trânsito rápido. **Dissertação (Mestrado)**. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2009. 245p. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-09092009-132108/publico /Dissertacao_Sergio_Ejzenberg_final.pdf. Acesso em: 20 out.2023.

Ervin, R.D.; Winkler, C.B. **Rollover of heavy comercial vehicles** UMTRI-99-19. Ann Arbour, Michigan: The University of Michigan Transportation Research Institute, 1999.

Gillespie, T.D. **Fundamentals of Vehicle Dynamics**. &th ed. Warrendale, PA. USA: Society of Automotive Enginneers, 1992.

Guedes, T.R.O.N; Silva, M. P. M. S. **Política Pública de Segurança no Trânsito em Manaus**: dos números à prevenção. Manaus: EDUA, 2017.

Hauer, E. Overdispersion in Modelling Accidents on Road Sections and in Empirical Bayes Estimation. **Accident Analysis & Prevention**, Vol. 33, 2001, pp. 799–808.

Harwood, D.W. *et al.* **Review of Truck characteristics as factors in roadway design. Whashington**, D.C., USA:National Cooperative Highway Research Program/TRB – Transport Research Board, 2003. (Report 505).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Frota de Veículos**. Manaus: IBGE, 2022.

Lee, S.H. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. Editora UFSC. 2018.

Levinson, Marc. **The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger**. Princeton University Press, 2008.

Ltsa-NZ – Land Transport Safety Authority. **Heavy vehicle stability guide**: Version 1.0. Wellington, Nova elandia: 2008. Disponível em:

https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/heavy-vehicle-stability-guide/docs/heavy-vehicle-stability-guide.pdf . Acesso em: 15 dez.2023.

Lucas, Manuel de Jesus ; Widmer, J. A. . Características de frenagem da frota brasileira de caminhões e CVCs e sua influência sobre a segurança e capacidade das vias em declives longos. In: **Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte** (organizadores). (Org.). Transporte em Transformação IX. Brasília: CNT - Confederação Nacional dos Transportes, 2005, v. 1, p. 181-198.
Melo, R. P. de. **Estabilidade lateral de veículos de carga**. 2005. Disponível em: <https://guiadotrc.com.br/LandAir/Amplificacao%20traseira%20em%20Bitrens%20e%20Rodotrens.pdf>. Acesso em 12 out. 2023.

Mueller, T.H.; Pont, J.J. De; BaaS, P.H. **Heavy vehicle stability versus crash rates**. Wellington, Nova Zelândia.TERNZ – Transport Engineering Research New Zeland. 1999. (Research Report prepared for the LTSA). Disponível em: http://www.landtransport.govt.nz/publications/docs/stability.pdf. Acesso em: 15 dez.2023.

National Transport Commission - NTC. Austrália. Load Restraint Guide. Melbourne/Au, 2018 ISBN: 978-0-6480157-5-8.

Pereira Neto, W. A. **Análise de Fatores Intervenientes nas Características Dimensionais de Segmentos Rodoviárias sob a Ótica da Compatibilidade Veículo-Via**. 190 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

Pimenta, C. R. T; Silva, I.; OliveirA, M. P.; Segantine, P. C. L. **Projeto Geométrico de Rodovias.**

Suframa. **Polo Industrial de Manaus**. 2017. Disponível em: www.gov.br/suframa/pt-br/assuntos/polo-industrial-de-manaus.

Xu, J.; Xin, T.; Gao, C.; Sun, Z. **Study on the Maximum Safe Instantaneous Input of the Steering Wheel against Rollover for Trucks on Horizontal Curves**. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph19042025 . Acesso em: 10 jan.2024.

Zhang S, Liu Y, Li P, Wang L, Zhou X, Li Y, *et al.* (2023) **Study of instability mechanisms of trucks turning right at long downhill T-junctions based on Trucksim simulation**. PLoS ONE 18(3): e0282779. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal. pone.0282779. Acesso em: 12 jan.2024.

DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL (DOTS): TRAÇANDO UM COMPARATIVO ENTRE DOIS SETORES CENSITÁRIOS DISTINTOS DA CIDADE DE SÃO CARLOS-SP

T. C. M. Guerreiro, K. K. S. Rocha, F. H. Hirosue e M. Monari

RESUMO

A ausência de planejamento de transporte contribui para a perpetuação de problemas relacionados à mobilidade urbana. Embora o planejamento com base no Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) possa ajudar a mitigar tais problemas, a metodologia tem sido pouco empregada em países emergentes como o Brasil. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é verificar e comparar dois setores censitários da cidade de São Carlos-SP (Brasil) com relação ao cumprimento das exigências do DOTS. Os setores selecionados para realização de levantamentos de campo e geoprocessamento de informações datam de épocas distintas, sendo o primeiro antigo e consolidado, e o segundo ainda em expansão. Os resultados sugerem a classificação "Ruim" para ambos os setores, sendo aquele mais recente o pior avaliado entre eles, além da pontuação igual a zero para vários critérios, contrariando a expectativa inicial da pesquisa e sinalizando para um modelo de expansão urbana desprovido de planejamento.

1 INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável - DOTS (ou TOD, do original em inglês *Transit-Oriented Development Standard*) tem como principais objetivos o adensamento populacional e o incentivo aos modos de transporte coletivos e ativos, contrapondo-se ao sistema de mobilidade urbana que prioriza o transporte motorizado individual (Calthorpe, 1993). Trata-se, portanto, de uma ferramenta à disposição dos planejadores urbanos para tentarem mitigar os impactos negativos decorrentes do espraiamento das cidades, como problemas ambientais, redução da acessibilidade geográfica da população (sobretudo daquela de baixa renda) a oportunidades e serviços, maior demanda por obras de infraestrutura de transporte, etc. (Peiser, 1989; Frumkin *et al*., 2004), e sua gama de aplicações varia desde intervenções pontuais e a nível local (edifícios, quarteirões e bairros) até projetos de relevância nacional (Mathur e Gatdula, 2023). Convém ressaltar que a ferramenta DOTS em muitos casos é implantada pelo Poder Público com a participação da população, através de audiências públicas na qual suas necessidades são ouvidas.

Embora o planejamento urbano com base no DOTS apresente diversos benefícios e tenha ficado mais evidente nas últimas duas décadas, sua implementação é dificultada por diversos problemas, como falta de coordenação institucional, especialmente entre autoridades em transportes e de uso do solo (Cervero e Dai, 2014); dificuldade de financiamento (Searle *et al*., 2014); "cultura do automóvel" (Tan *et al*., 2014); e imprevisibilidade no número de

passageiros do transporte público em áreas de desenvolvimento recente (Yang *et al*., 2016). Ademais, essas dificuldades são agravadas em países emergentes, resultando em tímidos esforços em se aplicar a metodologia do DOTS para conter o crescimento urbano desordenado e promover o adensamento e a diversidade de uso do solo. No Brasil, esses esforços são restritos a algumas capitais como Curitiba-PR (Lindau *et al*., 2010), Belo Horizonte-MG e Rio de Janeiro-RJ (WRI, 2018).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é verificar e comparar dois setores censitários da cidade de São Carlos-SP (Brasil) com relação ao cumprimento das exigências do DOTS para um bairro sustentável. Para isso, foram selecionados setores censitários cujas origens datam de épocas distintas, sendo o primeiro antigo e já consolidado, e o segundo ainda em fase de expansão. Assim, as seguintes perguntas são formuladas para a pesquisa:

i. Avaliando-se individualmente cada setor censitário, como eles são classificados com relação ao padrão DOTS para um bairro sustentável?
ii. Os resultados do trabalho corroboram com um modelo vigente, em São Carlos-SP, de expansão urbana baseada no DOTS?

2 MÉTODO

Nesta seção, é apresentado o método da pesquisa, que é baseado em 7 dos mais relevantes princípios do DOTS e seus correspondentes critérios de avaliação. Esses critérios foram adaptados da metodologia original, detalhada na terceira edição da publicação *Padrão de Qualidade DOTS*, do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2017). Além disso, a presente seção também contempla os procedimentos metodológicos utilizados para a ponderação de cada princípio, baseados no método *Analytic Hierarchy Process* (AHP); e os dados do estudo de caso.

2.1 Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS)

A metodologia original do DOTS tem por base os seguintes princípios fundamentais: 1) *caminhar*, cujo objetivo é garantir um ambiente seguro, completo, universalmente acessível e "vibrante" para pedestres; 2) *pedalar*, que visa garantir redes cicloviárias seguras e completas, além de estacionamentos próprios para bicicletas; 3) *conectar*, que preza por deslocamentos curtos, diretos e variados a pé e/ou por bicicleta; 4) *transporte público*, obrigatoriamente acessível a pequenas distâncias de caminhada e com qualidade; 5) *misturar*, que remete à diversidade de uso do solo e de faixas demográficas e de renda; 6) *adensar*, que visa garantir a alta densidade residencial e de empregos; 7) *compactar*, que é mensurado pela inserção urbana dos empreendimentos e pela conveniência em se deslocar por toda a cidade através das várias opções de transporte coletivo; e 8) *mudar* o espaço originalmente ocupado pelo transporte motorizado individual, minimizando-o. Além disso, para cada princípio, são atribuídas quantidades bem definidas de pontos, cujo somatório (limitado a 100 pontos) é associado a uma avaliação final intitulada padrão DOTS: *Ouro*, para 86 a 100 pontos; *Prata*, para 71 a 85 pontos; e *Bronze*, de 56 a 70 pontos (ITDP, 2017).

A seguir, são apresentadas as adaptações metodológicas, com relação ao critério original, consideradas na presente pesquisa para a avaliação do padrão DOTS. Essas adaptações são justificadas pelo fato de, em alguns casos, ser necessário flexibilizar os critérios de pontuação para melhor avaliar elementos caracterizados por condições operacionais intermediárias, algo extremamente comum em países emergentes como o Brasil.

2.1.1 Transporte a pé

Na Tabela 1, são resumidos os detalhes da pontuação atribuída ao transporte a pé (*caminhar*). Para cada um dos três subcritérios, isto é, i) calçadas, ii) travessias e iii) fachadas ativas, propõe-se que sejam atribuídos de 0 a 10 pontos em função da porcentagem desses elementos totalmente adequados, totalizando assim um valor máximo de 30 pontos para tal princípio.

Tabela 1 Critérios de pontuação do DOTS para o transporte a pé (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

% totalmente adequada	Pontos		
	Calçadas	Travessias	Fachadas ativas
100	10	10	10
≥ 90 - 100	6	8	10
≥ 80 - 90	4	6	6
≥ 70 - 80	0	0	6
≥ 50 - 80	0	0	4
< 50	0	0	0

Uma calçada é considerada totalmente adequada caso estenda-se por todo o segmento analisado, possua largura útil superior a 2 m e não apresente defeitos no pavimento, rampas acentuadas ou "degraus". Já as travessias são consideradas completas caso apresentem faixas de pedestres devidamente demarcadas e com larguras superiores a 2 m (exceto para o cruzamento entre vias locais), rampas para cadeirantes em todas as direções e ilhas centrais de refúgio em interseções com mais de 2 pistas de tráfego na mesma direção. Por último, as fachadas ativas são consideradas totalmente adequadas caso apresentem conexão visual com as atividades no interior dos edifícios, sendo que pelo menos 20% da fachada de cada edifício deve apresentar janelas completamente transparentes para tal (ITDP, 2017).

2.1.2 Transporte por bicicleta

Na Tabela 2, são apresentados os critérios de pontuação para o transporte por bicicleta (*pedalar*).

Tabela 2 Critérios de pontuação do DOTS para o transporte por bicicleta (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

% totalmente adequada	Pontos
100	10
≥ 90 - 100	6
≥ 80 - 90	4
< 80	0

Na metodologia original do DOTS, para que um bairro ou setor seja considerado adequado ao ciclismo, deve-se prever o acesso a uma rede de vias com condições seguras para o uso de bicicletas (ITDP, 2017). No entanto, a decisão por infraestruturas cicloviárias remete à análise conjunta de dois fatores intervenientes no uso da bicicleta: o volume e a velocidade do tráfego motorizado (Transport Scotland, 2010). Assim, na presente pesquisa, para considerar uma via totalmente adequada ao ciclismo, propõe-se verificar se ela apresenta a tipologia cicloviária condizente com sua hierarquia funcional: ciclovia, para vias arteriais; e ciclofaixa, para vias coletoras. Vias locais são consideradas seguras ao ciclismo.

2.1.3 Transporte público

Na Tabela 3, são apresentados os critérios de pontuação para o *transporte público*.

Tabela 3 Critérios de pontuação do DOTS para o transporte público (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

Distância entre o edifício mais afastado e o ponto de acesso ao serviço (m)	Pontos
≤ 250	10
250 - 300	8
300 - 350	6
350 - 400	2
> 400	0
% de pontos de ônibus totalmente adequados	Pontos
≥ 80	10
≥ 50 - 80	8
≥ 30 - 50	6
≥ 15 - 30	2
< 15	0

Na metodologia original, não são previstos pontos para tal princípio, visto que o acesso às estações de transporte coletivo (a pequenas distâncias de caminhada) é uma premissa básica de um bairro/setor DOTS (a própria tradução literal de *transit* é "transporte público") (ITDP, 2017). Assim, para a presente pesquisa, propõe-se que essa facilidade de acesso às estações seja ponderada de acordo com a distância de caminhada (em rede) entre o edifício mais afastado e o ponto de acesso ao serviço, limitada a 400 m (Vale *et al*., 2016). Ademais, propõe-se, também, a atribuição de pontuação à qualidade desses pontos de acesso, que devem apresentar as seguintes características para serem considerados totalmente adequados: área para embarque pavimentada e com pelo menos 2,5 m de largura, junto à guia, e 1,5 m de profundidade; abrigo com área adequada ao número de usuários; tabelas de rotas e horários; acessibilidade para cadeirantes; assentos; e seguridade/iluminação.

2.1.4 Conexões

Na Tabela 4, são apresentados os critérios de pontuação para as conexões (*conectar*).

Tabela 4 Critérios de pontuação do DOTS para conexões (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

Limite de comprimento para todas as quadras (m)	Pontos
110	10
130	6
150	4
> 150	0
% de interseções de 4 vias	Pontos
≥ 90	10
≥ 70 - 90	6
≥ 50 - 70	4
< 50	0

O subcritério das quadras pequenas foi mantido igual ao da publicação original, baseado no limite de comprimento das quadras (ITDP, 2017). Já com relação à conectividade priorizada,

propõe-se uma simplificação da métrica original, devendo ser avaliada apenas a porcentagem das interseções de 4 vias (“em cruz”) dentro do bairro/setor DOTS, pois essas garantem maior conveniência e flexibilidade aos deslocamentos.

2.1.5 Diversidade de uso do solo

Na Tabela 5, são apresentados os critérios de pontuação para a diversidade de uso do solo (*misturar*). Nesse caso, trata-se de uma abordagem mais simples do que aquela prevista na metodologia original, não sendo avaliada a diversidade demográfica e de faixas de renda entre os moradores locais, apenas a mistura de usos do solo. Para isso, propõe-se determinar a quantidade de edifícios de uso residencial e não residencial dentro da mesma quadra ou em quadras adjacentes (ITDP, 2017).

Tabela 5 Critérios de pontuação do DOTS para diversidade de uso do solo (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

% da área útil ocupada pelo uso do solo predominante	Pontos
≤ 50	10
> 50 - 70	8
≥ 70 - 80	6
≥ 80 - 90	2
≥ 90	0

2.1.6 Densidade populacional

Na Tabela 6, são apresentados os critérios de pontuação para a densidade populacional (*adensar*). Nesse caso, prezando pela simplicidade de avaliação, propõe-se verificar e ponderar a densidade populacional em termos absolutos, e não subdividindo-a em densidade residencial e não residencial, conforme sugere o ITDP (2017).

Tabela 6 Critérios de pontuação do DOTS para densidade populacional (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

Densidade populacional (habitantes/ha)	Pontos
> 250	10
200 - 250	8
150 - 200	6
100 - 150	4
50 - 100	2
< 50	0

2.1.7 Infraestrutura viária

Na Tabela 7, são apresentados os critérios de pontuação para a infraestrutura viária (*mudar*). Novamente, são propostas métricas de avaliação mais simples do que aquelas previstas na metodologia original, sendo as áreas de estacionamento fora da via e as áreas das pistas de rolamento agregadas para a definição da porcentagem da área total ocupada pelo sistema viário; e a densidade de acessos de veículos motorizados substituída pela porcentagem dos segmentos com guias rebaixadas para tal acesso, situação que viola a premissa de proteção das calçadas (ITDP, 2017).

Tabela 7 Critérios de pontuação do DOTS para infraestrutura viária (Fonte: Adaptado de ITDP, 2017)

% dos segmentos com guias rebaixadas para acesso de veículos	Pontos
0	10
> 0 - 50	6
> 50 - 75	4
> 75	0
% da área total ocupada pelo sistema viário	Pontos
< 15	10
≥ 15 - 20	4
> 20	0

2.2 *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

O método AHP é uma ferramenta multicritério de tomada de decisão baseada em comparações, par a par, dos parâmetros envolvidos (Saaty, 1980), visando transformar informações qualitativas e dados quantitativos. Para isso, é necessário definir a importância relativa de um parâmetro com relação ao outro e organizar as informações na forma de uma "matriz de julgamento", como a apresentada na Tabela 8 (o valor da célula *ij* representa a importância relativa do parâmetro da linha *i* com relação ao parâmetro da coluna *j*). Nesse caso, foram utilizados valores de intensidades de importância sugeridas por Furtado e Kawamoto (2002), a saber: 1, para mesma importância; 3, para importância fraca; 5, para importância forte; 7; para importância muito forte; 9, para importância absoluta; e 2, 4, 6 ou 8 para valores intermediários de importância entre os supracitados.

Tabela 8 Importâncias relativas adotadas para os princípios do DOTS

Critério	A pé	Bicicleta	Coletivo	Conexões	Diversidade	Densidade	Infraestrutura
A pé	1	2	2	1/5	1/7	1/3	1/2
Bicicleta	1/2	1	1/3	1/5	1/7	1/3	1/2
Coletivo	1/2	3	1	1/3	1/3	1/3	2
Conexões	5	5	3	1	1/2	2	2
Diversidade	7	7	3	2	1	2	2
Densidade	3	3	3	1/2	1/2	1	2
Infraestrutura	2	2	1/2	1/2	1/2	1/2	1
Tj	19,00	23,00	12,83	4,73	3,12	6,50	10,00

Em seguida, deve-se proceder com o somatório dos valores em cada coluna *j* para montagem da matriz T, conforme as Equações (1) e (2). Com isso, é possível normalizar os valores tabelados, dividindo-se o valor em cada célula pelo somatório correspondente à sua coluna. Os valores normalizados para a presente pesquisa são apresentados na Tabela 9.

$$T_j = \sum_{i=1}^{n} W_{ij} \quad (1)$$

$$T = [T_1 \quad ... \quad T_n] \quad (2)$$

Onde:
W_{ij}: importância relativa do parâmetro da linha *i* com relação ao parâmetro da coluna *j*;
T_j: somatório dos valores atribuídos às células da coluna *j*;

T: matriz dos totais em cada coluna; e
n: número de parâmetros envolvidos na avaliação.

Tabela 9 Valores normalizados para importâncias relativas entre princípios do DOTS

Critério	A pé	Bicicleta	Coletivo	Conexões	Diversidade	Densidade	Infraestrutura	Pi
A pé	0,053	0,087	0,156	0,042	0,046	0,051	0,050	0,069
Bicicleta	0,026	0,043	0,026	0,042	0,046	0,051	0,050	0,041
Coletivo	0,026	0,130	0,078	0,070	0,107	0,051	0,200	0,095
Conexões	0,263	0,217	0,234	0,211	0,160	0,308	0,200	0,228
Diversidade	0,368	0,304	0,234	0,423	0,321	0,308	0,200	0,308
Densidade	0,158	0,130	0,234	0,106	0,160	0,154	0,200	0,163
Infraestrutura	0,105	0,087	0,039	0,106	0,160	0,077	0,100	0,096

Na coluna à direita da Tabela 9, são apresentados os somatórios dos valores normalizados em cada linha *i*, que correspondem aos pesos dos critérios do DOTS dispostos nas respectivas linhas, formando a matriz P, conforme as Equações (3) e (4).

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} w_{ij} \tag{3}$$

$$P = \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} \tag{4}$$

Onde:
w_{ij}: importância relativa normalizada do parâmetro da linha *i* com relação ao parâmetro da coluna *j*;
P_i: somatório dos valores normalizados das células da linha *i* (pesos);
P: matriz dos pesos; e
n: número de parâmetros envolvidos na avaliação.

Por último, é preciso calcular a razão de consistência (CR) entre os índices de consistência da matriz de julgamento (CI) e de consistência aleatória (RI), conforme a Equação (5), aceitando-se os pesos previamente calculados para os parâmetros se CR < 0,10. O valor de CI é calculado com base no autovalor da matriz de julgamento ($\lambda_{máx}$) e no número de parâmetros envolvidos (*n*), conforme as Equações (6) e (7). Já o valor de RI é tabelado e equivale a 1,32 para *n* = 7 (Saaty, 1991).

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{5}$$

$$\lambda_{máx} = T \times P = [T_1 \quad \dots \quad T_n] \times \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} \tag{6}$$

$$CI = \frac{\lambda_{máx} - n}{n - 1} \tag{7}$$

Na presente pesquisa, para os valores respectivamente atribuídos e normalizados nas Tabelas 8 e 9, tem-se $\lambda_{máx} = 7{,}53$, CI = 0,09 e CR = 0,067 < 0,10, devendo-se, portanto, aceitar os pesos estimados para cada critério do DOTS. Assim, a pontuação final do DOTS pode ser calculada conforme a Equação (8) de ponderação e proporcionalidade, e, finalmente, associada a um dos padrões DOTS apresentados na Tabela 10. No último caso, foram considerados 5 intervalos de igual amplitude para o padrão DOTS, variando de "Muito Ruim" a "Muito Bom", com o intuito de avaliar de forma mais racional as condições apresentadas pelo bairro/setor.

$$\text{Pontuação}_{\text{DOTS}} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} P_i \times \text{Pontos}_i) \times 100}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \tag{8}$$

Tabela 10 Padrão DOTS

Padrão DOTS	$\text{Pontuação}_{\text{DOTS}}$
Muito bom	81 - 100
Bom	61 - 80
Regular	41 - 60
Ruim	21 - 40
Muito ruim	0 - 20

2.3 Estudo de caso

O município de São Carlos está localizado no interior do Estado de São Paulo (Brasil) e possui população pouco superior a 254.000 habitantes (IBGE, 2022b). A localização dos setores censitários de São Carlos-SP selecionados para estudo é apresentada na Figura 1.

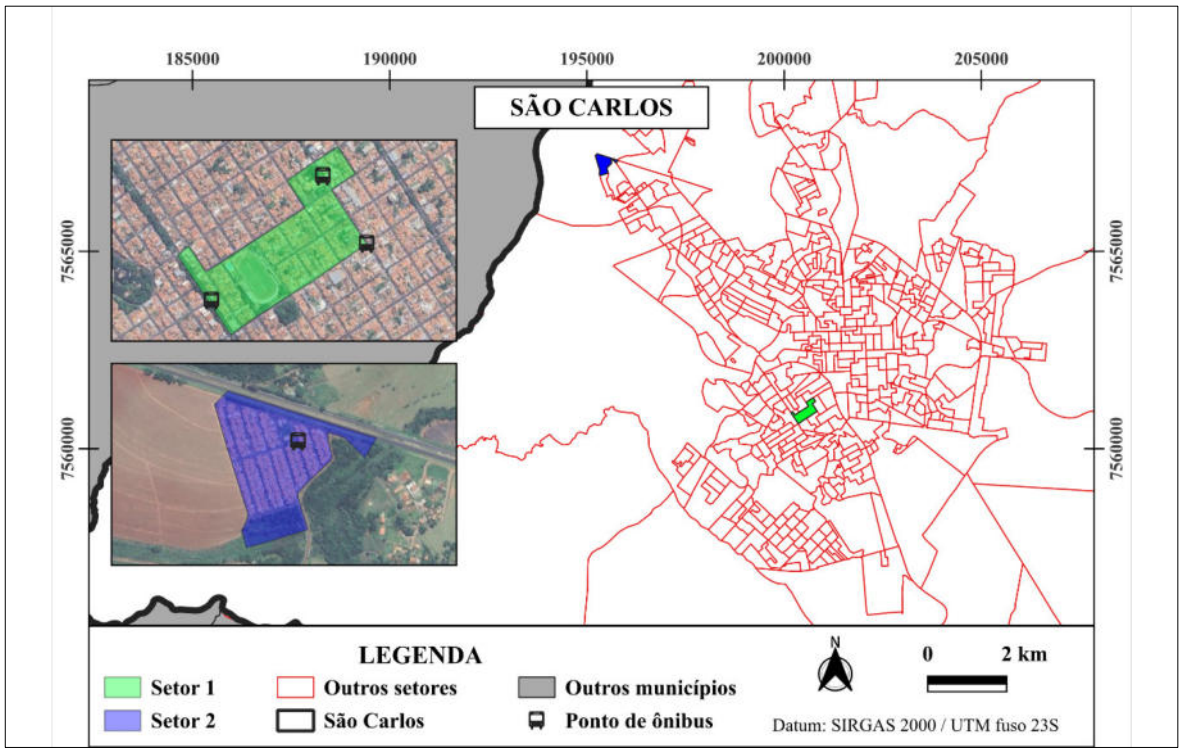


Fig. 1 Localização dos setores censitários selecionados para estudo

O setor censitário 1 (Setor 1) agrega frações de dois bairros distintos de São Carlos-SP, intitulados Vila Bela Vista e Vila Boa Vista I, com origens em 1939 e 1961, respectivamente. Ele possui uma área pouco superior a 0,16 km² (16 ha) e, segundo o Censo Demográfico Nacional 2022, uma população de 602 habitantes (IBGE, 2022a). Ademais, o Setor 1 engloba 3 pontos de ônibus e tem como particularidade um grande Polo Gerador de Viagens (PGV), o Estádio Municipal Prof. Luís Augusto de Oliveira.

O setor censitário 2 (Setor 2) está localizado no bairro Jardim Araucária, com origem em 2013. Ele possui uma área de 0,14 km² (14 ha) e uma população de 958 habitantes (IBGE, 2022a). Ademais, o Setor 2, mais recente, engloba apenas 1 ponto de ônibus e se encontra próximo à Rodovia Washington Luís (SP-310).

Em cada setor, foram conduzidos extensos levantamentos de campo para o registro fotográfico e preenchimento de planilhas de apoio pré-estabelecidas, contemplando todos os critérios do DOTS. Em seguida, os dados foram tabulados no *Microsoft Excel* para se proceder com a definição do padrão DOTS. Nas etapas que envolvem o geoprocessamento de dados espaciais (por exemplo, para o cálculo das distâncias de caminhada, em rede, até os pontos de ônibus), foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica - SIG (QGIS).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 11 sintetiza os pontos atribuídos a cada critério do DOTS nos setores estudados. Já as Figuras 2 e 3 exemplificam os registros fotográficos dos levantamentos de campo.

Tabela 11 Pontos atribuídos a cada critério do DOTS nos setores estudados

Critério		Setor censitário	
		Setor 1	Setor 2
Transporte a pé	Calçadas	0	0
	Travessias completas	0	0
	Fachadas ativas	0	4
Transporte por bicicleta	Condições de circulação	10	0
Transporte coletivo	Distância de acesso ao ponto	0	0
	Condições dos pontos	8	6
Conexões	Tamanho das quadras	0	0
	Grau de conectividade	6	4
Diversidade de uso do solo	Uso misto do solo	2	8
Densidade populacional	Adensamento	2	0
Infraestrutura viária	Guias rebaixadas	6	6
	Área das vias	0	0

No Setor 1, apenas metade das calçadas (47,40%) e fachadas dos edifícios (53,02%) são totalmente adequadas (Figura 2a), e menos de 80% das travessias (Figura 2b) atingem essa condição ótima (72,42%). Com relação ao transporte por bicicleta, embora exista uma ciclovia (Figura 2c) na região, ela não se estende por toda a via em que é demandada. A maior distância de caminhada entre um edifício e o ponto de ônibus mais próximo é de 697 m, e menos da metade desses pontos (49,57%) são totalmente adequados (Figura 2d). O máximo comprimento observado para as faces de quadra da região é de 230 m (Figura 2e) e apenas 67% das interseções observadas são “em cruz”. Quase 58% da área útil é ocupada pelo uso do solo predominante (residencial), embora a densidade populacional seja baixa (37,5 habitantes/ha). Mais de 34% da extensão dos segmentos possui guias rebaixadas para

acesso de veículos (Figura 2f) e o sistema viário ocupa pouco mais de 21% da área total do setor.

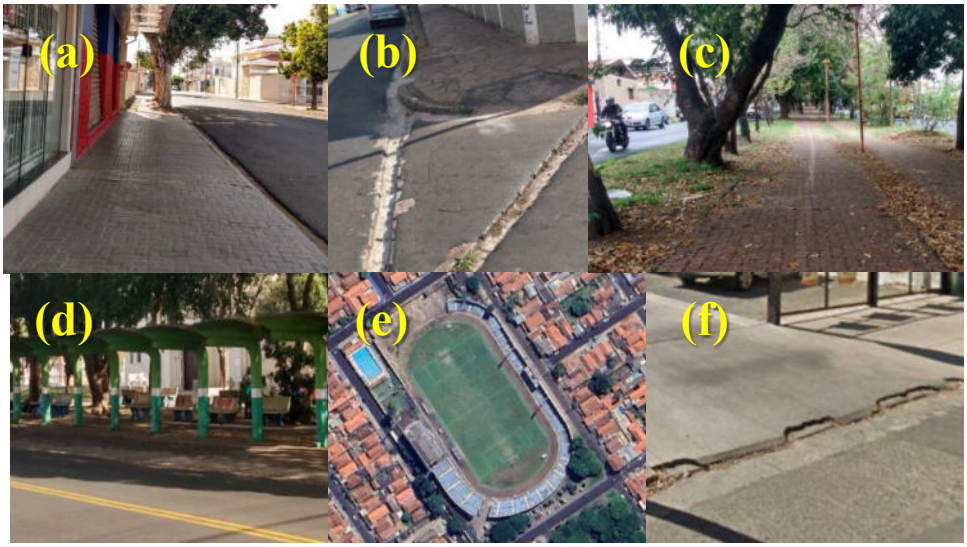


Fig. 2 Exemplos de registros fotográficos dos levantamentos no Setor 1: a) calçada, b) travessia, c) ciclovia, d) ponto de ônibus, e) PGV e f) guia rebaixada

Já no Setor 2, menos de 40% das calçadas (39,44%) e fachadas dos edifícios (33,38%) são totalmente adequadas (Figura 3a), e menos de 80% das travessias (Figura 3b) atingem essa condição ótima (73,56%). Em contrapartida, 100% das vias são adequadas ao ciclismo (Figura 3c). A maior distância de caminhada entre um edifício e o ponto de ônibus mais próximo é de 425 m, e apenas 66,70% desses pontos são totalmente adequados (Figura 3d). O máximo comprimento observado para as faces de quadra da região é de 213 m (Figura 3e) e exatos 80% das interseções observadas são “em cruz”. Quase 90% da área útil é ocupada pelo uso do solo predominante (residencial), refletindo em uma densidade populacional maior que a do outro setor, embora ainda baixa (66,8 habitantes/ha). Mais de 47% da extensão dos segmentos possui guias rebaixadas para acesso de veículos (Figura 3f) e o sistema viário ocupa pouco mais de 32% da área total do setor.



Fig. 3 Exemplos de registros fotográficos dos levantamentos no Setor 2: a) calçada, b) travessia, c) ciclofaixa, d) ponto de ônibus, e) parque e f) guia rebaixada

Ponderando-se os pontos atribuídos a cada critério do DOTS pelos correspondentes pesos pré-determinados, as pontuações finais DOTS dos setores são as seguintes: 30,82, para o Setor 1; e 26,02, para o Setor 2. Dessa forma, endereçando-se à primeira pergunta formulada para a pesquisa, ao avaliar individualmente cada setor censitário, nota-se que ambos são classificados por um padrão DOTS "Ruim" (Tabela 10) no que diz respeito a um bairro sustentável. Já com relação à segunda pergunta formulada para a pesquisa, os resultados podem ser interpretados como uma não adesão ou o desconhecimento dos critérios do DOTS por parte de planejadores urbanos do município, inclusive evidenciado pela pontuação igual a zero para muitos critérios. Isso se deve à pontuação final do Setor 2 ser ainda menor que a do Setor 1, contrariando a expectativa inicial da pesquisa e sinalizando para um modelo vigente de expansão urbana sem lastro em diretrizes sustentáveis de transporte.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo verificar e comparar o padrão DOTS de dois setores censitários de São Carlos-SP, cujas origens datam de épocas distintas. Com base em adaptações metodológicas das métricas DOTS originais e subsequente análise multicritérios, pôde-se constatar, por meio de levantamentos de campo e geoprocessamento de informações em ambiente SIG, que ambas as unidades de análise apresentam condições que desestimulam os transportes ativo e coletivo, o que é dissonante daquilo exigido legalmente no Brasil para uma cidade deste porte (Brasil, 2012). Tais condições podem ser verificadas através da classificação ruim obtida para ambos os setores, notadamente para o setor com origem mais recente.

Alguns dos possíveis resultados da perpetuação do suposto modelo de expansão urbana vigente em São Carlos-SP são a maior dependência do transporte motorizado individual e, com isso, a maior demanda por infraestrutura viária, espraiando ainda mais a cidade e consolidando um ciclo vicioso. Assim, alerta-se para a necessidade de inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável nos projetos de novos loteamentos. Ademais, trabalhos futuros são encorajados a simular os impactos de ações mitigadoras nos setores estudados, visando melhorar o padrão DOTS dos mesmos.

5 REFERÊNCIAS

Brasil (2012) Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Seção 1, p. 1.

Calthorpe, P. (1993) **The Next American Metropolis**. Nova York: Princeton Architectural Press.

Cervero, R. e Dai, D. (2014) BRT TOD: Leveraging Transit-Oriented Development with Bus Rapid Transit investments. **Transport Policy**, 36, 127-138. DOI: 10.1016/j.tranpol.2014.08.001.

Frumkin, H., Frank, L. e Jackson, R. (2004) **Urban Sprawl and Public Health: Designing, Planning, and Building for Healthy Communities**. Washington, DC: Island Press.

Furtado, N. e Kawamoto, E. (2002) **Avaliação de Projetos de Transporte**. 1ª ed. São Carlos: EESC/USP.

IBGE (2022a) **Censo Demográfico Nacional 2022** [*Data set*]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/downloads.html?localidade=BR. Acesso: 04 mai. 2024.

IBGE (2022b) **Estimativas da População**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama. Acesso: 05 mai. 2024.

ITDP (2017) **Padrão de Qualidade DOTS**. 3ª ed. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. Nova York: ITDP.

Lindau, L. A., Hidalgo, D. e Facchini, D. (2010) Bus Rapid Transit in Curitiba, Brazil. A look at the outcome after 35 of bus-oriented development. **Transportation Research Record**, 2193, 17-27. DOI: 10.3141/2193-03.

Mathur, S. e Gatdula, A. (2023) Review of planning, land use, and zoning barriers to the construction of Transit-oriented developments in the United States. **Case Studies on Transport Policy**, 23. DOI: 10.1016/j.cstp.2023.100988.

Peiser, R. B. (1989) **Density and urban sprawl**. Land Economics, 65(3), 193-204.

Saaty, T. L. (1980) The Analytic Hierarchy Process. **The Journal of the Operational Research Society**, 41(11), 1073-1076.

Saaty, T. L. (1991) Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process. **Behaviormetrika**, 18(29), 1-9.

Searle, G., Darchen, S. e Huston, S. (2014) Positive and negative factors for Transit-Oriented Development: case studies from Brisbane, Melbourne and Sydney. **Urban Policy and Research**, 32(4), 437-457. DOI: 10.1080/08111146.2014.931280.

Tan, W. G. Z., Janssen-Jansen, L. B. e Bertolini, L. (2014) The role of incentives in implementing successful transit-oriented development strategies. **Urban Policy and Research**, 32(1), 33-51. DOI: 10.1080/08111146.2013.832668.

Transport Scotland (2010) **Cycling by Design 2010**. Glasgow: Transport Scotland - Standards, Traffic and Economics Branch.

Vale, D. S., Saraiva, M. e Pereira, M. (2016) Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility**. Journal of Transport and Land Use**, 9(1), 209-235. DOI: 10.5198/jtlu.2015.593.

WRI (2018) **DOTS nos Planos Diretores: Guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano**. 1ª ed. World Resources Institute.

Yang, J., Chen, J., Le, X. e Zhang, Q. (2016) Density-oriented versus development-oriented transit investment: decoding metro station location selection in Shenzhen. **Transport Policy**, 51, 93-102. DOI: 10.1016/j.tranpol.2016.04.004.

A UTILIZAÇÃO DO MODO PEDONAL NA CIDADE DO PORTO E AS PERCEÇÕES DOS RESIDENTES SOBRE ESTE MODO DE DESLOCAÇÃO

F. P. Fonseca, P. J. G. Ribeiro, R. A. R. Ramos

RESUMO

A excessiva utilização do automóvel nas deslocações urbanas é uma das principais causas da degradação da qualidade do ambiente urbano e dos estilos de vida sedentários. Para se promoverem formas de mobilidade mais sustentáveis é necessário conhecer as perceções que as pessoas têm sobre modos alternativos de transporte. O objetivo deste estudo é o de apresentar as conclusões de um inquérito (N=573) sobre a utilização do modo pedonal na cidade do Porto, Portugal. Pretende-se avaliar a utilização do modo pedonal nas deslocações habituais na cidade, os percursos preferidos e os aspetos mais e menos valorizados pelos pedestres. O teste estatístico qui-quadrado é utilizado para se avaliar a existência de correlações entre as características individuais dos pedestres e as referidas perceções. As conclusões deste estudo têm potencial para suportar políticas de planeamento para promover a utilização do modo pedonal e tornar a mobilidade urbana mais ativa e sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Na União Europeia (UE) cerca de 75% da população vive atualmente em espaços urbanos e as projeções apontam para que a população urbana continue a crescer nos próximos anos (Eurostat, 2022). Neste contexto, a adoção de políticas de planeamento urbano sustentáveis é fundamental para fazer face aos desafios e aos impactes gerados pela concentração da população nas cidades. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS) a poluição do ar é a principal ameaça à qualidade ambiental nas cidades, em particular, o tráfego rodoviário é um dos principais fatores de degradação da qualidade do ambiente urbano. Na UE, o tráfego rodoviário é responsável por cerca de 50% das emissões de partículas - PM (Weerakkody *et al.*, 2018) e de até 70% das emissões de NO_2 em algumas cidades (Khomenko *et al.*, 2021). Do total de emissões de CO_2 do setor do transporte rodoviário estimado em 740 milhões ton., cerca de 64% deve-se à utilização de veículos motorizados ligeiros de passageiros (SB, 2023). A exposição à poluição do ar tem sido associada a diversos problemas de saúde, especialmente doenças respiratórias e cardiovasculares. Na UE, a exposição ao NO_2, PM e O_3 acima dos níveis recomendados pela OMS resultou em 311.000 mortes prematuras (EEA, 2022). O tráfego rodoviário é ainda a principal fonte de ruído ambiental (EEA, 2019). Nas cidades da UE, pelo menos 20% da população urbana está exposta a níveis de ruído (Lden) com origem no tráfego rodoviário acima de 55 dB Lden, que está acima do nível recomendado pela OMS (53 dB Lden), enquanto pelo menos 50% está exposta a níveis desconfortáveis de ruído com origem no tráfego (EEA, 2019).

Para fazer face aos problemas ambientais e de saúde associados à utilização massiva do automóvel, têm sido lançadas várias iniciativas para descarbonizar o setor dos transportes e tornar a mobilidade urbana mais sustentável. Isso inclui, por exemplo, o desenvolvimento de Planos de Mobilidade Urbana Sustentável a implementar nos vários países da EU, com vista à adoção de medidas que promovam a utilização do transporte público, bem como a utilização de modos ativos de deslocação, como a bicicleta e andar a pé. Isto faz ainda mais sentido porque se estima que entre 50% a 60% das deslocações urbanas sejam inferiores a 5 km e 25% sejam inferiores a 1 km (Ferrari, 2022). Para percorrer estas distâncias, quer a bicicleta quer o modo pedonal são alternativas competitivas em termos de tempo de deslocação, trazendo vários benefícios económicos e para a saúde dos seus utilizadores e amplos benefícios para o ambiente urbano em geral (Psara *et al.*, 2023).

Em Portugal têm sido implementadas várias iniciativas para promover uma mobilidade urbana mais sustentável. Isso inclui, por exemplo, a Estratégia Nacional para a Mobilidade Ativa, que se desdobra na componente ciclável e pedonal. Sob o mote "somos todos pedestres", a Estratégia Nacional para a Mobilidade Ativa Pedonal 2030 (RCM, 2023) visa aumentar a quota modal das deslocações a pé para 35% em 2030 face aos valores de 2021 (16%). A estratégia pugna por uma visão de conjunto, global e integrada do sistema de transportes e das relações entre as deslocações a pé e a necessidade de haver uma infraestrutura pedonal contínua, direta, confortável, segura e acessível para todos.

A participação pública no processo de planeamento da mobilidade sustentável tem sido reduzida. No entanto, para estimular a utilização de modos mais sustentáveis e adotar medidas eficazes de planeamento é preciso conhecer as necessidades, perceções e preferências das pessoas. A utilização do modo pedonal como meio de transporte é influenciada por diversos fatores, incluindo a qualidade e as características do espaço urbano, das infraestruturas pedonais, mas também por vários fatores sociais e individuais. Os hábitos e as opções de transporte, nomeadamente a opção pela deslocação a pé, resultam da interação deste conjunto de fatores. Neste contexto, a literatura tem-se focado sobretudo na avaliação da aptidão dos espaços urbanos para se andar a pé (*walkability*) através de métricas calculadas a partir de um número variável de atributos relacionados com os espaços urbanos e com as infraestruturas pedonais (Fonseca *et al.*, 2022). Porém, as perceções das pessoas sobre a aptidão pedonal das cidades e da forma como fatores socio-demográficos influenciam essas perceções e a decisão de andar a pé têm sido pouco estudadas.

Para colmatar estas lacunas, neste estudo analisa-se um conjunto de perceções e atitudes em relação à utilização do modo pedonal na cidade do Porto, Portugal, a partir de um inquérito (N=573) realizado no âmbito do projeto Europeu "Smart Pedestrian Net" (SPN). Mais especificamente, analisa-se o nível de utilização do modo pedonal nas deslocações habituais, os motivos da sua não utilização, os tipos de percursos preferidos e os aspetos que os pedestres mais e menos apreciam em relação a este modo. O teste estatístico qui-quadrado é utilizado para se verificar a existência de correlações entre características individuais (idade e género) e as referidas perceções. Com este estudo espera-se obter uma visão sobre a utilização do modo pedonal na cidade do Porto e das principais vantagens e barreiras que a cidade oferece a esta forma de deslocação. Estas conclusões poderão ser importantes para suportar políticas de planeamento urbano e de transportes de promoção do modo pedonal, contribuindo assim para tornar a mobilidade na cidade mais ativa e sustentável.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Andar a pé é não só a forma mais natural e antiga de deslocação, como é também considerado o modo de deslocação mais económico, sustentável e inclusivo (Fonseca *et al.*, 2021). A maior parte das deslocações, mesmo as que não são feitas exclusivamente a pé, incluem uma parte pdedonal, pelo que todos somos pedestres. As deslocações a pé são feitas por uma grande variedade de motivos. Nos motivos de natureza utilitária, como as deslocações para o trabalho e para a escola, andar a pé surge como um modo de transporte que pode ser utilizado de forma exclusiva (apenas a pé) ou de forma combinada com outros modos, como o transporte público. Nos motivos de natureza recreativa, as deslocações a pé surgem como uma forma de fazer exercício físico, por exemplo, realizando caminhadas num espaço verde urbano ou numa zona ribeirinha. Estas duas formas de deslocação a pé têm características diferentes quanto ao tipo de percursos, frequência, duração da deslocação, características dos espaços e dos seus utilizadores. Por exemplo, as deslocações a pé para o trabalho são mais condicionadas pela distância/tempo de deslocação, enquanto as deslocações por lazer são mais influenciadas pela presença de vegetação e por elementos estéticos e paisagísticos.

Na perspetiva do planeamento dos transportes, o foco tem sido na promoção do modo pedonal para as necessidades de deslocações curtas e quotidianas e de, assim, contribuir para a descabornização do setor dos transportes e para melhorar a qualidade ambiental das cidades. Ao nível das políticas de transportes têm sido lançadas várias iniciativas para promover a utilização do modo pedonal, tais como os Planos de Mobilidade Urbana Sustentável, uma iniciativa da UE com replicação nos Estados-membros; o Quadro Europeu de Mobilidade Urbana; a Estratégia Nacional para a Mobilidade Ativa publicada em 2019, que define metas ambiciosas de aumento da quota modal pedonal até 2030; e o modelo da cidade dos 15-minutos, que visa um novo modelo de proximidade e de diversificação dos usos na cidade, privilegiando as deslocações por modos ativos. Além disso, a COVID-19 levou a que muitas cidades melhorassem a infraestrutura pedonal (e ciclável) para fazer face ao declínio no uso do transporte público devido ao risco de contágio.

Na literatura, as primeiras análises em torno do conceito de *walkability*, ou seja, da aptidão do espaço ser percorrido a pé, remontam ao início deste século. Porém, só nos últimos anos houve um aumento de publicações neste tópico, refletindo as preocupações em tornar a mobilidade urbana mais sustentável (Fonseca *et al.*, 2022). As formas de avaliar a *walkability* são muito diversas em relação aos métodos utilizados, aos atributos avaliados e à respetiva escala de análise. Nos métodos quantitativos, que são os mais utilizados, a *walkability* é avaliada através de um índice composto por vários atributos que determinam a qualidade do ambiente pedonal, aos quais são atribuídos pesos. Daqui resulta uma classificação, com pontuações mais altas em áreas com maior aptidão pedonal e vice-versa, sendo esta avaliação normalmente realizada em um Sistema de Informação Geográfico (SIG). O amplamente replicado índice de Frank *et al.* (2010) ou a aplicação Walk Score disponível para cidades norte-americanas são dois exemplos destas avaliações quantitativas. Nos métodos qualitativos, a avaliação é normalmente feita através de inquéritos, ou da participação de peritos. Neste caso, a avaliação reflete a perceção das pessoas sobre as condições oferecidas por um espaço para se andar a pé, ou seja, revela a opinião de quem contacta diretamente com o espaço, podendo envolver a avaliação de aspetos à escala micro que, por norma, não entram nas análises objetivas por falta de dados.

A literatura demonstra que a satisfação de andar a pé é influenciada por vários atributos relacionados com o espaço urbano e com a infraestrutura pedonal, incluindo aspetos

relacionados com a densidade e a diversidade dos usos, acessibilidade, conetividade da rede, qualidade da infraestrutura, segurança e design (Ewing e Handy, 2009; Fonseca *et al.*, 2022). Em síntese, espaços urbanos compactos e com diversos usos (residencial, comercial, serviços, equipamentos) reduzem as distâncias das viagens essenciais, tornando as deslocações a pé mais convenientes. A acessibilidade relaciona-se com a facilidade de acesso (proximidade) a determinados serviços e usos em termos de tempo de deslocação. Como andar a pé é um modo de deslocação lento e cansativo, este não é apropriado para percursos longos. A proximidade a certos serviços e infraestruturas de transportes, como escolas e paragens bus, é particularmente importante e devem estar a uma distância entre 10 a 20 minutos a pé. A qualidade da infraestrutura pedonal reflete-se no conforto das deslocações a pé. Passeios, caminhos e zonas de circulação amplas, planas, com pavimentos regulares e aderentes, sem obstáculos, com vegetação e elementos de apoio (bancos) proporcionam conforto e segurança. A conectividade relaciona-se com a forma como os percursos estão interligados de forma contínua e sem obstáculos entre origens a destinos específicos. Redes mais conectadas permitem maior possibilidade de rotas e encurtar percursos. Como os pedestres são utilizadores vulneráveis da rede viária, a segurança em relação ao tráfego é um aspeto crítico, seja nas condições existentes nas travessias, seja pelas características do tráfego (volume, velocidade, etc.). A segurança pública também é relevante e reflete o risco associado a episódios de violência urbana durante o percurso, estando esta componente associada a aspetos como a iluminação pública, a vigilância das ruas, o usos adjacentes etc. Em geral, a falta de segurança condiciona fortemente as deslocações a pé. Por último, o design ao nível das ruas e dos espaços adjacentes determina a atratividade dos percursos e inclui vários atributos como a complexidade arquitetónica, a escala humana dos espaços, a riqueza visual, entre outros.

Além disso, a literatura indica que nos espaços com maior aptidão pedonal, há uma maior propensão para as deslocações a pé (Ribeiro e Hoffimann, 2018). No entanto, isso também depende da forma como as pessoas percecionam as condições dos espaços para se deslocarem a pé. Alguns estudos demonstram que espaços classificados com boa aptidão pedonal são percecionados pelas pessoas como tendo baixa aptidão, levando-as a optar por outros modos de transporte (Koohsari *et al.*, 2015). As condições pedonais dos espaços são, portanto, diferentemente percecionadas, o que está associado a características individuais como o género, a idade, nível de escolaridade, hábitos de transporte, entre outros. No caso do género, há evidencia que demonstra que as mulheres tendem a andar mais e a fazer mais deslocações a pé que os homens e que os aspetos relacionados com a segurança e com a qualidade da infraestrutura pedonal são mais críticos para elas do que para eles (Rišová e Sládeková, 2020). A idade é também um fator crítico na perceção das condições pedonais e no comportamento modal. Por exemplo, os jovens e os adultos tendem a andar mais por motivos utilitários, enquanto os idosos andam mais por lazer e para realizar compras. Os idosos valorizam em especial os atributos relacionados com a segurança, pavimentos em bom estado e com a presença de vegetação ao longo dos percursos (Corazza *et al.*, 2018).

Em suma, a promoção do modo pedonal é uma componente crucial para a mobilidade e para a sustentabilidade urbana. Porém, o planeamento desta forma de mobilidade requer abordagens integradas e interdisciplinares para lidar com as várias dimensões e critérios associados à decisão e satisfação de andar a pé. O envolvimento das pessoas no planeamento é vital para se aferir as suas perceções sobre este modo de transporte.

3 METODOLOGIA

Para se avaliar as perceções e atitudes em relação à utilização do modo pedonal na cidade do Porto foi conduzido um inquérito à população. Este inquérito foi realizado no âmbito do projeto europeu SPN, que teve por objetivo fundamental promover a utilização do modo pedonal nas cidades do Porto e de Bologna. O inquérito foi desenvolvido de forma colaborativa pelas equipas envolvidas no projeto em função dos objetivos do SPN. O inquérito foi dividido em quatro secções principais. A primeira visou a recolha de informação geral sobre o inquirido, como a idade, género e o tipo de atividade. A segunda destinou-se à recolha de informação sobre a frequência e motivo da utilização do modo pedonal, dos tipos de percursos preferidos e dos aspetos que os inquiridos mais e menos gostam quando se deslocam a pé. A terceira envolveu a avaliação de um conjunto de atributos com influência na deslocação pedonal. E a última destinou-se a recolher informação sobre o uso de ferramentas de navegação pedonal. No total, o inquérito tinha 13 questões obrigatórias, incluindo de escolha simples, múltipla e de avaliação Likert.

Depois de estruturar o inquérito, a etapa seguinte consistiu na definição da amostra da população a envolver no estudo. Para tal, utilizou-se a equação de Cochran (equação 1), que tem sido amplamente utilizada em processos de amostragem.

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{e^2}}{1+\frac{1}{N}\left(\frac{z^2 pq}{e^2}-1\right)} \qquad (1)$$

Na equação 1, n é o tamanho da amostra necessário, N é a dimensão total da população, z é o valor crítico (1.96) associado ao intervalo de confiança de 95%, p é a proporção esperada na população (0.5), q é a proporção complementar de p na população ($q = 1 - p$), e e corresponde à margem de erro (0.05). Como a população total da cidade em 2019 era de 216.606 habitantes (INE, 2019), através da aplicação da equação 1 conclui-se ser necessária uma amostra de 384 indivíduos.

Na etapa seguinte, procedeu-se à pré-testagem do inquérito através da administração do mesmo a um número representativo de indivíduos. O objetivo do pré-teste foi o de identificar aspetos que necessitassem de clarificação e de melhoria, nomeadamente em termos da organização do inquérito e do objetivo e clareza das questões colocadas. Os comentários obtidos foram analisados e incluídos na versão final do inquérito.

O inquérito foi de seguida administrado à população de forma online através da plataforma Google Forms. A decisão de administrar o inquérito de forma online teve por base os benefícios deste tipo de aplicação, nomeadamente: a maior flexibilidade que dá às pessoas para responderem ao inquérito (no horário e no local mais conveniente), a facilidade de acesso a uma maior população-alvo e a maior probabilidade de obter a participação de indivíduos sensíveis ao tema. O inquérito foi disseminado através de vários canais, nomeadamente através do website do projeto, da página do projeto nas redes sociais, bem como através de bases de dados do município e da universidade do Porto. O inquérito foi aplicado no período inicial do projeto, entre os meses de setembro a novembro de 2019.

A etapa final consistiu na análise do inquérito. Houve um total de 573 inquéritos que foram integralmente respondidos e validados. Os inquéritos foram exportados para uma folha Excel para análise e cálculo de estatísticas descritivas relacionadas com as várias questões

colocadas no inquérito. Para se avaliar a existência de correlações estatísticas entre as preferências expressas sobre o modo pedonal e características individuais utilizou-se o teste do qui-quadrado de independência. Este teste estatístico determina se existe uma correlação significativa entre duas variáveis categóricas, comparando o padrão de respostas observadas com o que seria esperado se as variáveis fossem verdadeiramente independentes. Para tirar uma conclusão com um intervalo de confiança de 95% para a hipótese, o valor de *p* deve ser menor que 0,05 o que indica que as variáveis não são independentes, demonstrando uma relação estatística entre elas. Quando o valor de *p* é maior que 0,05 isso indica que as variáveis categóricas são independentes entre si, significando que não há uma correlação significativa entre elas. Estes testes estatísticos foram realizados utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

4 RESULTADOS

4.1 Descrição da amostra

Com a aplicação do inquérito obteve-se um total de 573 inquéritos válidos, um valor acima do necessário para a amostragem da população na cidade (384). Tal como se apresenta na Tabela 1, cerca de 60% dos inquiridos foram mulheres, sendo maioritariamente indivíduos adultos com idades compreendidas entre os 25 e os 64 anos (78%). A maior parte dos inquiridos (66%) eram também residentes na cidade do Porto. A comparação das características da população da amostra com a população residente em 2019 (INE, 2019) na cidade, revela uma proporção idêntica em algumas variáveis, como o género, mas mostra alguns desvios, nomeadamente a sub-representação da população idosa (≥65 anos) na amostra. Isso explica-se devido à maior dificuldade em mobilizar a participação da população idosa através de inquéritos online, sendo esta reconhecidamente uma limitação associada a este tipo de inquéritos.

Tabela 1 Descrição e comparação da amostra com a população residente

Variáveis	Atributos	População 2019		Amostra	
		Nº	%	Nº	%
Género	Feminino	119228	55.0	341	59.5
	Masculino	97378	45.0	232	40.5
Idade	≤24 anos	47846	22.1	110	19.2
	25-44 anos	46821	21.6	236	41.2
	45-64 anos	60223	27.8	214	37.3
	≥65 anos	61716	28.5	13	2.3
Origem	Residentes	216606	100.0	377	65.8
	Pendulares	-	-	164	28.6
	Visitantes	-	-	32	5.6

4.2 Utilização do modo pedonal na cidade do Porto

A análise do inquérito permitiu identificar que, para 57,2% dos 573 inquiridos na cidade, o modo pedonal é o principal modo de deslocação nas deslocações habituais ou frequentes (≥ três dias/semana) para os seus destinos habituais (Tabela 2). Por principal modo de deslocação entende-se o modo em que os inquiridos gastam mais tempo para chegar ao destino, o que se aplica no caso das deslocações a pé combinadas com outros modos de transporte. Para os restantes 42,8% dos inquiridos, andar a pé só raramente (< 3 dias/semana) ou nunca é o principal modo de deslocação habitual. Para os inquiridos que referiram que

andar a pé era o seu principal modo de transporte, verifica-se que a maior parte (66,8%) o fazia por motivos utilitários. Neste grupo, verificou-se que as deslocações para o trabalho representavam metade das respostas dadas, ao que se seguiu (35%) o motivo de deslocação para a universidade/escola. Para além das deslocações regulares por motivos de compras (10%), os restantes motivos foram pouco expressivos, englobando as deslocações para os transportes públicos, para os parques de estacionamento ou para aceder a serviços. Foi ainda possível constatar que para 33,2% dos inquiridos as deslocações regulares a pé deviam-se a motivos recreativos ou de lazer. Neste grupo de pedestres, a principal razão invocada para andar a pé foi a realização de exercício físico (62% dos inquiridos), ao que se seguiram as deslocações a espaços verdes e parques urbanos (33%) e as deslocações para passear o animal de companhia (5%).

Tabela 2 Utlizadores e não utilizadores do modo pedonal na cidade do Porto

Utilizadores regulares do modo pedonal (N=328)				**Utilizadores esporádicos/não utilizadores do modo pedonal (N=245)**	
Deslocações utilitárias (N=219)		**Deslocações recreativas (N=109)**			
Motivos	%	Motivos	%	Motivos não utilização	%
Trabalho	50,2	Fazer exercício	62,4	Distância	78,8
Universidade/escola	35,2	Parque urbano	33,0	Falta de tempo	12,7
Compras	9,6	Passear animal companhia	4,6	Passeios inadequados	2,9
Outros	5,0	-	-	Outros	5,6

4.3. Motivos para a não utilização do modo pedonal

Em relação aos inquiridos que raramente (< 3 dias/semana) ou nunca se deslocam a pé como principal meio de transporte, procurou-se averiguar os respetivos motivos (Tabela 2). Assim, dos 245 indivíduos que não são pedestres regulares verificou-se que, para 79% deles, a distância a percorrer foi invocada como a principal barreira à utilização do modo pedonal. A distância é um fator que desencoraja o modo pedonal pelo tempo despendido na deslocação, pelo esforço físico necessário, o que poderá ser agravado por outros fatores como as condições da infraestrutura pedonal ou as condições meteorológicas, o que torna as deslocações a pé menos convenientes. A falta de tempo foi apontada como a segunda principal causa (13%), o que poderá estar associado à distância (as deslocações a pé são por norma mais lentas do que com outros modos), bem como à necessidade de realizar várias tarefas/ir a vários locais, o que restringe a utilização do modo pedonal. Os restantes motivos foram bastante menos invocados, onde se inclui a existência de passeios inadequados ou em má condição para as deslocações a pé e a falta de condição física para fazer as deslocações a pé. Outros motivos foram identificados por menos de 4% dos participantes, onde se incluem aspetos como a falta de segurança em relação ao tráfego rodoviário, as condições atmosféricas, bem como o hábito e o *status* associado à utilização do automóvel nas deslocações habituais.

4.4. Tipos de percursos pedonais preferidos

No que respeita às preferências pedonais, foi questionado a todos os participantes que identificassem os respetivos percursos preferidos quando se deslocam a pé. Os resultados foram os seguintes: 57% manifestaram preferência pelos percursos mais curtos, 17% pelos arborizados, 13% pelos planos, 11% pelos mais seguros em relação ao tráfego e 2% outros percursos. A preferência pelos percursos mais curtos poderá estar relacionada com o facto

de o modo pedonal ser uma forma de deslocação lenta, que envolve esforço físico, não sendo adequado para longas distâncias, sobretudo no caso das deslocações utilitárias pelas maiores restrições de tempo associadas. A preferência por andar em ruas com vegetação poderá justificar-se pelo maior conforto térmico pelo efeito do sombreamento, como também pelo efeito estético promovido pela vegetação. A preferência de 13% dos inquiridos por percursos planos poderá explicar-se pelo menor esforço físico necessário para andar nestes percursos e pelo menor risco de escorregar, nomeadamente quando o pavimento está molhado ou tem baixo atrito. A preferência por percursos com pouco tráfego rodoviário reflete preocupações com a segurança em relação ao tráfego motorizado nas ruas da cidade e ao risco de acidentes, mas esta percentagem foi baixa (11%). Outros aspetos, como a preferência por andar a pé em ruas com segurança pública, foram mencionados por uma percentagem residual de participantes (2%).

4.5. Aspetos positivos e negativos associados ao modo pedonal

Os aspetos positivos e negativos associados à utilização do modo pedonal pelos inquiridos apresentam-se na Tabela 3. Em relação aos aspetos positivos, a realização de exercício físico e o facto de as deslocações a pé não envolverem qualquer custo foram os dois aspetos mais mencionados. Isso sugere que uma boa parte dos participantes neste estudo têm perceção de que andar a pé é uma forma de atividade física que acarreta benefícios para a saúde e que, ao contrário das deslocações por modos motorizados, não envolve custos com combustível, manutenção, estacionamento, etc. Destaque ainda para o facto de 9% dos participantes acharem que andar a pé lhes permite poupar tempo nas deslocações, o que poderá dever-se a fatores como congestionamentos de tráfego, falta de locais de estacionamento, baixa frequência do transporte público, entre outros. Os restantes aspetos positivos foram identificados por menos de 9% dos inquiridos e incluem a possibilidade de desfrutar da paisagem urbana, o facto do modo pedonal ser uma forma de deslocação sustentável e flexível, permitindo uma deslocação porta-a-porta. Nota para o facto da motivação ambiental (ser sustentável) ter sido reportada apenas por 2,8% dos inquiridos, o que parece denotar uma baixa preocupação com os impactes ambientais associados às opções de transporte.

Tabela 3 Aspetos que as pessoas mais e menos gostam sobre o modo pedonal

Aspetos positvos (N=573)		**Aspetos negativos** (N=573)	
Fazer exercício físico	44,1%	Mau tempo	76,1%
Não ter custos	37,9%	Passeios inadequados	12,0%
Poupar tempo	9,4%	Esforço físico	7,3%
Apreciar a paisagem	3,5%	Falta de segurança (tráfego)	3,3%
Ser sustentável	2,8%	Tempo da deslocação	1,0%
Ser flexível	2,3%	Outros	0,3%

No que respeita aos aspetos que as pessoas menos gostam quando se deslocam a pé, as más condições metereológicas surgem claramente como o principal aspeto negativo, o que poderá explicar-se pelos outonos e invernos chuvosos, que tornam as deslocações a pé menos confortáveis e atrativas na cidade (as pessoas molham-se, têm que carregar guarda-chuvas, o piso torna-se mais escorregadio, etc.). Para cerca de 12% dos inquiridos, andar a pé em ruas inadequadas é também um aspeto negativo. Isso envolve não só riscos ao nível da segurança e do conforto das deslocações, nomeadamente quando o pavimento se encontra degradado, com falta de limpeza e com obstáculos, mas também com a própria largura insuficiente da infraestrutura, que condiciona a velocidade e a fluidez de circulação. O

esforço físico associado às deslocações a pé foi um aspeto assinalado por 7% dos participantes, e que pode estar associado às características do percurso habitual (distância, declive) e do indivíduo (idade, problemas físicos). Os restantes aspetos que as pessoas menos gostam foram mais residuais e incluem, por exemplo, os tempos de deslocação a pé e a falta de segurança em relação ao tráfego.

4.6. A relação das preferências pedonais com as características individuais

Para se avaliar a existência de correlações entre os tipos de percursos preferidos e os aspetos que as pessoas mais e menos gostam quando utilizam o modo pedonal recorreu-se ao teste estatístico qui-quadrado. Os resultados deste teste surgem na Tabela 4. Em relação ao tipo de percurso, não se verificou nenhuma associação com a varável género, mas identificaram-se associações com os grupos etários. Assim, verificou-se que a preferência pelos percursos mais curtos está associada à idade, X^2 (2, N = 573) = 24,226, p <0,001, indicando que este tipo de percursos é o preferido pelos indivíduos mais jovens (≤24 anos). Além disso, verificou-se ainda uma associação com a preferência por andar em percursos arborizados e os pedestres mais idosos (≥65 anos), X^2 (2, N = 573) = 15,974, p <0,001.

Tabela 4 Associações entre as preferências pedonais e as características individuais

Preferências pedonais	Género	Grupo etário
Percursos preferidos		
Plano	X^2 = 0,565; p = 0,452	X^2 =2,733; p = 0,255
Arborizado	X^2 =2,725; p = 0,099	X^2 =15,974; p = <0,001*
Seguro (tráfego)	X^2 =0,129; p = 0,719	X^2 =4,103; p = 0,129
Mais curto	X^2 =1,799; p = 0,180	X^2 =24,226; p = <0,001*
Aspetos positivos		
Fazer exercício físico	X^2 =0,909; ; p = 0,340	X2 =36,451; p = <0,001*
Não ter custos	X^2 =5,914; p = 0,015*	X2 =41,700; p = <0,001*
Poupar tempo	X^2 =1,452; p = 0,228	X2 =0,0691; p = 0,966
Apreciar a paisagem	X^2 =2,063; p = 0,151	-
Ser sustentável	X^2 =8,136; p = 0,004*	-
Ser flexível	X^2 =0,985; p = 0,321	-
Aspetos negativos		
Mau tempo	X^2 =1,218; p = 0,270	X^2 =3,734; p = 0,155
Passeios inadequados	X^2 =2,514; p = 0,113	X^2 =6,833; p = <0,001*
Esforço físico	X^2 =0,429; p = 0,513	X^2 =1,449; p = 0,485
Tempo da deslocação	X^2 =4,619; p = 0,032*	-
Falta de segurança (tráfego)	-	-

* p-value (p) < 0.05 (estatisticamente significativo).

Em relação aos aspetos que as pessoas mais apreciam quando se deslocam a pé, foi possível identificar que não ter custos é um aspeto associado às participantes femininas (X^2 (1, N = 573) = 5,914, p <0,015), ao passo que ser um modo de deslocação sustentável é mais associado aos elementos masculinos (X^2 (1, N = 573) = 8,136, p <0,004).Verificou-se que fazer exercício físico é um aspeto associado aos pedestres com idade ≥65 anos, ao passo que ser um modo de deslocação sem custos está mais associado aos escalões mais jovens (≤24).

Por último, no que respeita aos aspetos que os participantes menos apreciam quando se deslocam a pé, foi possível verificar que o tempo da deslocação é um aspeto associado aos elementos do género masculino, X^2 (1, N = 573) = 4,619, p <0,032, enquanto circular a pé em passeios inadequados é um aspeto associado aos pedestres mais idosos.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi o de analisar, através de um inquérito, a utilização do modo pedonal nas deslocações habituais na cidade do Porto, os motivos da sua não utilização, e as percepções das pessoas sobre esse modo. O estudo permitiu identificar que mais de metade dos inquiridos utiliza diária ou regularmente o modo pedonal nas suas deslocações habituais, sobretudo por motivos de deslocação para o trabalho e para a universidade/escola. Esta conclusão corrobora estudos anteriores em outras cidades, onde se demonstra que as deslocações a pé por motivos utilitários são as predominantes (Doescher *et al.*, 2014). Todavia, a percentagem dos que nunca ou raramente andam a pé como principal forma de transporte é elevada (43%), indicando que existe potencial para aumentar a componente pedonal nas deslocações, seja de forma exclusiva ou combinada com outros transportes. Para 79% destes inquiridos, a distância é a principal razão para não andar a pé, o que corrobora estudos anteriores sobre o efeito da distância na utilização do modo pedonal (Ribeiro e Fonseca, 2022). Para atenuar este problema será importante implementar medidas que incentivem a utilização do modo pedonal de forma combinada com o transporte público, melhorando o respetivo serviço ao nível da cobertura territorial, frequência, horários e custo.

Em relação aos percursos pedonais preferidos, a preferência de 57% dos inquiridos recaiu sobre os trajetos mais curtos, o que reflete mais uma vez o fator limitativo da distância. A preferência por estes percursos está associada ao grupo etário mais jovem (≤24 anos), o que poderá ser explicado pelo motivo utilitário das deslocações deste grupo (para a universidade/escola). Porém, estudos recentes revelam que os estudantes têm preferência pelo automóvel mesmo para curtas distâncias (Ribeiro e Fonseca, 2022). Como os hábitos de transporte nestas faixas etárias tendem a perpetuar-se no futuro, é importante intervir junto da população jovem para a convencer a utilizar modos de transporte sustentáveis e ativos. No caso dos idosos foi identificada uma associação com a presença de árvores, o que poderá relacionar-se com a proteção, conforto térmico e efeito estético que as árvores oferecem. Com efeito, a literatura indica que a presença de vegetação aumenta a frequência e a duração da atividade pedonal (Zang *et al.*, 2020), pelo que a inclusão de vegetação deve ser tida em conta no planeamento e design dos espaços públicos.

No que respeita aos aspetos que as pessoas mais apreciam quando andam a pé, foi possível identificar que fazer exercício físico e não ter custos foram os dois aspetos positivos mais apontados. A perceção de fazer exercício físico enquanto se anda está associada aos idosos, o que sugere uma maior preocupação desta população em manter-se saudável e ativa por meio das deslocações a pé e das caminhadas. Andar a pé por motivos de lazer é a principal forma de atividade física entre os idosos pelo facto de não envolver nenhum custo e de poder ser articulada com outras atividades diárias (Liu *et al.*, 2020). Não ter custos foi um aspeto positivo associado à população jovem e feminina. Isso poderá explicar-se pela menor disponibilidade económica dos jovens (maioritariamente estudantes), que não têm uma fonte regular de rendimentos, bem como pela maior desigualdade das mulheres no acesso a outras opções de transporte, devido a um menor rendimento. Nota ainda para o facto de andar a pé não ter sido percecionado pela maioria dos participantes como uma forma sustentável de deslocação. Relativamente aos aspetos menos apreciados, andar a pé com más condições atmosféricas foi o aspeto mais reportado, o que cria alguns desafios em termos de planeamento urbano, dada a dificuldade em proteger os espaços públicos exteriores da chuva e do vento. Nota ainda para o facto das ruas com pavimentos em mau estado de conservação serem particularmente críticas para os idosos que são mais vulneráveis a quedas e acidentes.

Por último, este estudo apresentação algumas limitações que devem ser referidas. Os resultados baseiam-se num inquérito, podendo haver inconsistências entre as respostas dadas e os comportamentos individuais dos inquiridos. As preferências da população idosa encontram-se sub-representadas devido à maior dificuldade em envolver este grupo etário através de um inquérito online. Além disso, os resultados foram analisados com recurso ao método do qui-quadrado, mas admite-se que a utilização de métodos multivariados possa fornecer um quadro mais amplo sobre os determinantes das deslocações a pé. Por último, a análise das preferências não tem em conta a frequência das deslocações a pé. Em futuros estudos, os autores pretendem analisar estes aspetos não explorados neste artigo por forma a entender melhor o quadro geral da mobilidade pedonal na cidade. Não obstante estas limitações, este estudo revela que há potencial para tornar a mobilidade no Porto mais sustentável e ativa, seja através de medidas de planeamento urbano e dos transportes que respondam às perceções e necessidades específicas dos vários grupos demográficos, seja através de ações de sensibilização para que esses grupos alterem os seus hábitos de mobilidade. Dessa forma, será possível criar uma cidade mais ativa, sustentável e inclusiva.

6 REFERÊNCIAS

Corazza, M., Di Mascio, P. e Moretti, L. (2018) Management of sidewalk maintenance to improve walking comfort for senior Citizens, **WIT Transactions on the Built Environment**, 176**,** 195-206.

Doescher, M., Lee, C., Berke, E., Adachi-Mejia, A., Lee, C., Stewart, O., Patterson, D., Hurvitz, P., Carlos, H., Duncan, G. e Moudon, A. (2014) The built environment and utilitarian walking in small U.S. towns, **Preventive Medicine**, 69**,** 80-86.

EEA-European Environment Agency (2019) **Exposure of Europe's population to environmental noise**, Copenhagen: EEA.

EEA-European Environment Agency (2022) **Health impacts of air pollution in Europe**, Copenhagen: EEA.

Eurostat (2022) **Urban-rural Europe: Demographic developments in cities**, Brussels.

Ewing, R. e Handy, S. (2009) Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability, **Journal of Urban Design**, 14**,** 65-84.

Ferrari, D. (2022) **Partnership for active travel and health: Make way for walking and cycling**, Brussels, European Cyclists' Federation.

Fonseca, F., Conticelli, E., Papageorgiou, G., Ribeiro, P., Jabbari, M., Tondelli, S. e Ramos, R. (2021) Levels and characteristics of utilitarian walking in the central areas of the cities of Bologna and Porto, **Sustainability**, 13.

Fonseca, F., Ribeiro, P., Conticelli, E., Jabbari, M., Papageorgiou, G., Tondelli, S. e Ramos, R. (2022) Built environment attributes and their influence on walkability, **International Journal of Sustainable Transportation**, 16**,** 660-679.

Frank, L., Sallis, J., Saelens, B., Leary, L., Cain, L., Conway, T. e Hess, P. (2010) The development of a walkability index: Application to the neighborhood quality of life study, **British Journal of Sports Medicine**, 44**,** 924-933.
INE-Instituto Nacional De Estatística (2019) **Estimativas da população residente em 2019**, Lisboa: INE.

Khomenko, S., Cirach, M., Pereira-Barboza, E., Mueller, N., Barrera-Gómez, J., Rojas-Rueda, D., De Hoogh, K., Hoek, G. e Nieuwenhuijsen, M. (2021) Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment, **The Lancet Planetary Health**, 5**,** e121-e134.

Koohsari, M., Badland, H., Sugiyama, T., Mavoa, S., Christian, H. e Giles-Corti, B. (2015) Mismatch between Perceived and Objectively Measured Land Use Mix and Street Connectivity: Associations with Neighborhood Walking, **Journal of Urban Health**, 92**,** 242-252.

Liu, Z., Kemperman, A. e Timmermans, H. (2020) Correlates of older adults' walking trip duration, **Journal of Transport and Health**, 18.

Psara, O., Fonseca, F., Nisiforou, O. e Ramos, R. (2023) Evaluation of urban sustainability based on transportation and green spaces: The case of Limassol, Cyprus, **Sustainability**, 15.

RCM-Resolução Do Conselho De Ministros (2023) **Aprova a Estratégia Nacional para a Mobilidade Ativa Pedonal 2030 (Resolução n.º 67/2023)**: Diário da República, 1.ª série de 7 de julho de 2023.

Ribeiro, A. e Hoffimann, E. (2018) Development of a neighbourhood walkability index for porto metropolitan area. How strongly is walkability associated with walking for transport?, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 15.

Ribeiro, P. e Fonseca, F. (2022) Students' home-university commuting patterns: A shift towards more sustainable modes of transport, **Case Studies on Transport Policy**, 10**,** 954-964.

Rišová, K. e Sládeková, M. (2020) Gender differences in a walking environment safety perception: A case study in a small town of Banská Bystrica (Slovakia), **Journal of Transport Geography**, 85.

SB-Statistisches Bundesamt (2023) **Europe in Figures: Emissions in the European Union** Berlin: Statistisches Bundesamt.

Weerakkody, U., Dover, J. W., Mitchell, P. e Reiling, K. (2018) Quantification of the traffic-generated particulate matter capture by plant species in a living wall and evaluation of the important leaf characteristics, **Science of the Total Environment**, 635**,** 1012-1024.

Zang, P., Liu, X., Zhao, Y., Guo, H., Lu, Y. e Xue, C. (2020) Article eye-level street greenery and walking behaviors of older adults, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17**,** 1-9.

AS PREFERÊNCIAS VISUAIS DO AMBIENTE URBANO COMO ESTÍMULO À CAMINHABILIDADE

G. Buose, V. Casarin, A. H. Pfützenreuter

RESUMO

O estudo investigou as preferências visuais dos pedestres no ambiente urbano, visando entender como essas preferências influenciam sua satisfação e uso do espaço. A pesquisa utilizou um fotoquestionário online, no qual os participantes avaliaram imagens urbanas em termos de agradabilidade e complexidade da paisagem. Os resultados apontam que os elementos visuais como a conservação das calçadas, áreas verdes arborizadas, integração entre a arquitetura e a paisagem circundante são valorizados pelos pedestres. A relação entre o prazer visual e a preferência do ambiente urbano sugerem que melhorias visuais podem aumentar a satisfação dos pedestres e promover o uso ativo dos espaços urbanos. As implicações para o planejamento urbano destacam a necessidade de considerar as dinâmicas visuais na criação de ambientes urbanos agradáveis, saudáveis e acessíveis.

1 INTRODUÇÃO

A agradabilidade do espaço urbano relaciona-se a sua qualidade visual, sendo um meio influenciador da qualidade de vida das pessoas (Nasar; 1988, 1997). A experiência do pedestre no ambiente urbano é influenciada por vários fatores, incluindo sociais, culturais e ambientais. Entre esses aspectos, a estética visual desempenha um papel de relevância significativa na percepção e na forma de como os pedestres se envolvem com os espaços urbanos. Estudos realizados demonstram que determinadas paisagens urbanas preferíveis contribuem para a satisfação do pedestre e tem um maior envolvimento com o ambiente (Nasar,1988).

Viver a cidade é uma experiência fundamental na apropriação dos espaços públicos. Para Gehl (2013) esta é a possibilidade de colocar as pessoas no centro do planejamento urbano. Criar espaços agradáveis de serem utilizados e que transmitem boas sensações. Transformar as cidades em lugares atraentes, inclusivas onde as pessoas sintam-se conectadas com o espaço é essencial para a qualidade de vida.

Lynch (1999) expõe que no aspecto visual da cidade, qualquer pessoa poderia facilmente se perder. Para lidar com essa possibilidade constroem-se internamente marcos referenciais, caminhos, elementos que possam ser usados para referenciar. As pessoas possuem preferências em vários aspectos da cidade. O autor argumenta que as imagens da cidade são construídas com base nas experiências e destaca a importância dos caminhos ou percursos

no cotidiano das pessoas. Entretanto, esses locais devem ser legíveis, coerentes e atrativos, para proporcionar uma experiência agradável e intuitiva.

O objetivo deste estudo é explorar as preferências visuais do ambiente urbano do ponto de vista do pedestre, por meio de uma pesquisa imagética. Compreender as preferências visuais são fundamentais para o planejamento e o design urbano, para orientar a tomada de decisões para a definição de espaços mais acessíveis e agradáveis.

A generalidade de preferências e a subjetividade da escolha dos lugares presumivelmente preferidos podem caracterizar as percepções individuais, entretanto a coletividade das informações, suas congruências e divergências podem abarcar a imagem da cidade abrangente e formada por pessoas com diferentes anseios, culturas e expectativas.

Entender as influências visuais do ambiente urbano na perspectiva do pedestre é fundamental para o planejamento das cidades. A importância relativa à qualidade de vida em áreas urbanas, a percepção intrínseca de suas paisagens, destaca-se no debate interdisciplinar sobre o desenho urbano e as dinâmicas de interação e mobilidade do pedestre.

2 IDENTIDADE DO LUGAR

Lynch (1999) reconhece a importância do estudo da identidade dos lugares e da estruturação destes no meio urbano, logo traz a relevância do significado de sentido de lugar, no qual são espaços, onde as pessoas vivem, moram e realizaram atividades provocando ligações entre homem e lugar (Alves, 2003).

A imagem ambiental representa continuidade, estabilidade e segurança. Para Lynch (1999), a legibilidade refere-se à qualidade visual, clareza e facilidade de reconhecer os espaços. Uma cidade legível é aquela em que os marcos são facilmente identificáveis, que proporciona orientação. A legibilidade é essencial às pessoas, para que essas orientem-se adequadamente na paisagem urbana.

A imageabilidade está relacionada à capacidade de um objeto, ou espaço ser facilmente lembrado pelas pessoas que o observaram, se refere às formas que facilitam a criação de imagens mentais claramente identificáveis e orientadoras no ambiente urbano. Assim como os marcos e pontos nodais, a imageabilidade é fundamental para a orientação na paisagem, especialmente aqueles que têm algum comprometimento referente à percepção do ambiente físico, como pessoas com baixa visão. Uma cidade legível e clara é facilmente imaginável, e as imagens mentais associadas a ela são prontamente identificáveis. Uma cidade altamente imageável é bem formada e promove uma boa orientação ao pedestre.

Russell (1988) destaca as avaliações afetivas como sendo julgamentos emocionais sobre os espaços habitados, como residências e percursos diários para o trabalho, entre outros. Essas avaliações influenciam as emoções e comportamentos, afetando não apenas o bem-estar emocional, mas também a saúde física e mental. É importante considerar como as pessoas avaliam afetivamente os espaços urbanos, pois isso pode ter um impacto significativo em sua qualidade de vida e engajamento com o ambiente.

2.1 Agradabilidade e Complexidade na paisagem

A qualidade ambiental em um espaço urbano está intrinsecamente ligada ao bem-estar visual, que por sua vez se associa à estética e à agradabilidade percebida pelos usuários desse espaço. Segundo Nasar (1998), a agradabilidade se refere à probabilidade de um local evocar uma resposta favorável entre aqueles que o vivenciam. O autor sugere que a agradabilidade está ligada à manutenção do ambiente urbano e abrange critérios de complexidade, ordem e coerência. A complexidade, conforme definida por Nasar (1998) e Rapoport (1978), relaciona-se à variabilidade dos elementos presentes, posicionando-se entre a monotonia e o caos. Kaplan e Kaplan (1978) consideram a complexidade como a variabilidade e quantidade de elementos em determinado local. Os cenários preferidos tendem a ser aqueles que oferecem oportunidades para o indivíduo se desenvolver, onde suas capacidades podem ser plenamente aplicadas e suas necessidades atendidas. Em contraste, ambientes que o indivíduo se sente incapacitado ou ineficiente são geralmente menos desejados.

Nasar (1988) afirma que elementos de agradabilidade urbana ou elementos físicos avaliados como agradáveis pelas pessoas na aparência da paisagem se relacionam à presença de vegetação, água, montanhas, espaços bem conservados e limpos, além de locais abertos com vistas amplas. Já as paisagens percebidas como desfavoráveis aos olhos dos observadores geralmente consistem em áreas degradadas, depredadas, negligenciadas e com escassa relevância histórica. Essa perspectiva é sustentada por estudos de Nasar (1988, 1998), Kaplan e Kaplan (1989) e Rapoport (1978). Nasar (1988, 1998) ainda reitera que a bagunça ou o caos na cidade causados por depredações, lixo, edificações abandonadas causam a sensação de medo, podendo evocar um sentimento de ansiedade.

O favoritismo de um indivíduo por uma paisagem específica pode ser influenciada por sentimentos de apreço ou repulsa em relação a esse lugar. Segundo Tuan (1980), o sentimento positivo que as pessoas têm em relação a um ambiente, ou a ligação afetiva com ele, é denominada topofilia. Em contrapartida, a sensação negativa por certos locais é descrita por ele como topofobia.

Lynch (1999) enfatiza que clareza e legibilidade são necessárias para que uma cidade seja considerada agradável, embora não sejam critérios únicos. A imagem mental que uma pessoa construiu de um local tem importância destacada. De forma complementar, Kaplan e Kaplan (1978) reforçam que reconhecer ambientes é parte intrínseca do processo de locomoção dos indivíduos, sendo que indicadores dos sentidos sensoriais humanos, como movimento e olfato são frequentemente utilizados.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica empregada foi dividida em duas etapas e baseada em uma pesquisa imagética composta por fotoquestionário online, trabalhado em conjunto com a matriz (modelo circumplexo) de Russel (1980), que contribuiu às análises dos resultados. A primeira etapa consistiu em solicitar para um grupo de especialistas da área da arquitetura, imagens de locais que consideravam agradáveis e desagradáveis para caminhar.

Posteriormente a essa fase essas imagens foram compiladas em um fotoquestionário distribuído de forma online e aleatória sem um critério de público específico. A decisão pela distribuição do questionário via internet decorreu de sua praticidade na coleta de respostas e da conveniência em obter um retorno mais amplo em um intervalo de tempo limitado.

Em relação à captação das imagens contou-se com a participação de profissionais da área, de ambos os sexos e idades diversas. As fotos fornecidas nesse primeiro momento foram fundamentais para o desenvolvimento da segunda parte da pesquisa, a elaboração do fotoquestionário.

As fotografias utilizadas eram coloridas, de locais estimulantes e não estimulantes. Embora ignorem ruídos e odores, fornecem uma maneira conveniente de obter respostas dos lugares. Pesquisas consistentemente confirmam imagens coloridas como uma medida válida de resposta no local, em especial para questões visuais (Sanoff, 1991).

Aos participantes foi solicitado avaliar cada imagem atribuindo-lhes uma pontuação numérica, com base em suas preferências pessoais. Por meio dessa escala numérica utilizou-se a matriz (modelo circumplexo) de Russell (1988) no processo de análise e interpretação dos resultados, sendo possível verificar as emoções e sentimentos associados a diferentes estímulos visuais. Para Russell, (1988) as avaliações afetivas podem ser divididas no grau em que um ambiente é percebido como positivo ou negativo, ou ao grau em que um ambiente é percebido como estimulante ou relaxante e precisam se concentrar nas dimensões descritivas, que são genuinamente utilizadas pelas pessoas ao avaliar locais. Isso exige a implementação de diversas estratégias investigativas. O objetivo desse método é obter uma compreensão mais profunda das percepções e preferências visuais dos participantes em relação aos locais urbanos apresentados nas imagens.

A matriz (ou modelo circumplexo) de Russell (1980) se organiza em torno de uma estrutura, composta por dois eixos bipolares, um horizontal e outro vertical, que variam do extremamente agradável ao extremamente desagradável e do extremamente estimulante ao soporífero, respectivamente. Assim, neste modelo circumplexo destaca-se quatro dimensões afetivas centrais para os ambientes: agradável (pleasant), estimulante (arousing), desagradável (unpleasant) e relaxante (relaxing). A primeira dimensão, que se opõe "agradável" a "desagradável", serve para identificar sentimentos gerais de bem-estar ou desconforto em relação a um espaço. Esta sinaliza aprovação ou desaprovação dos indivíduos sobre um ambiente específico. Já o contraponto entre "estimulante" e "relaxante" examina o grau de motivação ou calma que um ambiente provoca. Esta dimensão aponta o entusiasmo ativado ou tranquilo que um indivíduo pode se sentir em determinado local.

Russel (1980) desenvolveu este modelo circumplexo categorizando o que ele acreditava serem todas as possíveis emoções em relação aos ambientes, de modo a tonar as pesquisas neste âmbito mais objetivas. Ao utilizar esta matriz capta-se nuances afetivas, identificando o ambiente percebido de maneira positiva ou negativa, a natureza e intensidade destas percepções. As análise geram a representação visual das respostas emocionais dos participantes diante das propostas avaliadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio das 52 respostas do questionário online distribuídas ao público em geral, foram examinadas as imagens de locais categorizados pelos participantes como preferenciais ou não para caminhadas. Em seguida, a análise da complexidade e agradabilidade foi realizada pelas informações do fotoquestionário. A Figura 1 representa cenas utilizadas no fotoquestionário, organizadas em agradáveis à caminhada e desagradáveis à caminhada de acordo com os participantes da pesquisa.

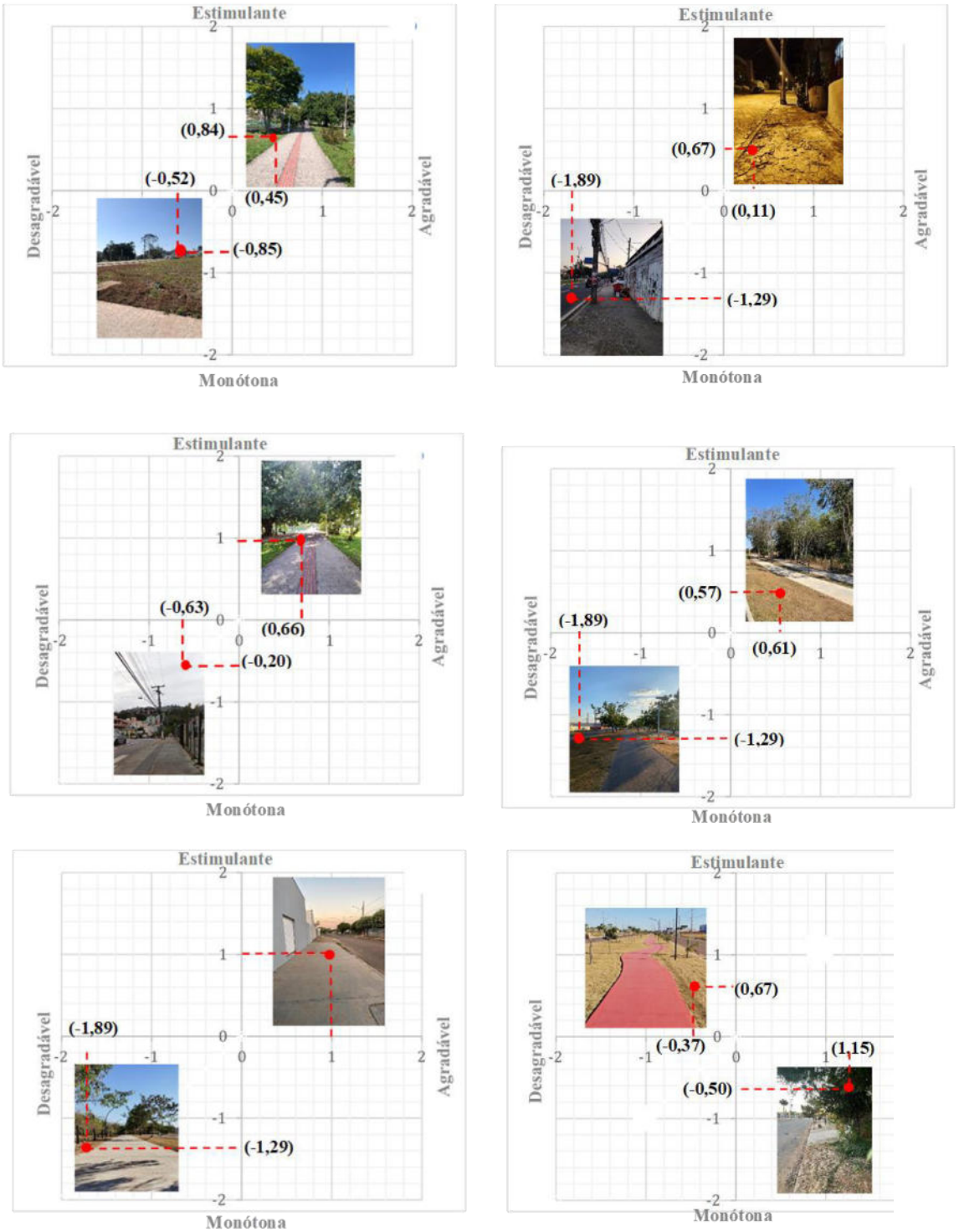


Fig. 1 Representação imagética da qualidade afetiva de ambientes.

Nota-se a presença consistente de elementos como vegetação, arborização e calçamento, que contribuem para uma atmosfera visualmente atraente e torna o ambiente mais agradável e estimulante para os pedestres. As imagens avaliadas como desagradáveis ou monótonas revelam a ausência de vegetação, poucos elementos atraentes na paisagem e falta de infraestrutura no calçamento.

Os planos cartesianos apresentados ilustram matrizes individuais para cada média dos resultados obtidos, considerando a complexidade e a agradabilidade. Nesse contexto, o eixo ‘x’ simboliza a agradabilidade, enquanto o eixo ‘y’ denota a complexidade.

Por meio da análise das fotografias fornecidas pelos especialistas, observou-se que em paisagens caminháveis por eles fotografadas propícias ao ato de caminhar se entrelaça com características urbanísticas bem definidas. Isso se manifesta, sobretudo, na presença consistente de vegetação, em calçadas com infraestrutura adequada e em espaços limpos e bem conservados ecoando os achados propostos por Nasar (1988). O oposto ocorre em locais que possuem a ausência dessas características expostas nas figuras anteriores. A amplitude das calçadas, também evidenciada nas imagens, ressaltam a relevância de se considerar tais elementos na formulação do ambiente urbano propício ao pedestre.

A matriz subsequente, representado pela Figura 2, sintetiza os resultados alcançados, pelos pontos organizados em diferentes quadrantes conforme apresentado por Russel (1988) e ocorre uma sobreposição entre elas, ilustrando as inter-relações e preferências.

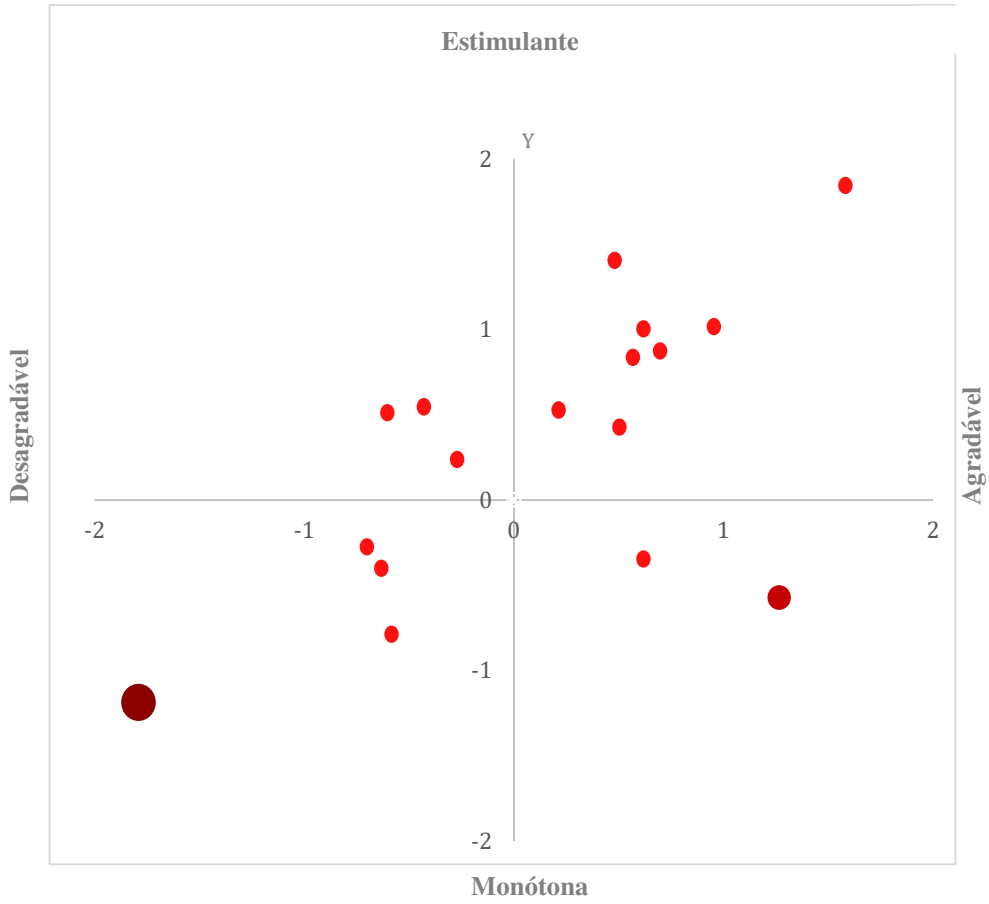


Fig. 2 Matriz síntese da qualidade afetiva de ambientes.

Ao observar a sobreposição de alguns resultados, é possível identificar interações entre os diferentes elementos avaliados. Essa visualização proporciona informações importantes sobre as complexas dinâmicas urbanas, permitindo uma compreensão mais completa das relações entre os diversos aspectos do ambiente urbano, nela fica visível a preferencia ou não por alguns elementos o que faz com que alguns resultados se repitam.

Os dados coletados foram submetidos a uma análise qualitativa. Os resultados demonstraram uma preferência marcante dos passeios por determinadas características visuais. Dentre elas, destacam-se calçadas bem conservadas e amplas, espaços verdes arborizados, integração harmoniosa entre a arquitetura e a paisagem, além de iluminação pública bem distribuída, confirmando os achados de Nasar (1988).

Por outro lado, locais desprovidos de arborização, com calçadas expostas ao sol em sua totalidade, mal conservadas, e um ambiente pouco acolhedor não foram bem avaliados. Esses resultados corroboram pesquisas anteriores que apontam que a agradabilidade do ambiente está intrinsecamente relacionada à sua complexidade, ordem e coerência, conforme evidenciado em estudos de (Salingaros, 2000, 2006; Portela, 2003; Nasar 1988; 1998; Rapoport 1978; Kaplan e Kaplan, 1978).

Os resultados mostraram uma relação entre a preferência visual dos participantes e sua satisfação geral com o ambiente urbano. Indicando que melhorar os aspectos visuais nos espaços urbanos pode contribuir para uma maior satisfação do pedestre e promover a utilização ativa desses espaços. Ao coletar os dados identificou-se os padrões de preferência nas avaliações dos participantes. Favorecendo a compreensão das emoções e sentimentos evocados por diferentes características do ambiente urbano (Kaplan e Kaplan, 1978; Nasar 1988) e como essas percepções influenciam as escolhas dos pedestres.

Ao apresentar fotografias de lugares familiares tende-se a desencadear o conceito do indivíduo ou a representação interna daquele lugar, não havendo uma reação àquela cena de imediato, mas revivendo experiência e conhecimento sobre o local retratado (Herzog *et al,* 1976). Em teoria, as pessoas preferem os lugares estruturados fisicamente, para que assim sintam-se mais confortáveis e seguras em caminhar por aquele local.

Os resultados revelam os elementos visuais que são apreciados e desejados pelos pedestres, bem como aqueles que são considerados desfavoráveis. Essas descobertas podem embasar futuras intervenções e projetos de design urbano, buscando criar ambientes que sejam visualmente atrativos e que atendam às necessidades e preferências das pessoas.

5 CONSIDERAÇÕES

A relação das preferências visuais do pedestre com paisagens urbanas é por ambientes que os fornecem satisfações com as características como: presença de água, vegetação, natureza, infraestrutura. A cidade e as experiências vivenciadas pelas pessoas não são simples nem unidimensionais, mas são originadas das percepções sensoriais e afetivas atreladas ao reconhecimento de bem estar e a qualidade de apresentação do local.

De acordo com o que propõe Nasar (1998), a agradabilidade da paisagem segundo a abordagem teórica, também possui ligação com estado de conservação do espaço urbano. Aspectos esses que ficaram mais evidentes nas respostas dos participantes. Os espaços livres abertos e providos de vegetação nas cidades são reconciliação do ser humano com sua constituição natural e ambiental, priorizando a relevância e proteção à transformação em espaços mais agradáveis.

O indivíduo percebe visualmente uma série de elementos inseparáveis. Elementos que podem influenciar na paisagem e sua complexidade. Este estudo demonstrou a importância

da percepção visual do pedestre no ambiente urbano. A satisfação geral com o ambiente urbano foi fortemente influenciada pela preferência visual, sugerindo que melhorar os aspectos visuais pode ter um impacto positivo na experiência do pedestre e na utilização ativa dos espaços urbanos.

A principal contribuição deste estudo encontra-se na pesquisa imagética focada na representação das dissonâncias na paisagem. Torna-se evidente a relevância de uma análise que sobre a representação imagética das incongruências na paisagem. Em diversos estudos, as avaliações frequentemente limitam-se à esfera textual, minimizando a expressividade visual dessas desarmonias. Ao enfatizar a representação gráfica dessas perturbações, transcende-se o domínio literário, que possibilita uma percepção imediata e concreta das dinâmicas paisagísticas discutidas.

A compreensão das emoções e sentimentos evocados por diferentes características do ambiente contribuem com um planejamento urbano e uma gestão urbana que considera as dinâmicas visuais do pedestre ao projetar e desenvolve ambientes urbanos mais amigáveis e acessíveis, gerando espaços mais atraentes.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa ao primeiro autor, a qual permitiu a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. F. (2003) **Avaliação da Qualidade do Espaço Público Urbano. Proposta Metodológica**. Fundação Calouste Gulbernkian. 350 p.

ARIZA-ÁLVAREZ, A; ARRANZ, L, A; SORIA-LARA, J. A. (2019) Comparing walking accessibility variations between groceries and other retail activities for seniors. **Research in Transportation Economics**,(v. 87), p. 100745.

CERIN, E; NATHAN, A; VAN CAUWENBERG, J; BARNETT, D W.; BARNETT, A. (2017) The neighbourhood physical environment and active travel in older adults: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, (v. 14, n. 1), p. 15.

GEHL, J. (2013) **Cidades para pessoas**. São Paulo. Editora Perspectiva.

Herzog, T.R., Kaplan, S., Kaplan, R. (1976) The Prediction of Preference for Familiar Urban Places. Environ. Behav. 8, 627–645. https://doi.org/10.1177/001391657684008

KAPLAN, S; KAPLAN, R (1978). **Humanscape: environments for people**. Belmont, CA: Duxbury.

KAPLAN, R; KAPLAN, S. (1989) **The experience of nature: A psychological perspective**. Cambridge University Press.

LYNCH, K. (1999) **A imagem da cidade**. Ed. Martins Fontes. São Paulo.

NASAR, J. (1988) **Environmental Aesthetics.** New York: Cambridge University Press,

NASAR, J. (1997) **The Evaluative Image of the City**. Thousand Oaks, California: Ed. SAGE Publications, Inc.

PORTELA, A. A. (2003) A qualidade visual dos centros de comércio e a legibilidade dos anúncios comerciais. Dissertação de Mestrado. UFRGS, PROPUR, Porto Alegre, 2003.

RUSSELL, J.A. (1988) **Affective appraisals of environments**, in: Nasar, J.L. (Ed.), Environmental Aesthetics. Cambridge University Press, p. 120–130.

RAPOPORT, A. (1978) **Aspectos humanos de la forma urbana: hacia uma confrontación de las ciências sociales com el diseño de la forma urbana.** Barcelona, Gustavo Gili.

SALINGAROS, N. A. (2000) Complexity and Urban Coherence. Journal of Urban Design, vol. 5. Ed: Carfax Publishing, Taylor & Francis Ltd. p. 291-316.

SALINGAROS, N. A. (2006) **A Theory of Architecture**. Solingen: UMBAU-VERLAG Harald Püschel.

SANOFF, H. (1991) **Visual research methods in design**. New York: Van Nostrand Reinhold.

TUAN, Y (1980). **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Trad. Lívia de Oliveira. São Paulo: DIFEL.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ACESSO AO SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS EM BELO HORIZONTE: UMA ANÁLISE COM BASE NAS ESTIMATIVAS DE EMBARQUE

P. R. S. Monteiro, V. L. Migliorini,
C.F.F. Lobo, D.A. Lessa

RESUMO

O transporte público por ônibus desempenha papel fundamental na mobilidade urbana e inclusão social. Considerando que o acesso aos sistemas de transportes nos centros urbanos é desigual, impõe-se aos mecanismos de gestão e planejamento dos transportes a necessidade de monitoramento por meio de indicadores sobre os sistemas de gerenciamento público. Nesse contexto, este artigo visa analisar a distribuição espacial do acesso ao sistema de transporte público de Belo Horizonte, tendo como base a estimativa de embarque para os dias úteis. Para tanto, utiliza-se técnicas de medidas de centralidade espacial (Centro Médio Ponderado), bem como medida de dispersão espacial (Distância Padrão) e densidade (Densidade de Kernel) para os embarques entre os anos de 2019 e 2023. Os resultados indicaram uma tendência de deslocamento dos embarques na porção setentrional do município de Belo Horizonte, bem como um menor crescimento da porção central (ainda que continue com alto poder de atração).

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é uma tendência mundial e tem causado mudanças significativas no ambiente urbano e social. O caso brasileiro não foi diferente. De acordo com o último Censo demográfico, realizado em 2022, estima-se que a população residente em áreas urbanas corresponde a cerca 85%. Esse grande volume de população urbana, especialmente nas metrópoles e grandes aglomerados, apresenta várias formas de uso e ocupação do solo têm resultado em estruturas urbanas com baixo desempenho em termos de mobilidade urbana (Gentil, 2015). Para Kneib (2016), o transporte público torna-se essencial aos deslocamentos médios e longos, pois permite conectar centralidades urbanas e fornecer acesso universal à cidade (Kneib, 2016).Por consequência, o transporte coletivo ganha uma importância significativa na estruturação e organização do território urbano, que é resultado em essência das relações e dinâmicas sociais de produção do espaço, bem como da interação entre o contexto urbano (ocupação, gestão e planejamento) e as condições da mobilidade efetivamente oferecidas e acessadas pela população. Com relação à ocupação urbana, é possível resumir que os deslocamentos urbanos são uma reação à disposição das habitações e das atividades econômicas e sociais no território, corroborando a estreita relação existente entre transportes e uso do solo. Abordar, de forma articulada e interdependente, estes dois aspectos (ocupação e mobilidade), observando seus atributos e necessidades, permite intervir de modo mais assertiva para a melhorar o cotidiano urbano. Nesse sentido, a forma de ocupação do território do município deve ser considerada como fator determinante para o sucesso, ou não, do sistema de transporte coletivo (Kneib, 2016).

A extensão das linhas para os subúrbios, não raro, exige que os ônibus se desloquem por áreas pouco ocupadas com baixa ou nenhuma demanda de usuários. Isso pode dificultar a disponibilidade de transporte público de qualidade em cidades. Como os ônibus percorrem mais quilômetros sem o transporte adequado de passageiros, isso aumenta os custos operacionais do sistema. A expansão territorial urbana pode ser analisada por meio de uma abordagem microeconômica, como as teorias de localização.

Estudos recentes, como Cardoso et al. (2020) e Litman (2016), indicam que características relacionadas à habitação são mais importantes do que fatores relacionados à viagem. As melhorias no transporte têm resultado em redução dos tempos de viagem e gastos das famílias com viagens de longa distância. No entanto, deve-se ressaltar que as viagens de longa distância são relativamente baratas, pois as pessoas não pagam todos os custos. Além disso, os preços do transporte público costumam ser regressivos (os preços por quilômetro são mais baixos para longas distâncias do que para curtas distâncias), o que estimula o consumo excessivo de viagens de longa distância, explicando a expansão urbana na maioria dos países ocidentais nas últimas décadas (Cai e Xiao, 2016).

Diante desse contexto, embora a acessibilidade possa ser considerada e analisada de forma mais ampla, este artigo visa abordar a acessibilidade sob a ótica da distribuição espacial do acesso ao sistema de transporte público de Belo Horizonte, tendo como base a quantidade estimada de embarques georreferenciados por ponto de embarque e desembarque (PED), medidas para os dias úteis. Este recorte, mesmo eventualmente entendido como limitação, não compromete o conceito e a abordagem proposta. Para tanto, utiliza-se técnicas de geoestatísticas: medidas de centralidade espacial (Centro Médio Ponderado), bem como medida de dispersão espacial (Distância Padrão) e estimador de densidade (Densidade de Kernel) para avaliar a variação da distribuição espacial dos embarques entre os anos de 2019 e 2023.

Indicadores sobre a distribuição espacial do acesso a rede de transporte por ônibus, como proposto neste trabalho, podem ser úteis aos processos de gestão e planejamento da oferta de pontos de embarque e das próprias linhas de ônibus, bem como dos demais sistemas. No limite, também são essenciais ao próprio planejamento urbano metropolitano, uma vez que tem implicações diretas na forma e no uso do território urbano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de acessibilidade tem papel central na produção do espaço e no desenvolvimento urbano. Há pelo menos um século esse conceito tem sido discutido em diferentes vertentes do conhecimento científico, figurando com destaque nas áreas de planejamento urbano, geografia e engenharia dos transportes (Vulevic, 2016). Desde a sua primeira definição na literatura como o potencial de oportunidades de interação (Hansen, 1959), o termo tem assumido uma variedade de significados. Ao longo desse período, a compreensão do conceito evoluiu, incorporando e, por vezes, desconsiderando novas ideias, dimensões e significados (Levine, 2020).

O termo, em particular, é visto como um conceito complexo e de difícil mensuração (Geurs e Van Wee, 2004). Muitas vezes, seu uso generalizado leva a interpretações imprecisas, às vezes sendo tratada erroneamente como sinônimo de outros termos, inclusive o de mobilidade (Koenig, 1980). O conceito, portanto, pode ser relacionado aos padrões de uso do solo (Cervero, 1989); às dinâmicas e medidas de segregação socioespacial (Bocarejo e Oviedo, 2012); o acesso aos bens e serviços, bem como à infraestrutura de transporte (Ewing e Handy, 2009). Como Gould (1969, p. 64) observou na década de 1960, "a acessibilidade é uma noção difícil de definir (...) todos usam até confrontarem-se com o desafio de defini-lo e medi-lo!"

Os estudos envolvendo a acessibilidade variam em diversas dimensões, incluindo abordagens de quantificação, níveis de agregação e medição baseada na perspectiva das pessoas versus dos lugares (Geurs e van Wee, 2004). São dedicados importantes esforços para medir as oportunidades potenciais de acesso relativas à *location-based* (Handy e Niemeier, 1997), que analisam as configurações espaciais e utilizam a localização como atributo central de análise; e à *person-based* (Neutens *et al.*, 2010), que consideram as características dos agentes urbanos que se deslocam (Geurs e Van Wee, 2004). O leitor interessado em um artigo de revisão sobre o conceito mais abrangente de acessibilidade deve consultar publicações tais como Handy e Neimeyer (1997), Geurs e van Wee (2004).

2.1 Medidas de concentração, dispersão e distribuição espacial

A estatística espacial pode ser definida como um conjunto de métodos e técnicas que tem como objetivo a análise de padrões, tendências e distribuições espacial de dados, que, em geral, são em contextos georreferenciados e por meio dos chamados sistemas de informações geográficas. Diferente da estatística convencional, que considera observações independentes de sua posição, a estatística espacial leva em conta a localização geográfica e examina como essa proximidade influencia os padrões estatísticos (Santos, 2010). Uma dessas medidas de distribuição espacial é o centro médio. O Centro Médio (CM) consiste na coordenada x e y média de todos os pontos na área de estudo, sendo útil para rastrear alterações na distribuição ou comparar distribuições de diferentes tipos de conjuntos de dados. É equivalente à média aritmética da estatística clássica, sendo útil para analisar mudanças na distribuição espacial ao longo do tempo. Ao considerar pesos distintos para cada ponto, o Centro Médio Ponderado (CMP) permite analisar o comportamento espacial do fenômeno associados a esses pontos (Tartaruga, 2009). A depender das medidas de dispersão, o CM também indica a área de maior concentração dos pontos, por conseguinte variável ou do indicador avaliado.

Já a Distância Padrão (DP) é utilizada para medir o grau dispersão das observações, indicando o que concentradas ou dispersas estão em torno do centro médio (ponderado ou não). Tem-se, nesse caso, o valor de distância único que representa o padrão de dispersão dos recursos em torno do centro. De forma similar ao centro Médio, a DP também pode ser calculada considerando pesos distintos, dado que cada ponto que representa uma determinada distribuição pode requerer diferentes níveis de relevância. A DP é uma estatística útil, pois fornece uma única medida resumida da distribuição de recursos em torno de seu centro, equivalente ao modo como um desvio padrão que mede a distribuição dos valores dos dados em torno do ponto central. Para efeito de interpretação, quanto maior a distância padrão de um conjunto de dados, mais dispersa tende ser a amostra em torno do centro médio; e quanto menor essa distância, mais concentrada é a amostra (Tartaruga, 2009).

Apesar de sua aplicabilidade e sensibilidade como medidas centralidade e dispersão, o CM e a DP podem induzir interpretações equivocadas, especialmente quando a distribuição espacial apresentar dois ou mais áreas de concentração. Torna-se, importante, considerar a utilização de medidas de densidade. Em uma perspectiva estatística, os processos pontuais consistem em pontos distribuídos de maneira irregular em uma área, originados por um mecanismo estocástico.

O Estimador de Densidade de Kernel (DK) é uma técnica estatística utilizada para determinar curvas de densidade em uma vizinhança ao redor de pontos de medição. Essencialmente, cria-se uma superfície suavemente curva sobre cada ponto, sendo seu valor mais elevado na localização do ponto e decrescendo à medida que a distância aumenta, alcançando zero no raio de pesquisa do ponto. A vizinhança é restrita a um formato circular, e o volume sob a superfície equivale ao valor da variável contida no ponto.

A densidade em cada célula na matriz de saída é calculada somando os valores das superfícies do kernel sobrepostas ao centro da célula *raster* ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (Druck *et al.*, 2004). Trata-se de uma medida que é especialmente empregada quando se pretende visualizar a distribuição suave de dados, sendo particularmente útil em contextos nos quais se busca identificar padrões ou concentrações em conjuntos de observações pontuais. O Mapa de Kernel surge como uma alternativa para a análise geográfica de padrões comportamentais, sendo gerado por métodos de interpolação para representar a intensidade pontual do fenômeno em toda a região de estudo, proporcionando uma visão abrangente da intensidade do processo em diferentes áreas do mapa (Weber e Wollmann, 2016).

3 METODOLOGIA

A Prefeitura de Belo Horizonte passou a disponibilizar, em jun/2019, relatório operacional contendo a média horária de embarques realizados, em dias úteis, em cada um dos Pontos de Embarque e Desembarque (PED) atendido pelo sistema de transporte coletivo por ônibus municipal. Conforme detalhado por Anjos (2016), os embarques são estimados pelo cruzamento das informações dos horários de passagem de todos os veículos do sistema em todos os PEDs, devidamente georreferenciados, e os horários das validações dos cartões eletrônicos identificadas pelas catracas e para cada veículo do sistema. Com as informações diárias para cada PED do sistema de transporte, a PBH disponibiliza os dados médios por tipo de dia: dia útil, sábado e domingo.

Para análise da distribuição espacial dos embarques no sistema de transporte coletivo por ônibus de Belo Horizonte foi utilizada a base de dados de embarques por PED, disponibilizada em registros mensais pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH, 2023a). No caso específico dessa pesquisa, definiu-se o recorte temporal entre o início da série histórica de dados (jun/2019) e o último mês com dados disponíveis, quando da realização das análises (mai/2023). Ao todo são considerados 9.369 pontos nas análises realizadas. Com o acesso aos arquivos que dispõem da demanda média horária por PED para cada mês, inicia-se a primeira fase do trabalho, como representado na Fig. 1, visando a consolidação da base de dados com série histórica mensal, a partir de dados da PBH.

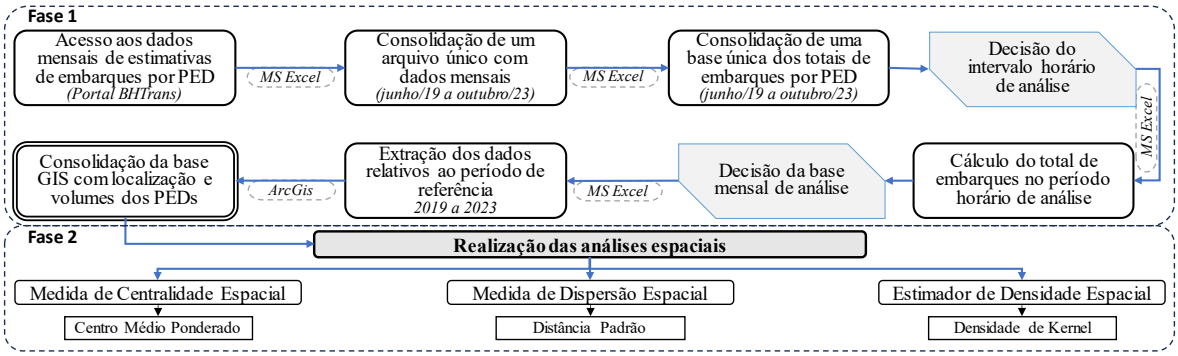


Fig. 1 - Consolidação da base e análises espaciais – etapas realizadas Fase 1 e Fase 2

A partir dos arquivos mensais, com estimativa do número médio de embarques por PED (endereço e coordenada X,Y) nos dias úteis, para cada linha e em cada intervalo horário do dia, consolidou-se um arquivo único, contendo o total médio de embarques por PED, discriminado por linha de transporte, em cada intervalo horário do dia, para cada mês do período analisado.

Em seguida, foi consolidada uma base única com total médio de embarques (soma das linhas), em cada intervalo horário do dia, para cada mês do período em cada um dos PEDs atendidos pelo serviço municipal convencional de transporte por ônibus de Belo Horizonte. Considerando que o objetivo deste artigo é avaliar a distribuição espacial dos embarques, de forma a compreender a dinâmica de todo o sistema, definiu-se que seriam considerados os valores de embarque registrados em todas as faixas horárias (total 24 horas). Com essa definição, calculou-se, a partir da base única, o total de embarques diários (24 horas) realizados em cada PED, em cada mês do período de análise (jun/19 a mai/23).

A etapa seguinte corresponde à consolidação dos dados mensais de 48 meses em dados médios para cada um dos 4 períodos de 12 meses (junho a maio) existentes entre jun/19 e mai/23. Ao final desta etapa tem-se 4 valores médios: ano 1 (jun/19 a mai/20), ano 2 (jun/20 a mai/21), ano 3 (jun/21 a mai/22) e ano 4 (jun/22 a mai/23) para o total de embarques realizados ao longo de todo o dia em cada um dos PEDs. Em seguida foi criado um arquivo GIS (*shapefile*) com todas as localizações georreferenciadas de cada PED e os respectivos valores médios para cada um dos 4 períodos de análise. Com a consolidação da base geográfica, inicia-se a realização das análises espaciais propriamente ditas (Fase 2), conforme apresentado na Fig. 1. Para tanto, foram utilizadas medidas de centralidade espacial (CMP), de dispersão espacial (DP) e de densidade espacial (DK).

Para a determinação do CMP, emprega-se como peso de ponderação a média de embarques em dias úteis como critério de ponderação no modelo. Os centros médios ponderados globais são computados para cada ano de análise (de 1 a 4), abrangendo a totalidade de PEDs do município, enquanto os centros médios ponderados específicos são calculados para cada regional do município. O mesmo princípio norteia o cálculo das distâncias padrões das distribuições de embarques por PEDs, com as distâncias padrões globais e regionais sendo determinadas para cada ano em questão, utilizando como peso de ponderação a média de embarques em dias úteis.

Quanto à análise baseada na de Densidade de Kernel, os mapas criados representam a média de embarques por dia útil para cada um dos quatro anos objeto de análise. A dimensão da célula de saída estabelecida para cada modelo é fixada em 50 metros, com o fator de unidade de área de saída definido em quilômetros quadrados. Consequentemente, a densidade de embarques é calculada por embarque por quilômetro quadrado.

O raio de pesquisa (largura de banda ou *bandwidth*) foi delimitado em 500 metros, uma vez que essa é a distância máxima entre os pontos no município, conforme definido pelos contratos de concessão do transporte coletivo, assinados em 2008 pelas atuais operadoras do sistema. Utilizando esse método, gerou-se um mapa classificado com níveis de densidades, que variam em função da cor e tonalidade, em que tons mais escuros indicam uma densidade de embarque por quilômetro quadrado mais elevada. Por contrapartida, tons mais claros refletem densidades de embarque mais baixas.

Essa abordagem facilita a análise visual, pois a identificação de uma faixa com tonalidade ou cor mais intensa (cor vinho, por exemplo) sugere uma concentração significativa, indicando que os pontos isolados estão próximos, gerando esse tipo de resultado. Assim, é possível inferir qual região corresponde ou apresenta uma concentração mais elevada de embarques. Para a realização dos indicadores citados nesta metodologia e para a análise dos dados, foi utilizado o software de geoprocessamento ArcGIS, desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da primeira técnica aplicada às médias diárias de embarques em cada PED, apresentado na Fig. 1, deriva o CMP, aplicado tanto de forma "global" quanto mais localizada, considerando individualmente cada uma das nove regionais administrativas de Belo Horizonte. Ao examinar inicialmente o deslocamento do CMP global, conforme ilustrado em detalhe na Fig. 2, é possível notar um movimento em direção norte. O deslocamento, mais proeminente entre o Ano 1 e o Ano 2, diminuiu em magnitude nos anos subsequentes, indicando uma tendência do CMP a retornar à sua posição original (Ano 1). Essa variação, especialmente entre o Ano 1 e Ano 2, pode ser justificada pela alteração expressiva nos padrões de deslocamento da população resultante da pandemia de COVID-19, evidenciando um aumento significativo da concentração de embarques em direção as áreas periféricas do município. Com a redução das medidas de isolamento ao longo do Ano 3 e Ano 4, observou-se uma tendência de retorno aos padrões de embarques observados no primeiro ano.

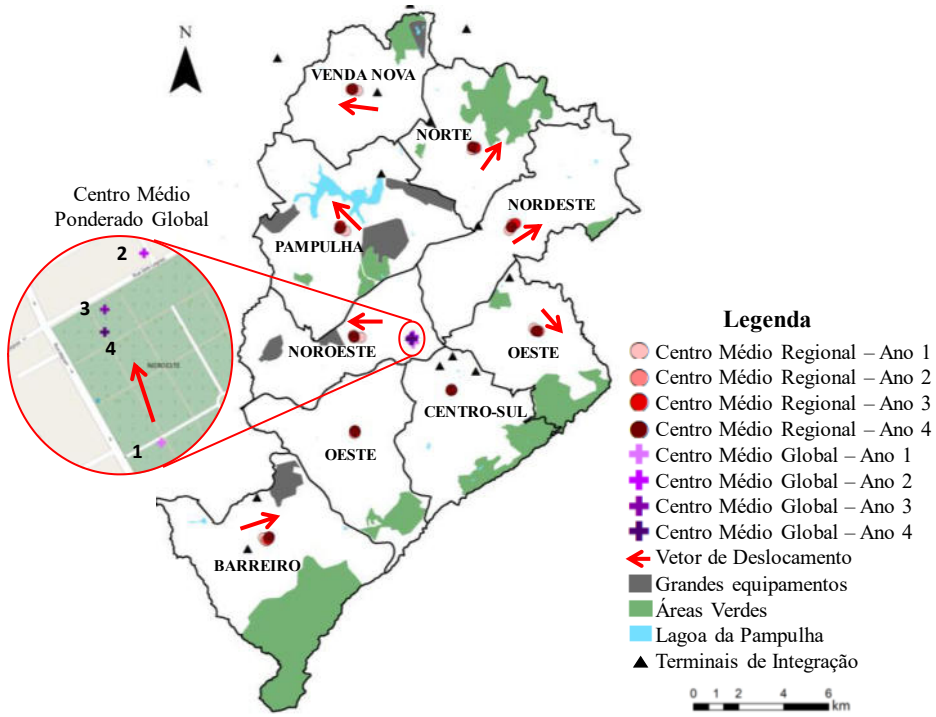


Fig. 2 Deslocamento espacial do Centro Médio Ponderado – Global e por Regionais, nos quatro períodos analisados

Esse padrão também pode ser observado ao analisar os deslocamentos dos CMPs por região. Conforme evidenciado também pela Fig. 2, os vetores de deslocamento revelam uma clara tendência de deslocamento dos CMPs no sentido das regiões extremas do município, especialmente nas regionais da porção central e norte do município (Venda Nova, Norte, Pampulha, Noroeste, Nordeste e Leste).

Por outro lado, as regionais Oeste e Centro-Sul apresentaram deslocamentos do Centro Médio Ponderado de magnitude reduzida, sem indicar alterações na tendência de deslocamento do centro de gravidade. Em contrapartida, a regional Barreiro, diferentemente das demais, exibiu um padrão de deslocamento do centro médio em direção à área central do município. Uma análise mais detalhada do deslocamento dos centros médios ponderados de cada regional para cada ano é apresentada na Fig. 3.

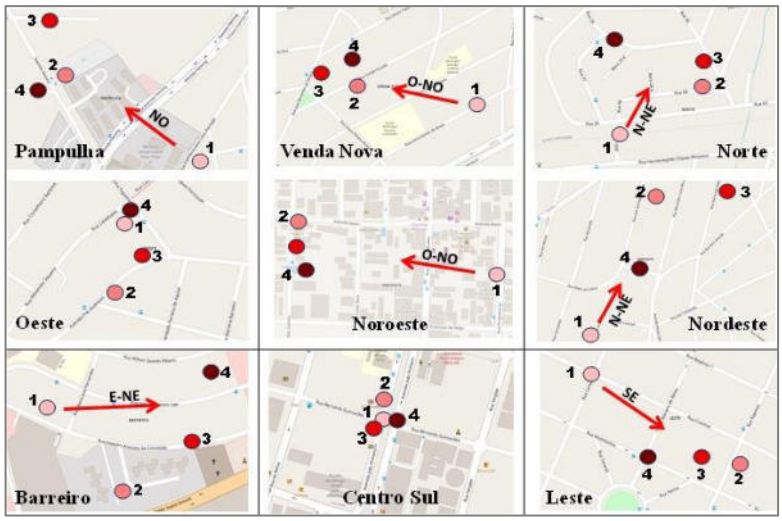


Fig. 3. Direções deslocamento espacial do Centro Médio Ponderado – por Regionais, nos quatro períodos analisados

A segundo conjunto de indicadores para a análise realizada com os dados diários de embarque focalizou-se na DP (medida de dispersão). A Fig. 4 ilustra a variação observada no valor da distância padrão, tendo como referência o Ano 1, tanto em termos globais, quanto para cada regional. Dessa maneira, variações positivas indicam um aumento da DP em relação ao Ano 1, enquanto variações negativas apontam reduções nesse indicador (tendência de distribuição centrípeta).

Similar ao que foi observado nos deslocamentos dos centros médios ponderados, os resultados para a DP global, considerando a totalidade do município de Belo Horizonte, revelam dois padrões distintos. Inicialmente, ao comparar o primeiro e o segundo período analisado (jun/19 a mai/20 e jun/19 a mai/21), é possível notar uma propensão à dispersão espacial dos embarques, com a DP calculada variando positivamente em 4,5%, equivalente a 293 metros. Em um segundo momento, após o término do segundo período analisado, observa-se uma tendência à concentração no número de embarques, retornando, contudo, a um índice de concentração ainda superior ao observado no primeiro ano de análise.

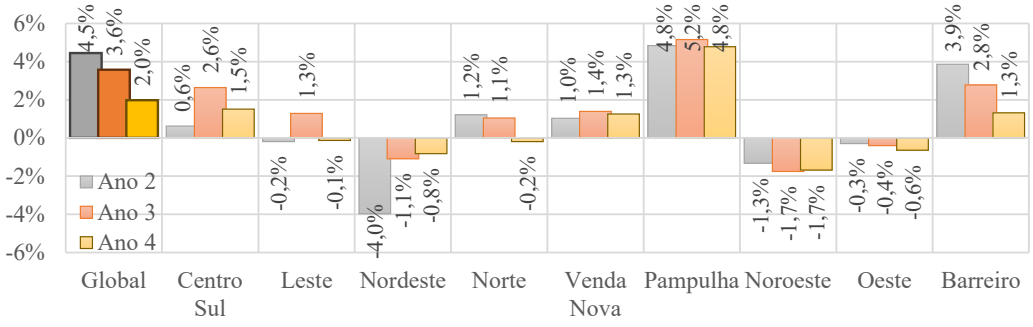


Fig. 4 Variação anual da Distância Padrão dos embarques – por Regionais

Ao analisar detalhadamente os resultados por regional, evidencia-se que as regionais Leste, Norte, Venda Nova e Oeste apresentam pequenas variações, tanto positivas quanto negativas, na distância padrão, o que sugere a inexistência de tendencia de dispersão direcional. Por outro lado, as regionais Centro Sul, Pampulha e Barreiro exibem variações positivas na DP, indicando uma dispersão mais ampla nos padrões de embarque.

No caso específico da regional Barreiro, nota-se um padrão de variação semelhante ao índice global, com um aumento significativo no Ano 2 e uma tendência de retorno aos valores originais nos anos subsequentes. A regional Noroeste, são observadas variações negativas na distância padrão, embora de magnitude reduzida, oscilando entre 1,3% e 1,7%. Por fim, a regional Nordeste, por sua vez, demonstra variações negativas na distância padrão, sendo o Ano 2 o de maior magnitude (4%), seguido por reduções nos anos subsequentes, mantendo-se, contudo, em território negativo.

O terceiro grupo de indicadores de análise foi obtido com os dados diários de embarque corresponde ao cálculo de superfícies de densidade de Kernel. Conforme descrito anteriormente na metodologia, as superfícies elaboradas têm como fator de unidade de área de saída definido em quilômetros quadrados. Desse modo, os resultados são apresentados em densidade de embarques por quilômetro quadrado. A Fig. 5 apresenta os resultados obtidos para primeiro e o último anos de análise.

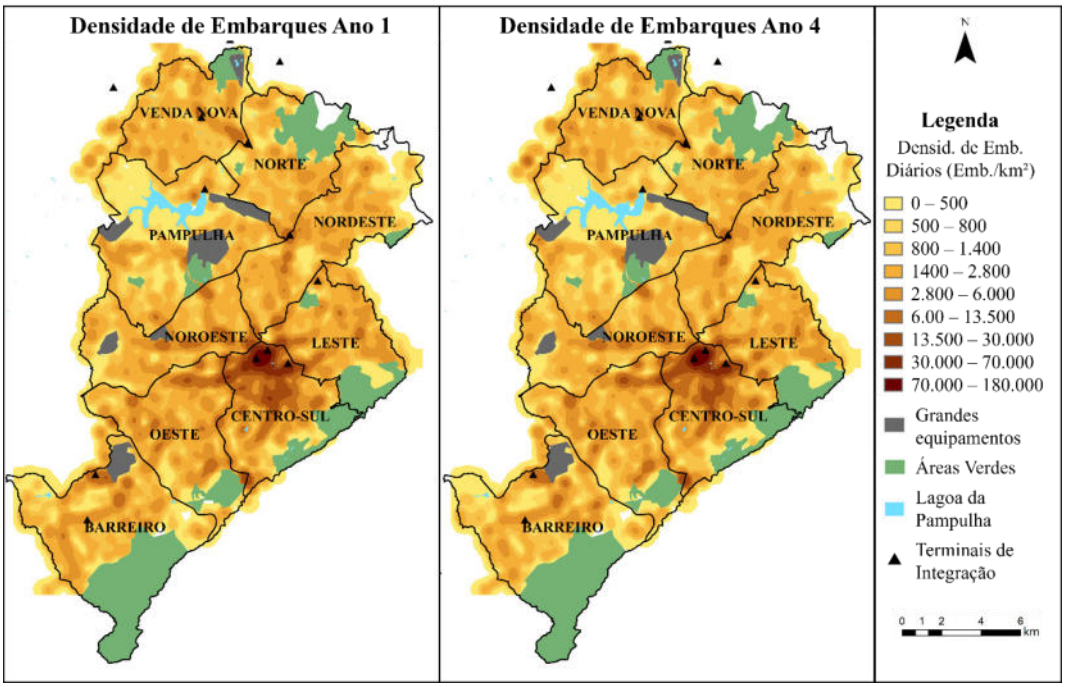


Fig. 5 Densidade de Kernel relativo ao total de embarques por PED

De um modo geral, como esperado, é possível notar, independentemente do ano em análise, uma significativa concentração de embarques na região central de Belo Horizonte, mais precisamente nas imediações próximas à Praça Sete de Setembro. Essa ocorrência é atribuída ao movimento pendular de passageiros entre os bairros periféricos e o centro do município, reflexo da elevada prevalência sistema de linhas radial/diametral de transporte por ônibus na capital. Além disso, identificam-se padrões lineares de densidade mais acentuada ao longo de corredores de transporte coletivo específicos.

Destaca-se também a presença de alguns focos de alta densidade de embarques nas proximidades de estações de integração do transporte coletivo de Belo Horizonte. Esses pontos específicos revelam uma correlação direta entre a presença de estações de integração e a concentração de atividades de embarque, evidenciando a importância estratégica desses locais no contexto do sistema de transporte público da cidade.

Ao analisar e comparar as densidades de embarques em cada ano, é possível identificar um padrão consistente nas viagens, onde regiões de baixa e alta densidade mantêm-se geralmente constantes. Contudo, destaca-se nitidamente uma variação na magnitude dos embarques ao longo dos anos, especialmente uma significativa variação negativa entre o Ano 1 e o Ano 2. Esta oscilação acentuada pode ser atribuída às medidas de isolamento social implementadas em resposta à pandemia de COVID-19.

É relevante salientar que ocorreu uma notável recuperação da demanda no Ano 3 e Ano 4, em decorrência das medidas de flexibilização social adotadas. No entanto, é importante observar que a demanda média diária registrada no Ano 4 é 7,1% inferior àquela observada no Ano 1 (PBH, 2023b). Essa diminuição expressiva sugere a persistência de impactos duradouros, mesmo após a fase de recuperação, destacando a influência prolongada das medidas de contenção da pandemia nos padrões de mobilidade da região em análise, afora a tendência existente antes mesmo da pandemia de redução no uso do transporte coletivo em Belo Horizonte.

Para ilustrar essa variação no espaço, a análise da variação espacial na densidade de embarques entre o Ano 2 e Ano 1 e Ano 4 e Ano 1 (Fig. 6), representado no primeiro mapa ("Ano 2 – Ano 1), nota-se uma preponderância de valores negativos, apontando para uma redução na densidade de embarques em toda a extensão do município, com uma expressiva intensificação nas áreas da regional Centro-Sul e nos principais corredores de transporte público.

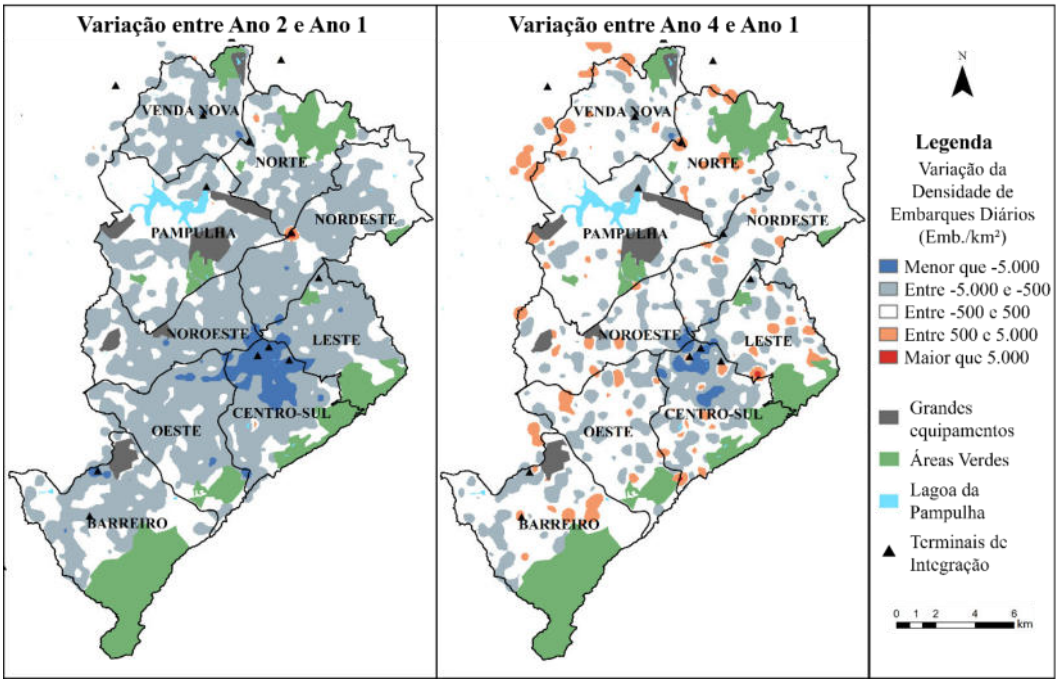


Fig. 6 Variações entre Ano 2 e Ano 1 ("Ano 2 – Ano 1") e entre Ano 4 e Ano 1 ("Ano 4 – Ano 1")

Ao analisar o segundo mapa (Ano 4 – Ano 1), nota-se uma transição de comportamento, com a diminuição dos valores negativos e a aumento de valores positivos em todo o território, sugerindo um aumento na densidade de embarques em áreas específicas, notadamente nas regionais Venda Nova, Norte e Leste. Este fato está em consonância com os resultados derivados da análise do centro médio ponderado, que apontou uma tendência de deslocamento em direção à porção norte do município. Importante ressaltar que esse fenômeno não denota um aumento global nos embarques, mas um potencial quadro reconfiguração dos locais de embarque proeminentes, considerando o intervalo temporal de quatro anos entre os conjuntos de dados.

Analisando os dados históricos de embarques ao longo do período, a média diária de embarques registrada no Ano 4 apresenta uma redução de 7,1% em relação à média do Ano 1. Essa disparidade também reflete a persistência da tendência de diminuição das densidades de embarques na região central do município, fazendo prevalecer, pelo menos pela análise desse recorte temporal, uma alteração na dinâmica da mobilidade no município que resultou na transformação da distribuição espacial dos fluxos de transporte público ao longo do tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte público por ônibus é um dos grandes desafios na atualidade, especialmente dado o intenso processo de urbanização, especialmente quando acompanhado de um forte processo de concentração espacial da população e das atividades econômicas nas metrópoles e grandes cidades, como acontece no caso brasileiro. No caso de Belo Horizonte, dada a prevalência quase absoluta do ônibus no sistema de transporte público/coletivo, a busca por eficiência e equidade de acesso esse desafio torna-se ainda maior. Entre as várias formas de se avaliar a acessibilidade ao sistema, a dimensão espacial assume especial relevância, na medida que reflete tendencias de distribuição de acesso no território.

Nesse sentido, a análise da distribuição espacial do acesso ao sistema de transporte público, como feito no caso desse trabalho, com base na quantidade estimada de embarques por ponto de embarque e desembarque (PED) pode ser crucial para compreender as dinâmicas de deslocamento na cidade e identificar possíveis desigualdades na distribuição espacial de acesso, indicando possíveis tendências de concentração ou dispersão nesse indicador. Sobre estes dados foram utilizadas técnicas estatísticas de centralidade espacial (CMP), medida de dispersão espacial (DP) e estimador de densidade (Densidade de Kernel) para avaliar a variação da distribuição espacial dos embarques ao longo do recorte temporal analisado, permitindo assim a identificação de padrões e tendências que possam orientar políticas públicas e intervenções no sistema de transporte público da cidade.

A partir das análises das medidas de centralidade e dispersão espacial, destaca-se uma tendência de deslocamento dos embarques para a porção setentrional do município de Belo Horizonte. Essa dinâmica torna-se mais proeminente no Ano 2, correspondente ao período crítico da pandemia de COVID-19, entre junho de 2020 e maio de 2021. Nesse intervalo, além da esperada queda no número absoluto de embarques, verifica-se uma alteração no padrão espacial desses embarques, com uma notável concentração em regiões mais periféricas do município, que abrigam boa parte da população mais dependente do sistema ônibus.

Embora a análise dos períodos seguintes apontarem tendência de retorno ao padrão observado no Ano 1 (junho de 2019 a maio de 2020), ainda persiste uma diferença entre o início e final do período avaliado. Essa observação vai ao encontro com os resultados obtidos por meio da comparação das densidades de embarques entre o Ano 1 e o Ano 4, em que foi possível identificar áreas com aumento na densidade de embarques, principalmente ao norte do município.

Apesar dos dados de embarque corresponderem apenas à movimentação dos passageiros que pagam a tarifa com cartão eletrônico, devidamente registrados, os resultados alcançados devem ser considerados válidos. Tanto pelo fato de que, para efeitos de comparação, ainda que ‘parcialidade amostral’ similar em todos os meses considerados não distorcer a análise da variação (geográfica e temporal) dos dados, quanto, principalmente, pela taxa de utilização dos cartões eletrônicos serem muito elevados - cerca de 83% em 2023 (PBH, 2023b), indicando uma alta representatividade dos dados considerados comparados a todo o universo de usuários.

Sugere-se, como aprofundamento de análise a partir deste artigo, que a metodologia proposta seja replicada e aprimorada em novos trabalhos, quando análises espaciais possam ser realizadas considerando a inclusão dos dados das estações de integração e de transferências do sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) de Belo Horizonte (MOVE). Dessa forma, torna-se possível ampliar o nível de compreensão da distribuição dos embarques sobre os principais corredores de ônibus que, cujos resultados apresentados nesse trabalho não foram tão proeminentes em virtude da não disponibilidade destas informações na base analisada. Além dessa análise complementar, considerando que os padrões de embarques específicos por turno, , também pode ser desenvolvida uma análise segmentada dos embarques realizados em determinados períodos do dia (horários de pico), como no início manhã e ao meio final da tarde e início da noite, de forma a avaliar discriminadamente o efeito dos principais influenciadores dos deslocamentos urbanos: a localização das residências e o efeito local de trabalho/estudo.

Outra análise passível de ser feita dentro da mesma temática da análise dos dados especializados dos embarques é incorporar no modelo de análise informações a densidade de ocupação do território (número de domicílios) e renda (individual e/ou domiciliar), que podem ser analisadas, por exemplo, pelos setores censitários. Nesses casos, outros modelos e técnicas, também podem ser utilizadas, tanto por análises de regressão estatística convencional (OLS), quanto análise de regressão espacial (SAR/CAR/GWR). Os indicadores derivados podem contribuir para além de analisar como uma consequência observada sobre/a partir do território, permitindo a compreensão da influência de aspectos que podem 'explicar' a distribuição de embarques (demanda transportada pelo sistema de transporte).

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CAPES (código de financiamento 001) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFMG

7 REFERÊNCIAS

Anjos, R. S. (2016) Proposta de Estimativa de Embarques nos Pontos de ônibus em Belo Horizonte com dados do CITGIS e CITOP. Disponível em:<https://dados.pbh.gov.br/dataset/estimativa-de-embarque-nos-pontos-de-parada-anterior/resource/675ded54-de66-4073-aa7c-47fd31be9bdb>. [Acessado em 14 set. 2023].

Bocarejo, J. e Oviedo, D. (2012) Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. **Journal of Transport Geography**, 24, p. 142-154. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004.

Cai, Q., Wang, Z. e Xiao, L. (2018) The effect of transportation and housing subsidies on urban sprawl. **Journal of Systems Science and Information**, v. 6, n. 3, p. 237-248.

Cardoso, L.; Leiva, G. C.; Mendonça, J. G.; Lessa, D. A. (2020) Descentralização urbana, mobilidade residencial e movimento pendular na metrópole belo-horizontina. **Migração e a mobilidade espacial da população em Minas Gerais**.

Cervero, R. (1996) Jobs-Housing Balance Revisited: Trends and Impacts in the San Francisco Bay Area. **Journal of the American Planning Association**, 62, p. 492–511. doi: 10.1080/01944369608975714.

Druck, S., Carvalho, M.S.; Câmara, G. e Monteiro, A.V.M. (eds). (2004) Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília, EMBRAPA, (ISBN: 85-7383-260-6).

Ewing, R. e Handy, S. (2009) Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. **Journal of Urban Design**, 14(1), p. 65-84. doi: 10.1080/13574800802451155.

Gentil, C. D. (2015) A Contribuição dos elementos da forma urbana na construção da mobilidade sustentável. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Geurs, K. e Van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, 12, p. 127-140. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.

Handy, S. e Niemeier, D. (1997) Measuring accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives. **Environment and Planning A: Economy and Space**, 29, p. 1175-1194. doi: 10.1068/a291175.

Hansen, W. G. (1959) **Accessibility and Residential Growth**, MIT Press, Cambridge.

Kneib, E. C. (2016) Projetos de transporte como estratégia para requalificação urbana: O caso do centro de Goiânia. **Projeto e cidade: Mobilidade e Acessibilidade em Goiânia**, p. 73.

Koenig, J. G. (1980) Indicators of urban accessibility: Theory and application. **Transportation**, 9(2), p. 145-172. doi:10.1007/BF00167128.

Levine, J. (2020) A century of evolution of the accessibility concept, **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 83. doi: 10.1016/j.trd.2020.102309.

Litman, T. (2016). Affordable-accessible housing in a dynamic city. Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute.

Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F. e Maeyer P. de (2010) Equity of urban service delivery: A comparison of different accessibility measures, **Environment and Planning A**, 42(7), p. 1613–35. doi:10.1068/a4230

PBH, Prefeitura de Belo Horizonte (2023a). Estimativa de embarque nos pontos de parada por linha/sublinha do sistema convencional de transporte coletivo. Disponível em: <https://dados.pbh.gov.br/dataset/estimativa-de-embarque-nos-pontos-de-parada>. [Acessado em 14 ago. 2023].

PBH, Prefeitura de Belo Horizonte. (2023b) Números do transporte coletivo. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/transparencia/transparencia-no-transporte-coletivo/numeros-transporte-coletivo>. [Acessado em 14 out. 2023].

Santos, A.P. (2010) Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais com o Uso de Estatística Espacial. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, MG.

Tartaruga, I. G. P. (2009) Análise espacial da centralidade e da dispersão da riqueza gaúcha de 1970 a 2000: notas preliminares. **Ensaios FEE**, v. 30.

Vulevic, A. (2016) Accessibility concepts and indicators in transportation strategic planning issues: theoretical framework and literature review, **Logistics & Sustainable Transport**, 7(1), p. 58–67. doi:10.1515/jlst-2016-0006.

Weber, A. A. e Wollmann, C. A. (2016) Mapeamento dos incêndios residências na área urbana de Santa Maria, RS, Brasil utilizando o estimador de densidade Kernel. **Investigaciones Geográficas**, n. 51, pág. 49-60.

A PROPRIEDADE DE MOTOCICLETAS NO BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO COM BASE NOS DADOS DO SENATRAN

P. R. S. Monteiro, R. A. Garcia

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar estudo preliminar sobre a propriedade de motocicletas no Brasil, a partir do número de veículos registrados pelo SENATRAN nos municípios brasileiros em 2022. Buscou-se investigar a existência de correlações significativas entre a propriedade de motos e características econômicas, territoriais e locacionais dos municípios brasileiros. Para tanto, foi consolidada uma base de dados com total de motos registradas (SENATRAN) e série de atributos socioeconômicos e territoriais (disponíveis em bases do IBGE) para os municípios brasileiros. A partir destes dados, foram desenvolvidas análises descritivas considerado as grandes regiões e os estados brasileiros, complementadas por análises dos dados municipais usando análise de regressão linear múltipla (com e sem variáveis *dummy* locacionais) e análises espaciais (distribuição territorial e análise de *clusters*). Ao final, concluiu-se que a variável que apresentou melhores resultados, tanto na regressão, quanto na análise espacial foi o percentual de motos.

1 INTRODUÇÃO

O contínuo aumento da frota de veículos terrestres tem contribuído para agravar diversos aspectos do trânsito nas cidades, potencializando os sinistros de trânsito, especialmente envolvendo motos. Nesse contexto, a análise espacial das taxas de propriedade de motos nos municípios brasileiros desempenha um papel fundamental para compreender a distribuição territorial desse fenômeno e identificar padrões espaciais.

As estatísticas de sinistros de trânsito envolvendo motos em municípios brasileiros são preocupantes. Estudos mostram que a distribuição espacial da mortalidade por sinistros envolvendo motos destaca uma mancha de municípios, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. (Pinheiro e Queiroz, 2020)

Nesse contexto, ainda conforme Pinheiro e Queiroz (2020), os sinistros de trânsito envolvendo motocicletas representam um alto custo social e econômico. Nas aglomerações urbanas, em 2001, os custos dos acidentes foram estimados em R$ 5,3 bilhões (0,4% do PIB), e, nas rodovias, entre julho de 2004 e junho de 2005, em aproximadamente R$ 22 bilhões.

Segundo Martins, Boing e Peres (2013), a taxa de mortalidade por sinistros de motocicletas no Brasil aumentou significativamente entre 1996 e 2009, com um incremento médio anual de 19%, correspondendo a um acréscimo de cerca 800%, correspondendo a uma variação da taxa veicular de 0,5 para 4,5 a cada 100.000 habitantes.

Segundo dados do SENATRAN (2023), apresentados na Tabela 1, o crescimento da frota de motocicletas (e similares) no Brasil foi significativo, passando de 5,3 milhões em 2002 para 31,6 milhões em 2022, correspondendo a uma taxa anual (9,3% a.a.) cerca de 70% superior àquela relativa aos automóveis.

Tabela 1.Frota total, automóveis e motos – Variação 2002-2022

	Frota Total	Total de Automóveis	Total de Motos
Ano 2002	34.284.966	26.000.146	5.376.725
Ano 2022	115.116.530	75.082.083	31.614.827
Variação Global	236%	189%	488%
Variação Anual	6,2%	5,4%	9,3%

Fonte: Dados SENATRAN (2023) – consolidado pelos Autores.

A compreensão das características da propriedade de motos nos municípios brasileiros desempenha um papel crucial no entendimento das dinâmicas territoriais desse fenômeno e desenvolver ações que possam melhorar as condições de fluidez e segurança no trânsito.

Essas estatísticas, relativas à propriedade de motos e sinistros envolvendo motociclistas, refletem a gravidade do problema e a necessidade de ações efetivas para prevenir acidentes de motocicleta e reduzir a mortalidade associada a esses eventos.

A análise espacial da distribuição da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios brasileiros é fundamental para compreender e minimizar esse crescente fenômeno, contribuindo para o desenvolvimento de novos estudos sobre sinistros de trânsito envolvendo motocicletas que buscam entender as causas e dos padrões de mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios brasileiros, a fim de alimentar ações o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e redução desses eventos.

Objetivo deste artigo é contribuir para o balizamento de ações públicas estratégicas de redução da quantidade e severidade dos sinistros de trânsito, apresentando estudo exploratório sobre a propriedade de motos no Brasil, a partir do número de veículos registrados pelo SENATRAN nos municípios brasileiros em dezembro de 2022 e eventuais (prováveis) correlações estatísticas com variáveis (contínuas e categóricas) relacionadas às caracterizações socioeconômica e territorial destes municípios.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

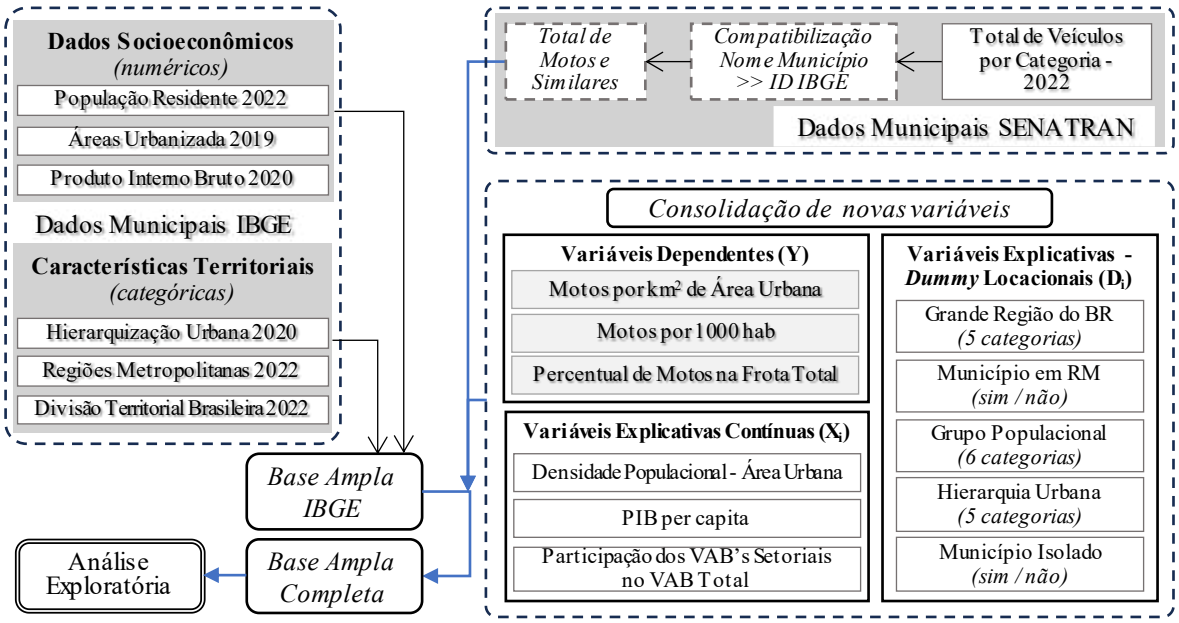
Diversos estudos têm explorado as relações entre informações demográficas, econômicas e o número de veículos emplacados nos municípios. Por exemplo, Pinheiro et al. (2021) analisaram a relação entre o PIB per capita e os acidentes de transporte nos municípios brasileiros, em 2005, 2010 e 2015, encontrando uma associação positiva entre o PIB per capita e o número de acidentes de transporte, sugerindo que o desenvolvimento econômico pode estar relacionado a um maior risco de sinistros de trânsito.

Outro estudo realizado por Borges e Souza (2015) comparou o aumento da frota de veículos e o índice de vítimas fatais de sinistros de trânsito em Maringá-PR, no período de 2005 a 2015. Os autores chegaram a uma relação direta entre o aumento da frota de veículos e o índice de vítimas fatais, destacando a importância de políticas públicas voltadas para a segurança no trânsito.

Castiglioni e Faé (2014) analisaram as inter-relações entre a frota de veículos, a ocorrência de sinistros de trânsito e o adensamento populacional no Espírito Santo. Os autores encontraram uma associação positiva entre o adensamento populacional e o número de sinistros de trânsito, destacando a importância de um planejamento urbano adequado para lidar com o aumento da frota de veículos e a densidade populacional.

3 METODOLOGIA

Para se realizar a análise exploratória almejada, é proposta a utilização de uma metodologia que utiliza diversas bases complementares do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a base de propriedade de motos por municípios da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). A primeira fase do estudo, apresentada na Fig. 1, consiste na consolidação da base de dados ("Base Ampla Completa").



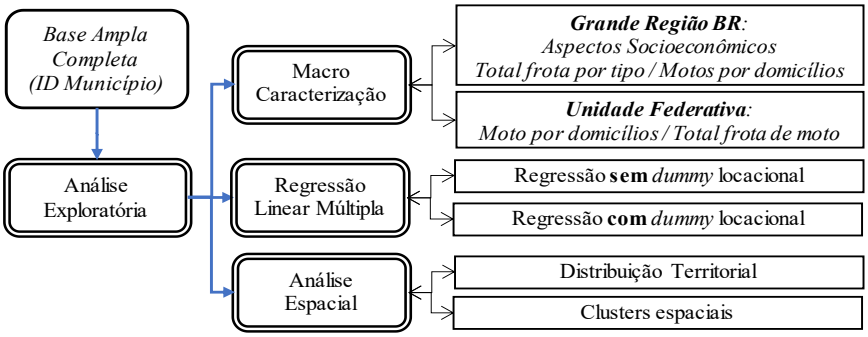
Fonte: Desenvolvido pelos Autores.

Fig. 1. Fase 1: Consolidação da Base Ampla Completa – etapas realizadas.

Com as informações contínuas e categóricas unificadas segundo ID MUNICÍPIO IBGE, passa-se a desenvolver as atividades previstas na Fase 2 (análise), que corresponde à realização de análises numéricas e espaciais que permitem uma melhor compreensão das características inerentes à propriedade de motos nos municípios brasileiros, conforme detalhado na Fig. 2.

A primeira etapa desta nova fase corresponde à macro caracterização do território brasileiro segundo os principais aspectos relacionados à propriedade de motos. Nessa etapa, além dos dados municipais consolidados na "Base Ampla Completa".

A segunda etapa consiste nas análises de regressão das variáveis dependentes (motos por área urbana, motos por 1.000 habitantes e percentual de motos na frota total), considerando as variáveis explicativas contínuas (X_i) e *dummy* locacionais (D_i). Com a regressão linear múltipla (RLM) busca-se encontrar equações que correlacionem cada uma das variáveis dependentes consideradas a um conjunto de variáveis explicativas (contínuas e/ou *dummy*).



Fonte: Desenvolvido pelos Autores.

Fig. 2. Fase 2: Realização da Análise Exploratória – etapas realizadas.

A primeira etapa da análise dos dados municipais relativos à propriedade de motos (motos por área urbana, motos por 1.000 habitantes e percentual de motos na frota total) consiste na busca por modelo que correlacionasse estas variáveis dependentes (Yi) e potenciais variáveis explicativas através de procedimento de regressão linear múltipla (RLM).

Inicialmente realizou-se a análise de correlação entre as variáveis dependentes relacionadas à propriedade de motos e as variáveis explicativas contínuas (Yi). Analisando os coeficientes de correlação (*Pearson Correlations*), percebeu-se que não existem altas correlações indevidas entre as variáveis, especialmente entre as variáveis independentes, permitindo, a priori, a utilização de quaisquer delas nos modelos de regressão a serem desenvolvidos.

O procedimento, repetido para cada variável dependente, correspondeu à realização inicial de uma RLM, utilizando as variáveis explicativas do tipo contínua (X_i): Densidade Populacional Urbana, PIB per capita, Participação do VAB Setorial no VAB Total (*subvariáveis Part_VABAgro2020, Part_VABInd2020, Part_VABServ2020 e Part_VABPub2020*). Após analisar os resultados desta primeira RLM, retirou-se do modelo inicial as subvariáveis relacionadas ao VAB Setorial que não apresentaram coeficientes significativos para a regressão estatística daquela variável dependente (Y_i) analisada.

Buscando a construção de um modelo adequado estatisticamente procedeu-se à inclusão de variáveis explicativas do tipo *dummy* locacional (D_i). Esta inclusão das variáveis locacionais foi realizada gradativamente e, a cada tentativa, analisou-se os resultados obtidos, em termos do [R^2 ajustado] e da significância dos coeficientes das variáveis adicionadas ao modelo.

A última etapa de análise das variáveis relacionadas à propriedade de veículos, corresponde à análise de clusters espaciais, utilizando a técnica LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) que é uma ferramenta importante para identificar clusters espaciais de alta ou baixa propriedade de motos em determinadas áreas geográficas.

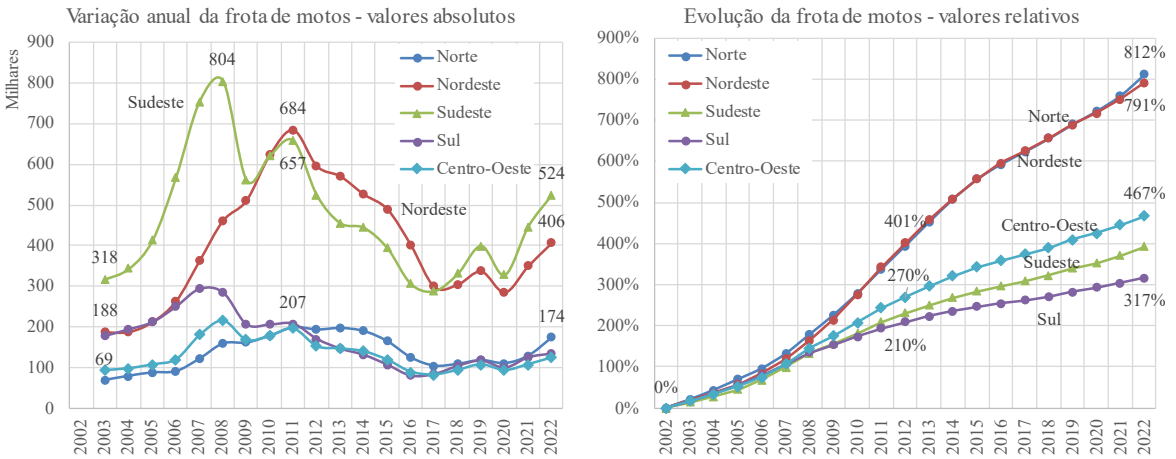
4 RESULTADOS

4.1 Macro Caracterização

Segundo dados mensais da SENATRAN, a frota brasileira tem crescido significativamente nos últimos anos, com a frota de motos passando de 5 milhões em 2002 para 32 milhões em 2022, equivalendo a um crescimento de 488% em 20 anos. Contudo, no mesmo período, a frota de automóveis cresceu 189% neste mesmo período. Enquanto o período com maior crescimento percentual de motos (acima de 14% a.a.) aconteceu entre os anos de 2002 e 2008, o pico de crescimento da frota de autos (acima de 6% a.a.) ocorreu entre 2007 e 2014.

A variação percentual anual da frota emplacada sofreu uma forte desaceleração, semelhante para frota total, autos e motos, entre os anos de 2013 e 2020. Entre os anos de 2020 e 2022, correspondente ao período mais severo da Pandemia de COVID-19, a variação da frota de autos se mostrou estável (2,7% em 2022), enquanto registrou-se um crescimento das taxas de variação anual da frota de motos (4,5% em 2022), correspondendo a um acréscimo de cerca de 1,4 milhão de veículos ao longo de 2022.

Ao se observar a série histórica dos dados disponibilizados pela SENATRAN, apresentados na Fig. 3, constata-se a s maiores variações em números absolutos das frotas das regiões Sudeste e Nordeste, que representam cerca de 2/3 de toda frota nacional de motos.



Fonte: Dados SENATRAN (2023) – consolidado pelos Autores.

Fig. 3. Variação e evolução da frota de motos emplacada no Brasil 2002-2022

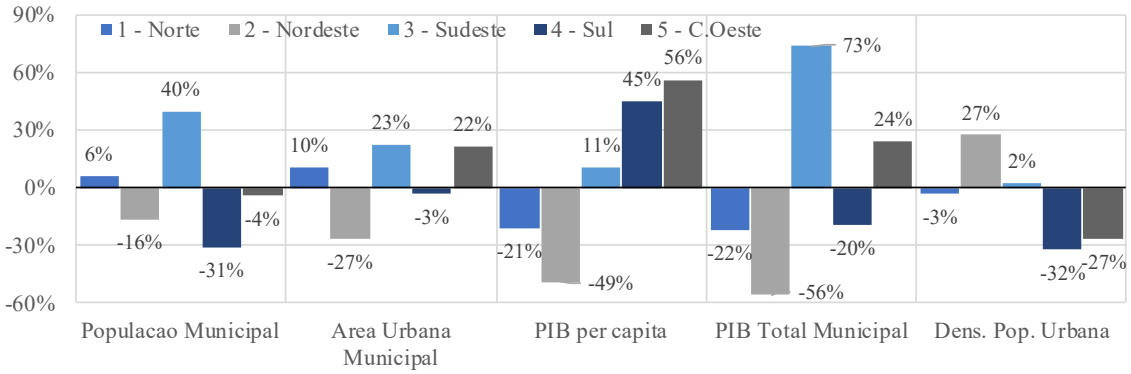
Em termos do impacto percentual, as regiões Norte e Nordeste apresentam as maiores variações, quando comparadas aos respectivos valores de 2002, correspondendo, em 2022, a totais de motos cerca de 800% maiores do que aqueles observados em 2002, muito superior à variação nacional média da frota de motos que, neste mesmo período, foi de cerca de 488%.

Analisando as variações anuais das frotas por região brasileira, percebe-se uma maior intensidade também nas regiões Sudeste e Nordeste, especialmente entre os anos de 2007 e 2011. Percebe-se que em 2020 (ano de início da Pandemia do COVID-19), houve uma redução da reaceleração do crescimento da frota de motos, iniciada em 2017, que foi retomada acentuadamente (tanto em termos absolutos e relativos) a partir de 2021.

Ainda que o acréscimo percentual médio, observado nos últimos 5 anos em todas as regiões, tenha sido inferior àqueles observados ente 2007 e 2016, o crescimento relativo crescente, aliado ao já alto número de veículos registrados/circulantes nas cidades indica um cenário de provável agravamento das condições de mobilidade e segurança nas cidades brasileiras.

Observando a Fig. 4, constata-se que, no que se refere aos parâmetros econômicos, a média do PIB total dos municípios da Região Sudeste é 74% superior à média nacional e o PIB per capita médio, fica um pouco (11%) acima da média brasileira.

Na outra extremidade, a Região Nordeste tem média da população municipal cerca de 16% inferior à média brasileira, média da área urbana 27% inferior à média nacional, fazendo com que a densidade demográfica urbana seja 27% superior à média brasileira. Esta maior densidade demográfica é acompanhada por médias de PIB Total e PIB per capita cerca de 56% e 49% inferiores à média nacional, respectivamente.

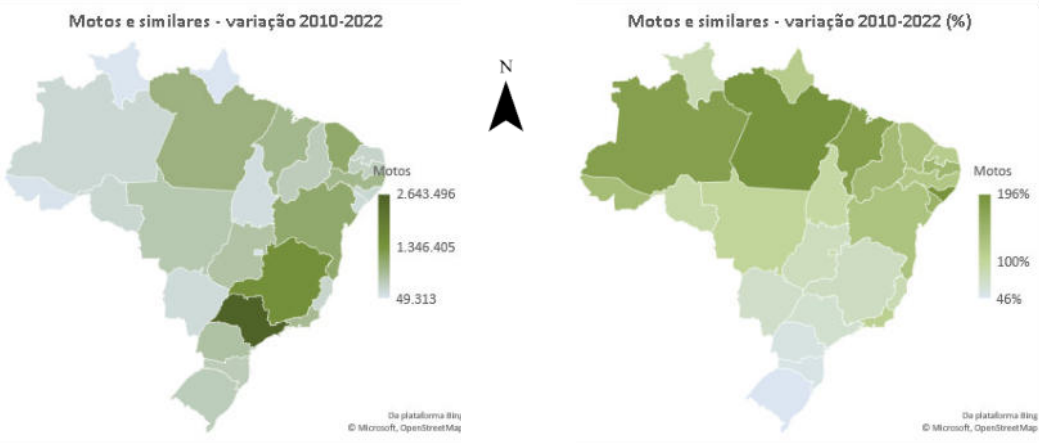


Fonte: Dados IBGE (2023) – consolidado pelos Autores.

Fig. 4. Variação dos atributos regionais com relação à média brasileira.

Já as regiões Sul e Centro-Oeste são aquelas que apresentam as menores densidades demográficas urbana (32% e 27% inferiores à média brasileira, respectivamente), aliadas aos maiores níveis de PIB per capita (45% e 56% acima da média nacional, respectivamente).

Observa-se pela Fig. 5 que a frota brasileira de motos tem crescido, em termos absolutos, mais intensamente desde 2010 nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Ceará. Entretanto, ao se considerar a variação percentual da frota de motos, percebe-se que o crescimento acima da média nacional nos últimos anos, tem se concentrado nos estados das regiões Norte e Nordeste com destaque para a Sergipe, Maranhão, Pará e Amazonas.



Fonte: Dados SENATRAN (2023) – consolidado pelos Autores.

Fig. 5. Evolução da frota de motos emplacada nos estados brasileiros 2010-2022.

4.2 Regressão Linear Múltipla – Abordagem Municipal

No contexto deste estudo envolvendo taxas de propriedade de motos em municípios brasileiros, a análise de regressão linear múltipla (RLM) foi aplicada para examinar como variáveis socioeconômicas contínuas, como densidade demográfica urbana, PIB per capita e composição do VAB municipal, juntamente com variáveis *dummy* locacionais, como região brasileira do município, porte populacional e hierarquia urbana, influenciam a propriedade de motos.

No caso da propriedade de motos em municípios brasileiros, essa técnica foi utilizada para identificar quais variáveis socioeconômicas e locacionais estão relacionadas à posse de motos, permitindo a compreensão dos fatores que influenciam a propriedade de motos em diferentes contextos geográficos e socioeconômicos.

Na etapa apenas com variáveis explicativas contínuas, os modelos estatísticos de cada variável dependente analisada, apresentaram valores diferentes dos coeficientes relativos à 'Densidade Demográfica Urbana' e 'PIB per capita', além de considerar distintas subvariáveis relativas à composição do VAB. Com a inclusão de variáveis explicativas do tipo *dummy*, os ajustes dos modelos das variáveis dependentes apresentaram comportamentos semelhantes: ao se adicionar as variáveis *dummy* 'Região BR' e 'Município em RM', se observou uma melhora, ainda que pequena, nos valores de [R^2 ajustado]. Ao se trocar as variáveis *dummy* inicialmente utilizadas pelas novas *dummy* 'Grupo Populacional, 'Hierarquia Urbana' e 'Município isolado', os modelos não apresentaram resultados com significância estatística.

Analisando os valores apresentados na Tabela 3, tem-se que os melhores resultados foram obtidos quando ao se incorporar aos modelos inicialmente validados (apenas com variáveis explicativas contínuas), as variáveis *dummy* 'Região BR', 'Hierarquia Urbana' e ' Município isolado'. As variáveis 'Município em RM' e 'Grupo Populacional' apresentaram coeficientes não significativos (NS) em todos dos modelos completos.

Tabela 2. Resultados das RLMs realizadas - tabela resumo

		Motos por area urbana			**Motos por 1000 hab 2022**			**Percentual de Motos 2022**		
	Número da RLM realizada	RLM-02	RLM-04	RLM-10	RLM-12	RLM-14	RLM-20	RLM-21	RLM-23	RLM-29
	R2 ajustado	**0,368**	**0,379**	**0,409**	**0,047**	**0,090**	**0,147**	**0,472**	**0,677**	**0,689**
Aspecto	**Variável**	**Coeficientes**								
	Constante	78,0	185,3	271,7	167,7	195,6	216,4	69,0	30,0	21,9
Densidade Urbana	Dens. Pop. Urbana	0,125	0,123	0,126	-0,002	-0,002	NS	0,00100	0,00031	0,00041
PIB per Capita	PIB per Capita Total	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	-0,00026	-0,00023	-0,00002	-0,00002	NS
Participação no VAB Total	Part_VABAgro	NS	NS	-4,0	NS	NS	-1,0	-0,5	NS	NS
	Part_VABInd	NS	NS	-4,7	NS	NS	-1,0	-0,5	NS	NS
	Part_VABServ	4,5	5,4	NS	0,8	1,3	NS	-0,8	-0,1	-0,1
	Part_VABPub	-2,2	-3,3	-6,7	-0,6	-0,8	-1,6	0,2	0,3	0,3
Região BR (dummy locacional)	Mun_1Norte		-56,6	-76,6		-14,3	-19,9		20,5	20,1
	Mun_2Nordeste		-39,9	-56,2		-32,5	-38,6		13,1	12,7
	Mun_3Sudeste		-104,1	-82,3		-52,3	-48,7		-6,5	-6,0
	Mun_4Sul		-126,4	-128,1		-46,2	-45,6		-11,0	-10,9
	Mun_5COeste		-	-		-	-		-	-
Município em RM (dummy locacional)	Mun_RM		-62,317	NS		-11,711	NS		-1,503	NS
Grupo Populacional (dummy locacional)	Mun_G1			NS			NS			NS
	Mun_G2									
	Mun_G3									
	Mun_G4									
	Mun_G5									
	Mun_G6									
Hierarquia Urbana (dummy locacional)	Mun_H1			153,602			36,565			2,948
	Mun_H2			289,586			68,973			7,377
	Mun_H3			320,152			78,059			7,844
	Mun_H4			200,978			47,775			3,558
	Mun_H5			-			-			-
Município Isolado (dummy locacional)	Mun_Isolado			133,262			30,167			3,402

Fonte: Consolidado pelos Autores.

Para a variável dependente 'Motos por área urbana', o melhor resultado em termos de 'R^2 ajustado' foi de 0,409 (valor baixo). Ainda assim, algumas considerações são pertinentes e relevantes: a taxa de motos por área urbana cresce com o aumento da densidade populacional urbana, mas reduz com o aumento do PIB per capita (municípios mais 'ricos', tem menor incidência de motos). Enquanto, considerando a localização geográfica, as maiores taxas motos por área urbana acontecem na Região Centro Oeste, seguida das regiões Nordeste e Norte, ao se considerar a hierarquia urbana, as menores taxas são observadas nas metrópoles (H5) e as maiores taxas correspondem aos centros sub-regional (H3) e os centros de zona (H2). Os municípios isolados apresentam maiores taxas do que os municípios não isolados.

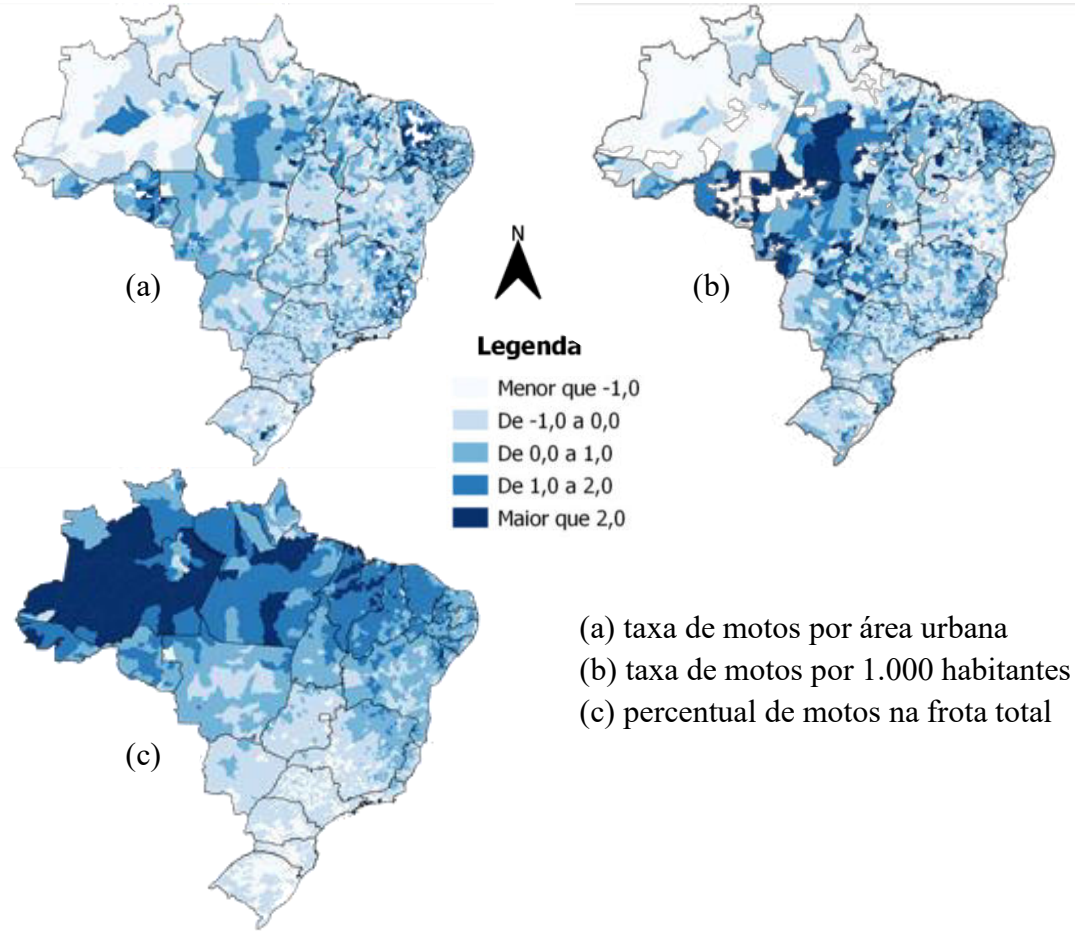
No que se refere à variável dependente 'Motos por motos por 1.000 habitantes', o melhor resultado em termos de 'R^2 ajustado' foi de 0,147(valor muito baixo). Mesmo apresentando coeficientes distintos daqueles relativos à taxa de motos por área urbana, a estrutura do melhor modelo alcançado é análogo, apresentando os mesmos os efeitos (positivos / negativos) das subvariáveis do tipo *dummy* sobre a taxa de motos por 1.000 habitantes.

Ao se analisar os resultados das RLM relativas ao 'Percentual de motos sobre a frota total', percebe-se que além de apresentar valores de 'R^2 ajustado' bem superiores (0,689), os modelos consolidados indicam que os maiores percentuais acontecem nos municípios das regiões Norte e Nordeste, enquanto os menores são observados nos municípios do Sudeste e do Sul do Brasil.

Assim como nas taxas anteriormente analisadas, ao se considerar a hierarquia urbana, os menores percentuais são observados nas metrópoles (H5) e os maiores correspondem aos centros sub-regional (H3) e os centros de zona (H2). Nos municípios isolados os percentuais são maiores do que nos municípios não isolados.

4.3 Análise Espacial – Abordagem Municipal

Na etapa de análise espacial, buscou-se compreender distribuição geográfica de fenômenos, como a propriedade de motos em municípios brasileiros e, consequentemente, identificar padrões espaciais. Para tanto, foram realizadas a análise visual dos valores (padronizados em relação à média nacional) e a análise de clusters espaciais (LISA) das taxas relacionadas à propriedade de motos nos municípios brasileiros, cujas distribuições territoriais são apresentadas na figura seguinte.



Fonte: Dados SENATRAN (2023) e IBGE (2023) – consolidado pelos Autores

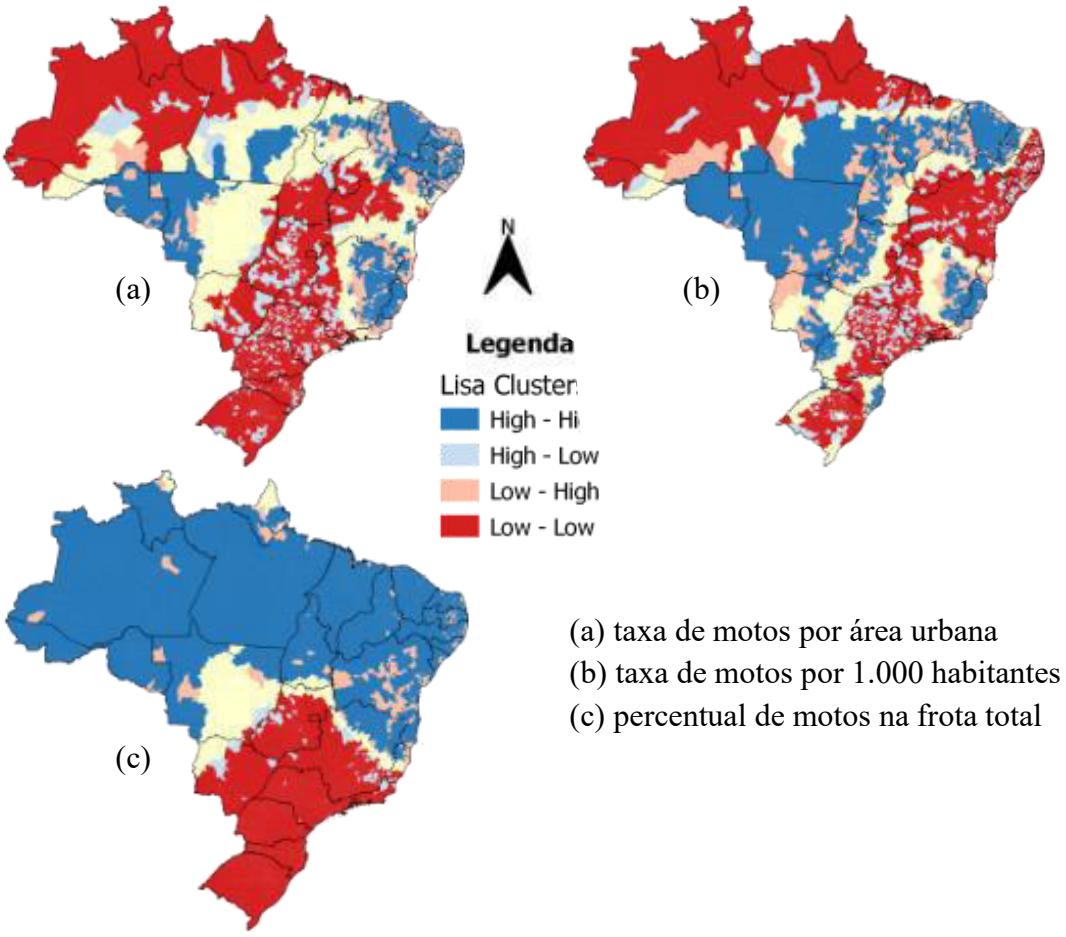
Fig. 6. Distribuição territorial da propriedade de moto – valores padronizados

Analisando as figuras de distribuição territorial das taxas relativas à propriedade de motos com base nas respectivas médias nacionais, percebe-se a ausência de um significativo padrão visual (territorial) para a taxa de motos por área urbana (Fig. 6a), notando-se uma maior intensidade no interior dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, no entorno da divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo e em Rondônia.

Na Fig. 6b (motos por 1.000 habitantes), nota-se uma intensificação de propriedade de motos no noroeste do Paraná e no leste de Santa Catarina, em municípios do Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, além do sertão nordestino e o Estado do Espírito Santo.

Além da distribuição territorial, a técnica LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) desempenha um papel crucial no contexto da análise espacial, uma vez que permite identificar *clusters* espaciais de alta ou baixa propriedade de motos em áreas geográficas específicas, revelando quais regiões apresentam valores altos ou baixos em relação às regiões vizinhas, permitindo identificar padrões espaciais.

Assim sendo, foram realizadas as análises de clusters espaciais usando como critérios: 'corners', 'inverso das distâncias' e o 'inverso do quadrado das distâncias', buscando identificar o critério com o menor número de *clusters* não classificados / não significativos. Para as variáveis consideradas, o critério com melhor desempenho (com média de 12% de *clusters* não significativo) correspondeu ao 'inverso das distâncias', cujos resultados estão apresentados na Fig. 7 a seguir.



Fonte: Dados SENATRAN (2023) e IBGE (2023) – consolidado pelos Autores

Fig. 7. Análise de clusters espaciais da propriedade de moto(inverso das distâncias)

Na Fig. 7a, referente à taxa de motos por área urbana, percebe-se a existência de *clusters* espaciais de grandes extensões territoriais do tipo 'baixo-baixo' com ocorrência de esparsos *clusters* do tipo 'alto-baixo', especificamente a porção norte da Amazônia e na grande faixa central do Brasil desde o interior da Bahia é o sul do Rio Grande do Sul. Ainda considerando a taxa de motos por área urbana, também se observa a formação de significativas áreas com *clusters* do tipo 'alto-alto', com a presença de *clusters* do tipo baixo-alto, no interior do Nordeste - Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, em Rondônia e no oeste do Mato Grosso, além da faixa norte-leste de Minas Gerais e o Espírito Santo.

Na Fig. 7b (motos por 1.000 habitantes), observa-se uma ampliação das áreas com *clusters* do tipo 'alto-alto', ainda que com a presença de *clusters* do tipo baixo-alto, desde o interior dos estados do Ceará, Piauí e Maranhão, passando pelos estados do Pará e Tocantins, cobrindo Mato Grosso e Rondônia, significativas áreas de Goiás e Mato Grosso do Sul, além da faixa norte-leste de Minas Gerais e o Espírito Santo. Já as áreas com *clusters* do tipo 'alto-alto', permeados com *clusters* do tipo baixo-alto, correspondem ao norte da Amazônia e à grande faixa central que se inicia no Rio Grande do Norte, segue ao sul pelo litoral nordestino, passa Bahia, Noroeste e Oeste (Triângulo Mineiro) e Sul de Minas, por São Paulo e grande parte da Região Sul até o sul do Rio Grande do Sul.

Considerando a análise de *clusters* espaciais correspondentes ao percentual de motos na frota total (Fig. 7c), observa-se, de forma ainda mais evidente do que na análise anterior (distribuição territorial – Fig. 6c), a formação de dois enormes *clusters* territoriais: um do tipo 'alto-alto', no 'hemisfério' norte do Brasil com poucos *clusters* do tipo 'baixo-alto' (especialmente no interior da Bahia e da Paraíba), e outro, igualmente significativo, que se inicia no norte de Goiás segue, no sentido sul passando por Mato Grosso do Sul até a fronteira oeste brasileira e de Minas Gerais (exceto norte-noroeste) ao litoral brasileiro, até o sul do Rio Grande do Sul, sem a presença significativa de *clusters* do tipo 'baixo-alto'.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo tem por principal objetivo apresentar um estudo exploratório abordando a temática da propriedade de automóveis nos municípios brasileiros a partir da base de dados da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). Para tanto, foi consolidada uma grande base de com características numéricas e categóricas de atributos socioeconômicos e territoriais dos municípios brasileiros, com dados disponibilizados pelo IBGE na qual foi incorporada os dados dos totais de veículos registrados por município brasileiro segundo a SENATRAN.

A análise desenvolvida iniciou-se pela abordagem territorial mais ampla (Brasil e Grandes Regiões), demonstrando a grande a evolução da frota nacional de motos nos último 20 anos (488%) e detalhando o perfil de variação da frota para cada uma das 5 grandes regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro Oeste), onde ficou evidente as maiores variações relativas nas regiões Norte e Nordeste, com aproximadamente 800% de crescimento (entre 2002 e 2022) e que, nos últimos anos, a variação anual da frota de motos emplacada tem apresentado significativa tendência de crescimento.

Ao se desenvolver a abordagem no nível estadual, constata-se que, embora os maiores números absolutos de quantitativos de motos correspondam aos estados de São Paulo e Minas Gerais, as maiores taxas, do tipo incidências (motos/domicílio) e percentuais de variação temporal (2010-2022) , são observadas nos estados das regiões Nordeste e Sudeste Norte.

Após a realização das etapas preliminares - consolidação da base de dados conjunta SENATRAN-IBGE, consolidação das variáveis dependentes e independentes e a macro caracterização do território brasileiro em termos de propriedade de veículos e aspectos socioeconômicos e territoriais, iniciou-se a análise na escala municipal considerando individualmente os dados relativos aos 5570 municípios brasileiros.

A primeira análise correspondeu à realização de regressão linear múltipla para cada uma das taxas relacionadas à propriedade de motos (motos por área urbana, motos por 1.000 habitantes e percentual de motos na frota total). Embora os resultados, em termos de 'R^2 Ajustado', não tenham sido satisfatórios para as variáveis dependentes motos por área urbana e motos por 1.000 habitantes, constatou-se que a inclusão no modelo de variáveis explicativas do tipo *dummy* locacional foram assertivas e positivas para a qualificação do modelo estatístico resultante.

Buscando identificar áreas geográficas com altas ou baixas taxas de propriedade de motos, permitindo a compreensão das dinâmicas territoriais desse fenômeno, realizou-se uma análise espacial das taxas de propriedade de veículos, pela distribuição territorial das taxas (padronizadas pela média nacional) e pela análise de clusters espaciais.

No contexto da propriedade de motos em municípios brasileiros, a análise de *cluster* foi utilizada para tentar identificar aglomerados de municípios com altas taxas de propriedade de motos, bem como para identificar áreas com características semelhantes em relação a variáveis socioeconômicas e locacionais.

Ao final das análises realizadas, tem-se que, dentre as três de taxas consideradas, o percentual de motos foi aquela taxa que apresentou os melhores resultados, tanto em termos de modelos regressão, quanto em termos de análise espacial. Os melhores resultados em termos de percentual de motos na frota total podem ser explicados pelo fato de ser uma variável que não tem relação direta com outros aspectos socioeconômicos (área urbana e número de habitantes), se relacionando exclusivamente com a frota total emplacada.

Esta situação, indica a grande dificuldade de se modelar características socioeconômicas municipais, seja pela dificuldade de se terem dados detalhados que reflitam as realidades locais e/ou pela própria natureza complexa e multifacetada das interrelações destas características locais. Ainda assim, através da análise de *clusters* espaciais, foi possível identificar áreas geográficas com padrões similares de propriedade de motos, permitindo a compreensão de dinâmicas territoriais desse fenômeno.

Além disso, a utilização de variáveis *dummy* locacionais, como região brasileira do município e hierarquia urbana, enriqueceu a análise, permitindo o controle da influência da localização geográfica na relação entre as taxas de propriedade de motos e variáveis socioeconômicas contínuas.

A análise de dados espaciais pode ser aplicada em diferentes escalas geográficas, se constituindo em ferramenta valiosa para a compreensão da distribuição territorial da propriedade de motos, possibilitando a identificação de *clusters* espaciais, além de permitir a identificação de áreas com alta ou baixa propriedade de motos, o que pode ser muito importante para a formulação e o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas e eficazes de prevenção de acidentes e promoção da segurança viária.

Além dos aspectos abordados neste artigo, cabe aqui ressaltar que propriedade de motos também pode estar relacionada a outros aspectos socioeconômicos e culturais não considerados na construção dos modelos aqui apresentados, como o acesso limitado a outros meios de transporte, uma vez que em áreas onde o transporte público é deficiente as motos podem ser uma opção mais necessária / financeiramente vantajosa e, portanto, mais comum.

Considerando a declarada intenção exploratória deste artigo, reconhece-se que a abordagem proposta pode ser expandida e aprofundada com análise de regressão específica para cada Grande Região do Brasil e, também a inclusão de outras variáveis (contínuas e/ou categóricas) que permitam caracterizar e compreender outros aspectos da realidade municipal (Renda Familiar, Índice de Pobreza, Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, população atendida pelo Bolsa Família /Auxílio Brasil, dentre outros) e, desta forma, relacioná-los com a propriedade de motos nos municípios brasileiros.

Ressalta-se a pertinência e relevância da realização de estudos que analisem as relações estatísticas e espaciais entre as distribuições das taxas de propriedade de motos e as distribuições taxas de ocorrência e severidade de acidentes de trânsito envolvendo motos, a partir de dados internações e óbitos hospitalares (DATASUS).

Além destas análises das taxas de propriedade em determinado ano (temporalmente estacionária), sugere-se que sejam desenvolvidas análises que avaliem a existência correlações estatísticas e espaciais entre a variação temporal da propriedade de motos e as variações temporais de atributos socioeconômicos, além correlações geográficas/locacionais com o território.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CAPES (código de financiamento 001) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFMG

7 REFERÊNCIAS

Borges, E. e Souza, R. V. B. (2015) Análise comparativa entre o aumento da frota de veículos e o índice de vítimas fatais de acidentes de trânsito em Maringá-PR, no período de 2005 a 2015. **Anais do Seminário de Estudos Urbanos e Regionais**.

Castiglioni, A. H. e Faé, M. I. (2014) Inter-relações entre a frota de veículos, a ocorrência de acidentes de trânsito e o adensamento populacional no Espírito Santo. **Ateliê Geográfico**, v. 8, n. 1, p. 103-127.

Martins, E. T., Boing, A. F. e Peres, M. A. (2013) Mortalidade por acidentes de motocicleta no Brasil: análise de tendência temporal, 1996-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, p. 931-941.

Pinheiro, P. C., Teixeira, R. A., Ribeiro, A. L. P. e Malta, D. C. (2021). A relação entre PIB per capita e os acidentes de transporte nos municípios brasileiros, em 2005, 2010 e 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 24, e210017.

Pinheiro, P. C. e Queiroz, B. L. (2020). Análise espacial da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25, 683-692.

SENATRAN, Secretaria Nacional de Trânsito, Estatísticas - Frota de Veículos. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran [Acessado em 08 set. 2023]

MAPEAMENTO DE VIELAS EM FAVELAS BASEADO EM DADOS DE SISTEMA DE VARREDURA À LASER AEROTRANSPORTADO

H. C. Oliveira, R. C. Santos, L. A. Barbosa, O. F. Lima Junior, J. A. Pinto, D. C. Costa

RESUMO

A extração automática de eixos viários em favelas representa um avanço significativo no planejamento e na gestão urbana. Este artigo discute a relevância e os benefícios dessa prática no contexto do planejamento urbano e da logística. A metodologia proposta possibilita o mapeamento automático da estrutura viária, contribuindo para um planejamento urbano eficiente, melhoria da mobilidade, aumento da segurança, resposta a emergências e desenvolvimento sustentável. Além disso, destaca como o mapeamento preciso da infraestrutura viária pode aumentar a eficiência e a eficácia dos serviços de entrega na última milha. Ao fornecer dados precisos e acessíveis sobre a infraestrutura viária, essa abordagem capacita os formuladores de políticas públicas a tomar decisões informadas, promovendo, em última análise, comunidades equitativas e resilientes.

1. INTRODUÇÃO

A população mundial em áreas urbanas representa mais da metade do total de habitantes, e a previsão é que essa porcentagem alcance cerca de 70% até 2050 (NAÇÕES UNIDAS, 2018). Esse aumento nas áreas urbanas pressupõe uma infraestrutura e serviços mais complexos. A falta de investimentos, especialmente em cidades em desenvolvimento, pode gerar problemas de infraestrutura e pobreza (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2023).

No Brasil, o surgimento das favelas é um reflexo desse fenômeno. Segundo a pesquisa Data Favela, a população nessas comunidades dobrou nos últimos dez anos, atingindo 17,9 milhões de habitantes em 2023 (ALBUQUERQUE, 2023). Essas áreas enfrentam uma série de desafios, incluindo condições precárias de moradia, irregularidades nos serviços básicos de água, eletricidade e esgoto, além de questões de segurança (LARA, 2013).

As favelas, também denominadas comunidades ou assentamentos informais em algumas situações, apresentam desafios únicos para planejadores urbanos e formuladores de políticas públicas devido à sua natureza complexa e dinâmica. Um aspecto crucial para uma intervenção e desenvolvimento eficazes nessas áreas é a compreensão e o mapeamento do sistema viário. Os métodos tradicionais de coleta de dados são frequentemente inadequados ou impraticáveis nesses contextos. No entanto, os avanços recentes na tecnologia possibilitaram a extração automática e remota de eixos viários, proporcionando uma solução inovadora para esse problema. Este artigo explora a importância dessa abordagem e suas implicações para o desenvolvimento urbano em favelas.

A extração automática e remota de eixos viários é um desafio significativo na visão computacional e no processamento de imagens. Existem várias abordagens para realizar essa tarefa, dependendo do tipo de dado disponível e das condições específicas de aplicação (CLODE; KOOTSOOKOS; ROTTENSTEINER, 2004; WANG et al., 2016; LIU; LI, 2024). Até o presente momento, não encontramos trabalhos científicos que explorem o uso de dados remotos na extração automática de malha viária em regiões de favelas.

Em ambientes de favela, a construção informal e desorganizada resulta em vias estreitas, sinuosas e irregulares, muitas vezes sem um layout estruturado. Isso torna a detecção e segmentação das vias mais desafiadoras, pois elas podem ser menos padronizadas e mais difíceis de identificar em meio a outras estruturas e ruas estreitas. Outro fator desafiador é a grande heterogeneidade, devido à mistura de materiais de construção, veículos estacionados e outras características únicas, como pode ser visto na Figura 1.

Tais fatores podem tornar a segmentação das vias baseada em características visuais mais complexa, pois as vias podem não apresentar padrões claros de textura ou cor que possam ser facilmente identificados por algoritmos de processamento de imagem. Além disso, condições ambientais desafiadoras, como sombras densas e reflexos em superfícies irregulares, podem afetar a qualidade das imagens capturadas e a precisão dos algoritmos de processamento de imagem.



Figura 1. Favela de Paraisópolis/SP/Brasil. (a) Imagem aérea oblíqua. (b) Imagem terrestre.

Com base nas dificuldades encontradas na literatura ao utilizar dados de imagem para tarefas de extração de vias, bem como na complexidade geométrica das áreas de favela, este artigo visa apresentar uma metodologia automática para a extração de malha viária em favelas, predominantemente composta por vielas. Para isso, explora-se o uso de Sistemas de Varredura a Laser Aerotransportado (SVLA).

Este artigo está organizado em seis seções principais: a primeira apresenta esta introdução; a segunda destaca conceitos relacionados aos SVLA; a terceira descreve a área de estudo e suas características; a quarta apresenta o método proposto; a quinta explora os resultados e respectivas discussões; e a sexta aborda as conclusões até o estágio atual da pesquisa.

2. SISTEMAS DE VARREDURA À LASER AEROTRANSPORTADO

O SVLA é um sistema ativo que não depende de fontes externas de iluminação, pois possui sua própria fonte de energia. Esta energia, emitida pelo sistema, interage com objetos na superfície física da Terra e é detectada por um sistema conhecido como LiDAR (Light Detection And Ranging). O LiDAR é capaz de receber os retornos dos pulsos emitidos e medir as distâncias entre o sensor (acoplado a uma aeronave) e o alvo (superfície física da Terra) (BALTSAVIAS, 1999).

Dessa forma, o sistema LiDAR do SVLA é responsável por calcular as distâncias entre o emissor do pulso LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), que está integrado à plataforma, e os alvos (WEHR; LOHR, 1999). Essas medidas de distância, combinadas com informações sobre o ângulo de varredura, as posições e atitudes da aeronave/sistema e os parâmetros de calibração entre todos os componentes do SVLA, possibilitam a determinação das coordenadas tridimensionais, resultando em um conjunto de pontos conhecido como nuvem de pontos 3D.

Para determinar as coordenadas tridimensionais de um ponto na superfície utilizando um SVLA, é necessário integrar diversos sensores. Isso se deve ao fato de que o sistema LiDAR é capaz apenas de medir a distância entre o emissor do pulso e a superfície, não sendo capaz de determinar a posição, a variação de atitude da plataforma e o ângulo de incidência do raio LASER (ângulo de varredura) (HABIB et al., 2008).

Após calcular a distância entre o sensor e um ponto na superfície, suas coordenadas podem ser associadas matematicamente a um sistema de referência global. Para isso, a distância obtida deve ser correlacionada com a posição (receptores/antenas GNSS – *Global Navigation Satellite System*) e a atitude (IMU – *Inertial Measurement Unit*) da plataforma, bem como com o ângulo de varredura do SVLA no momento da emissão do pulso LASER (WEHR; LOHR, 1999; HABIB et al., 2008). Esse procedimento é realizado para todos os pontos amostrados pelo SVLA durante o voo, resultando em um conjunto de dados tridimensionais da superfície, conhecido como nuvem de pontos.

Outra consideração crucial é a inter-relação dos componentes do SVLA; é fundamental que todos estejam referenciados entre si. Portanto, a calibração inicial das distâncias e dos ângulos entre os componentes é necessária (HABIB et al., 2008). Essa etapa garante um ambiente adequado para a obtenção das coordenadas tridimensionais dos pontos amostrados no terreno. A seguir, é apresentado um SVLA da marca Riegl, utilizado neste trabalho (Figura 2).



Figura 2. SVLA *VQ-1560i* da marca *Riegl*.
Fonte: adaptado de www.riegl.com.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na favela de Paraisópolis, São Paulo/Brasil. É caracterizada por uma alta concentração de edificações e caminhos estreitos, também conhecidos como becos ou vielas. Nas áreas de favela, as vielas são responsáveis por conectar as ruas principais às residências situadas no interior da favela. A Figura 3.a apresenta a área de estudo (vista superior - imagem aérea), enquanto a Figura 3.b mostra segmentos de ruas e vielas vetorizados manualmente por meio de procedimento fotogramétrico. Nas Figuras 3.c a 3.g, destacamos algumas entradas de vielas (vista lateral - imagem terrestre).

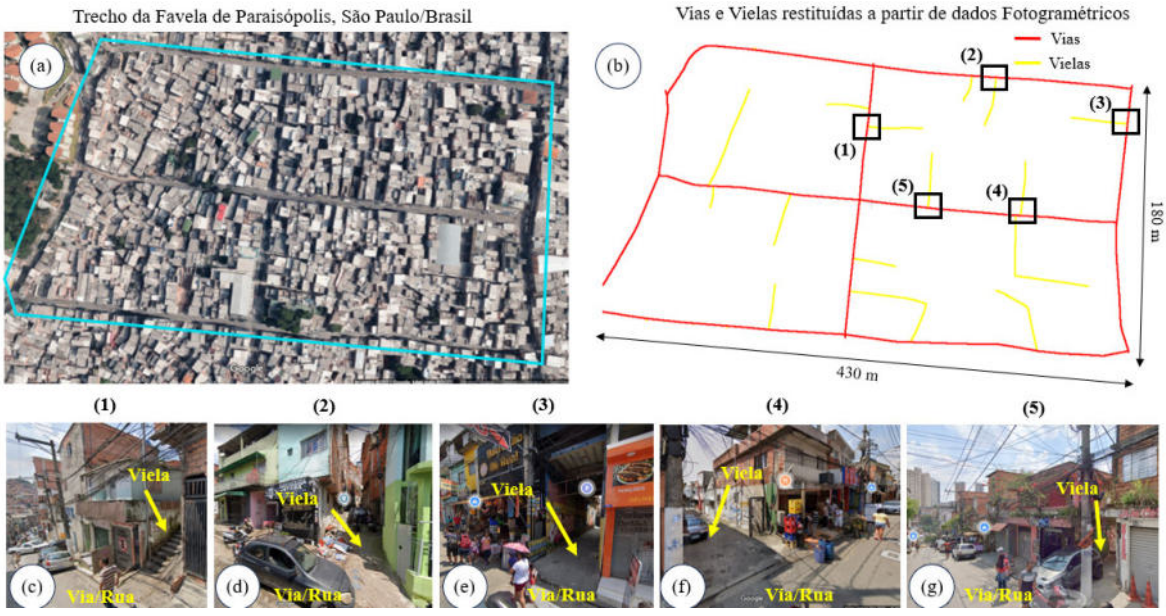


Figura 3. Favela de Paraisópolis e suas características.

O conjunto de dados LiDAR aerotransportado foi adquirido pela Fototerra Aerial Survey (https://fototerra.com.br/ingles/) usando um Riegl VQ-1560i. As nuvens de pontos foram obtidas a partir de uma altura média de voo de 550 m, resultando em densidades de pontos de aproximadamente 12 pontos/m² e espaçamento médio de 0,5 m.

4. MÉTODO PROPOSTO

A proposta apresentada é dividida em três etapas principais. Na primeira etapa, os pontos candidatos a ruas/vielas são detectados na nuvem de pontos. Na segunda etapa, realiza-se um refinamento baseado em morfologia matemática para minimizar inconsistências na detecção. Na terceira e última etapa, é gerada a rede de ruas/vielas, seguida pela eliminação de pequenos segmentos. Os dados de entrada são a nuvem de pontos original, enquanto a saída corresponde ao mapa da rede de ruas/vielas.

4.1. Seleção de pontos candidatos a ruas/vielas

Assumindo que, em áreas de favela, os pontos amostrados nas ruas/vielas coincidem com o solo, um processo de filtragem pode ser utilizado para identificar os pontos candidatos. Nesse sentido, utilizamos o algoritmo de densificação progressiva de TIN (*Triangulated Irregular Network*) proposto por Axelsson (2000) e implementado na ferramenta lasground do software LAStools (http://rapidlasso.com/lastools/).

Os resultados da filtragem são impactados pelos limiares/parâmetros selecionados pelo usuário. Na ferramenta *lasground*, um conjunto de parâmetros está disponível para diversos ambientes, cobrindo diferentes características, como relevo, rugosidade, densidade de urbanização e tamanho das edificações. No presente trabalho, utilizou-se a opção "*city*", que considera os seguintes valores de limiar: *step_size* = 25 m, *offset* = 0,05 m, *spike* = 0,5 m e *stddev* = 0,1 m.

Devido à alta complexidade da cena, o resultado da filtragem pode apresentar algumas lacunas, como destacado na Figura 4.a. Para minimizar essa limitação, foi proposta uma estratégia para selecionar candidatos a ruas/vielas baseada em um limiar de altura definido pelo usuário (t_h). Essa estratégia é dividida em duas etapas principais: geração da nuvem de pontos normalizada e seleção dos pontos candidatos baseada no limiar de altura. Na primeira etapa, os pontos derivados da filtragem são usados para obter o modelo digital de terreno (MDT) aproximado. Em seguida, a altura de todos os pontos é estimada usando a ferramenta *lasheight* do *software* LAStools. A altura corresponde à projeção ortogonal do ponto de interesse no modelo de terreno. Na segunda etapa, a porção de pontos definida pelo limiar de altura (*th*) é adotada como candidata a ruas/vielas.

A Figura 4.a apresenta o resultado da filtragem, enquanto as Figuras 4.b e 4.c mostram o resultado após a seleção dos candidatos. Na Figura 4.c, os pontos coloridos em ciano representam a diferença entre a filtragem inicial e os pontos candidatos. Adicionalmente, a Figura 5 ilustra uma região selecionada, contendo a filtragem (5.a) e a seleção baseada no limiar de altura (5.b). Os retângulos vermelhos destacam melhorias locais.

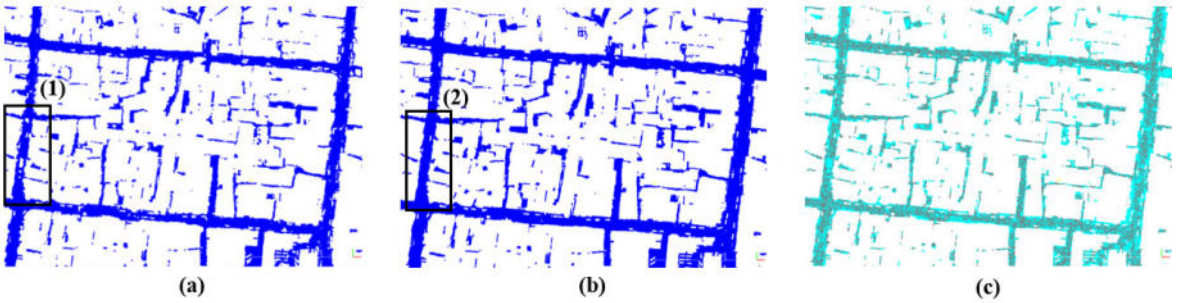


Figura 4. (a) MDT filtrado dos dados do SVLA. (b) Inclusão de pontos candidatos com limiar *th*. (c) Diferença entre (a) e (b).

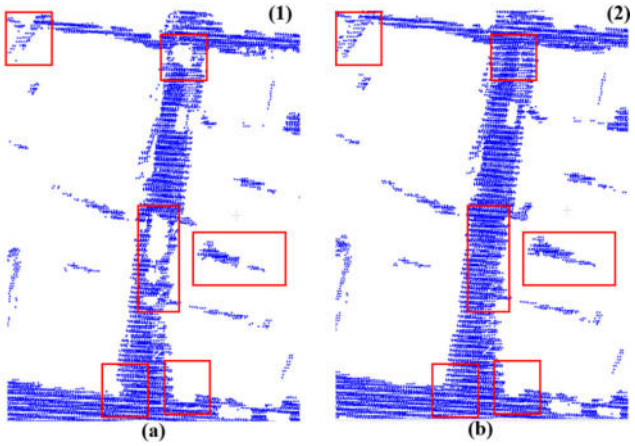


Figura 5. Melhorias na seleção de pontos do terreno ao aplicar o limiar *th*.

4.2. Refinamento baseado em morfologia matemática

Para utilizar técnicas de processamento de imagem para refinar os resultados e obter uma rede bidimensional de ruas/vielas, os pontos candidatos foram transformados em uma imagem binária (2D). Inicialmente, foi gerada uma grade 2D usando o retângulo envolvente dos pontos candidatos. O tamanho da célula da grade foi definido com base no espaçamento médio dos pontos LiDAR (aproximadamente 0,5 m), similar ao método descrito por Santos, Galo e Habib (2022) e Santos e Galo (2024). Na etapa de binarização da imagem, os pontos candidatos foram projetados ortogonalmente na grade. Se pelo menos um ponto cair dentro da célula, o pixel é ativado (assume o valor 1); caso contrário, a célula não é ativada (assume o valor 0). A Figura 6.a ilustra a imagem binária gerada usando os pontos candidatos a ruas/vielas.

Na imagem binária, é possível notar algumas lacunas (Figura 5.a), que podem ser causadas pela presença de objetos nas ruas/vielas ou pelas características de amostragem dos dados LiDAR. Na Figura 5.a, destacam-se três regiões: dois trechos de viela (Regiões 1 e 3) e um de rua (Região 2). Na Região 2, por exemplo, as quatro maiores lacunas correspondem à presença de veículos.

Assumindo que as lacunas são de tamanho reduzido e que esse tamanho pode ser definido considerando os objetos existentes (por exemplo, o comprimento de carros), o conceito de morfologia matemática foi explorado para refinar a imagem binária. Para preencher as lacunas, utilizou-se o filtro de fechamento, também conhecido como operação de

fechamento. O fechamento consiste em dilatação seguida de erosão, onde um elemento estruturante (EE) é aplicado na imagem de entrada (SOILLE, 1999). Esta operação permite unir partes separadas e preencher pequenas lacunas e fissuras. Além disso, tende a suavizar contornos e pode também remover pixels de ruído branco (SOILLE, 1999; SOKOLOVA et al., 2006; VERNON, 1991). O elemento estruturante (EE) usado no processo de filtragem pode assumir diferentes formas e tamanhos, impactando diretamente os resultados (LI, 2017; WIEDEMANN et al., 2016).

Na abordagem aqui proposta, foi adotado um EE quadrado com comprimento de 3 m. O tamanho do EE foi baseado no tamanho médio de veículos. Na Figura 6, observa-se a imagem binária antes (6.a) e depois (6.b) da aplicação da operação de fechamento.

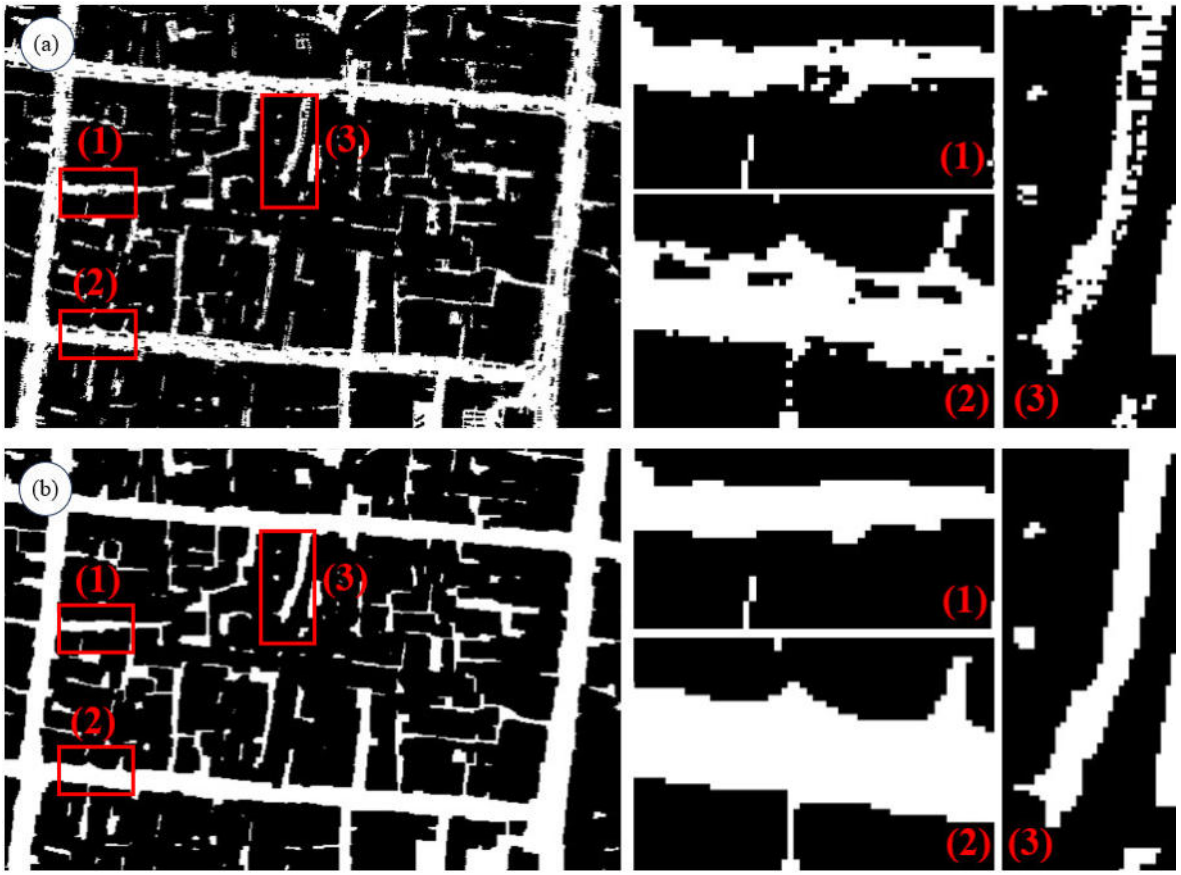


Figura 6. Melhoria na representação das vias com o uso de morfologia matemática. Antes (a) e após aplicação da morfologia matemática (b).

4.3. Geração de estrutura de rede baseada em esqueletização

Para obter a rede de ruas/vielas, aplicou-se a esqueletização nas imagens refinadas. Este processo permite representar ruas/vielas por segmentos de linha com 1 pixel de largura, assemelhando-se a uma vetorização. Em nossa abordagem, utilizamos a técnica de esqueletização proposta por Lee et al. (1994). A saída é um mapa 2D da rede de ruas/vielas, que pode ser carregado em um software GIS, por exemplo. Além disso, pode-se aplicar um refinamento baseado no comprimento para manter as ruas/vielas mais relevantes, eliminando pequenos segmentos. A Figura 7.a apresenta o resultado da

esqueletização, enquanto a Figura 7.b mostra o resultado após a eliminação de pequenos segmentos (comprimento menor que 10 m).

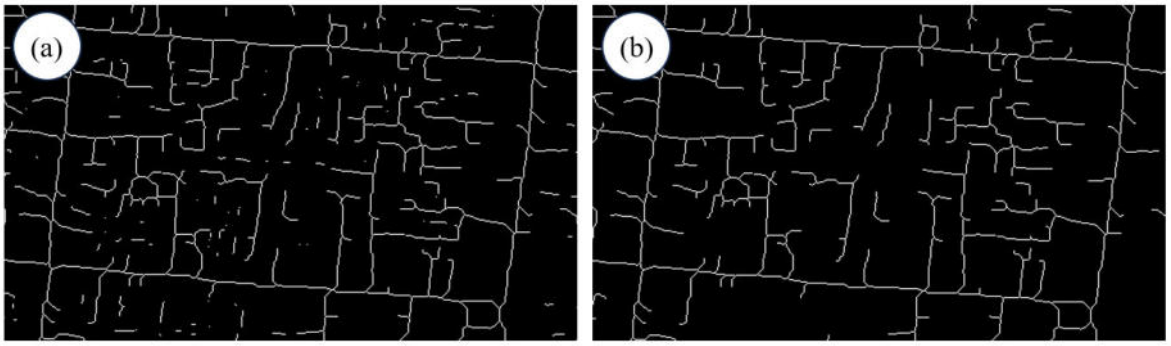


Figura 7. Processo de esqueletização. Resultado da esqueletização (a) e (b) após a eliminação de pequenos segmentos (ruídos) (b).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos experimentos, a rede de ruas/vielas foi extraída usando a abordagem proposta e os resultados foram comparados com o mapa obtido manualmente por vetorização (Restituição Fotogramétrica). Na Figura 8, são apresentados os resultados derivados da abordagem automática proposta (8.a) e o mapa gerado pelo método de vetorização manual (8.b).

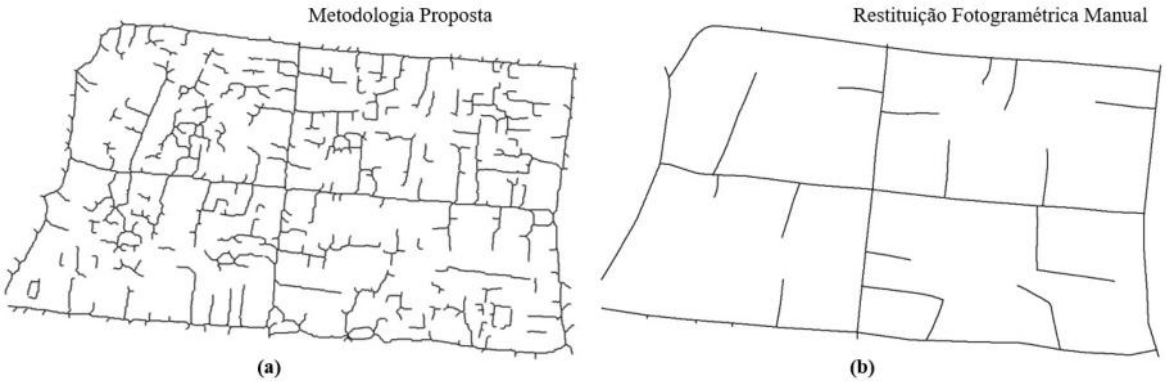


Figura 8. Metodologia proposta (a) e vetorização manual (b).

Por meio da análise visual, é possível observar que a metodologia proposta permitiu extrair uma maior quantidade de vielas, que não foram detectadas pelo operador durante o processo de vetorização manual. Esses resultados indicam o potencial dos dados LiDAR na extração automática da malha viária em favelas.

A extração automática e remota de eixos viários em favelas representa um avanço significativo no planejamento e gestão urbana. Os resultados destacam como essa tecnologia contribui para um planejamento urbano eficiente, melhoria da mobilidade, aumento da segurança e resposta a emergências, desenvolvimento sustentável e redução de conflitos dentro dos assentamentos informais.

Para o planejamento urbano, a extração automática de eixos viários, especialmente em favelas, facilita a coleta de dados precisos e atualizados, permitindo aos formuladores de políticas públicas identificar as necessidades de infraestrutura e planejar intervenções de forma eficaz. Isso aumenta a eficiência geral dos processos de planejamento urbano, resultando em intervenções mais direcionadas e impactantes. O mapeamento preciso dos eixos viários permite às autoridades melhorar a mobilidade dentro das favelas, implementar sistemas de transporte público e aprimorar a infraestrutura viária. Esses aprimoramentos aumentam a acessibilidade aos serviços essenciais e promovem o desenvolvimento econômico e social dentro dessas comunidades, além de contribuir para um acesso mais equitativo aos recursos.

Outro fator importante é que o mapeamento preciso da infraestrutura viária pode aumentar a eficiência e a eficácia dos serviços de entrega na última milha. Ao utilizar a tecnologia para navegar em paisagens urbanas complexas, as empresas de comércio eletrônico podem melhorar a satisfação do cliente, reduzir os tempos de entrega e expandir seu alcance de mercado nas áreas de favelas.

6. CONCLUSÕES

Em conclusão, a extração automática e remota de eixos viários em favelas representa um avanço significativo no planejamento e desenvolvimento urbano. Ao fornecer dados precisos e acessíveis, essa abordagem permite que os formuladores de políticas públicas tomem decisões informadas, resultando em intervenções mais eficientes, equitativas e sustentáveis nas favelas. No futuro, mais pesquisas e investimentos nessa tecnologia serão cruciais para enfrentar os complexos desafios das favelas e promover comunidades urbanas resilientes e inclusivas.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil pelo financiamento 405498/2023-3, que explora novas tecnologias e seus impactos na entrega de última milha em favelas. Além disso, agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas pela infraestrutura que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

8. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. **Favela cresce demograficamente e movimenta mais de R$200 bilhões.** Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-03/favela-cresce-demograficamente-e-movimenta-mais-de-r-200-bilhoes. Acesso em: 25 de julho de 2024.

AXELSSON, Peter. **DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models**. In: International archives of photogrammetry and remote sensing 33.4 (2000), pp. 110–117.

BALTSAVIAS, Emmanuel P. **Airborne laser scanning: basic relations and formulas.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 54, n. 2-3, p. 199-214, 1999

CLODE, S.; KOOTSOOKOS, P.; ROTTENSTEINER, F. **The automatic extraction of roads from LIDAR data.** International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, v. XXXV-B3, p. 231-236, 2004.

HABIB, A. F.; KERSTING, A. P.; RUIFANGA, Z.; AL-DURGHAM, M.; KIM, C.; LEE, D. C. **Lidar strip adjustment using conjugate linear features in overlapping strips.** In: ISPRS CONGRESS, XXI, 2008, Beijing, China. Proceedings of the XXI ISPRS Congress. Beijing: ISPRS, 2008. v. 37, part B1.

LARA, F. L. **Favela Upgrade in Brazil: A Reverse of Participatory Processes.** Journal of Urban Design, v. 18, n. 4, p. 553–564, nov. 2013.

LEE, Ta-Chih; KASHYAP, Rangasami L.; CHU, Chong-Nam. **Building skeleton models via 3-D medial surface axis thinning algorithms.** In: CVGIP: Graphical Models and Image Processing 56.6 (1994), pp. 462–478.

LI, Yong; YONG, Bin; VAN OOSTEROM, Peter; LEMMENS, Mathias; WU, Huayi; REN, Liliang; ZHENG, Mingxue; ZHOU, Jiajun. **Airborne LiDAR data filtering based on geodesic transformations of mathematical morphology.** Remote Sensing, v. 9, n. 11, p. 1104, 2017.

LIU, X.; LI, H. **Automated road extraction and analysis from LiDAR point cloud data using local optimization.** KSCE Journal of Civil Engineering, v. 28, p. 354-362, 2024. doi: 10.1007/s12205-023-0919-x.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **É o momento das cidades: Não há saída sem investimento em desenvolvimento sustentável**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/252625-%C3%A9-o-momento-das-cidades-n%C3%A3o-h%C3%A1-sa%C3%ADda-sem-investimento-em-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 30 de abril de 2024.

NAÇÕES UNIDAS. **Sustainable Development Goals.** United Nations. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/. Acesso em: 19 de maio de 2024.

SOILLE, Pierre. **Morphological image analysis: principles and applications.** Vol. 2. No. 3. Berlin: Springer, 1999.

SANTOS, R. C., GALO, M., HABIB, A. F. **K-Means Clustering Based on Omnivariance Attribute for Building Detection from Airborne LIDAR Data**. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 2 (2022), pp. 111–118. DOI: 10 . 5194 / isprs - annals - V- 2 - 2022 - 111-2022.

SANTOS, R. C.; GALO, M. **Robust building detection in urban environments from airborne LiDAR data: a geometry-based approach**. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 17, p. 9429-9441, 2024. doi: 10.1109/JSTARS.2024.3391050.

SOKOLOVA, Marina; JAPKOWICZ, Nathalie; SZPAKOWICZ, Stan. **Beyond accuracy, F-score and ROC: a family of discriminant measures for performance evaluation.** In: AUSTRALASIAN JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2006. Proceedings [...]. Springer, 2006. p. 1015–1021. ISBN: 978-3-540-49787-5.

VERNON, David. **Machine vision: automated visual inspection and robot vision.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991.

WANG, W., YANG, N., ZHANG, Y., WANG, F., CAO, T., EKLUND, P. **A review of road extraction from remote sensing images.** Journal of Traffic and Transportation Engineering, v. 3(3), p. 271-282, 2016. doi.org/10.1016/j.jtte.2016.05.005

WEHR, A.; LOHR, U. **Airborne laser scanning an introduction and overview.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 68-82, 1999.

WIEDEMANN, Christian; HEIPKE, Christian; MAYER, Helmut; JAMET, Olivier. **Empirical evaluation of automatically extracted road axes**. In: Empirical evaluation techniques in computer vision. v. 12, p. 172-187, 1998.

ZHAO, Xiaoqian; GUO, Qinghua; SU, Yanjun; XUE, Baolin. **Improved progressive TIN densification filtering algorithm for airborne LiDAR data in forested areas**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 117, p. 79-91, 2016.

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E GOOGLE EARTH NA ANÁLISE ESPACIAL DOS ESTACIONAMENTOS PARA AUTOMÓVEL NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL

S. S. Andrade, L. O. Romão,
L. G. C. P. Gama e P. W. G. Taco

RESUMO

O estudo realiza uma análise espacial da utilização e acessibilidade dos estacionamentos do Campus Darcy Ribeiro (CDR) da Universidade de Brasília com uma ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foi feita uma análise da oferta de vagas no que se refere ao atendimento da demanda, além de uma análise temporal da ocupação dos estacionamentos ao longo dos últimos 16 anos por intermédio de imagens de satélite do *Google Earth*. A análise mostra uma assimetria na ocupação das vagas por estacionamentos, gerando subutilização em alguns casos e uma alta ocupação em outros.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as alternativas para melhorar a ocupação do solo e garantir o desenvolvimento de uma cidade sustentável e inteligente, ressalta-se a adequada gestão dos estacionamentos urbanos (Campos, 2006). No Brasil, com a mudança nos padrões de comportamento dos últimos anos, a demanda por tais infraestruturas foi modificada (MDR, 2013). De fato, percebe-se uma alteração na mobilidade das cidades, impulsionada por fatores como a crescente conscientização ambiental, a popularização dos aplicativos de transporte, além dos desafios econômicos no país (Tavares & Avelar, 2023).

O primeiro fator, o qual corresponde ao esforço coletivo em direção à sustentabilidade ambiental, é evidenciado pela adoção de medidas a favor dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme abordado por Guimarães (2012). Para Melo (2018), os ODS incentivam o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, o que inclui a redução da necessidade de veículos pessoais, promovendo o transporte público, ciclovias e incentivos para caminhadas. Isso, por sua vez, permite o planejamento de estacionamentos menores e mais eficientes em termos de uso do espaço. E no que diz respeito à acessibilidade e inclusão, o planejamento de estacionamentos deve envolver a alocação de espaços reservados e acessíveis, bem como a possibilidade de integração de tecnologias que facilitem a orientação e a utilização dos estacionamentos por parte de todos e atendendo adequadamente os Polos Geradores de Viagem (PGV).

No contexto do planejamento urbano, os PGV se apresentam como um fator relevante, uma vez que possuem a capacidade de modificar a organização dos centros urbanos e dos padrões de deslocamentos, com a geração de centralidades, ou até mesmo subcentros (Kneib *et al.,* 2012). Dentre os vários tipos de PGV, as instituições de ensino, como escolas e universidades, se apresentam como geradores de centralidades que influenciam o planejamento urbano. Como Parra (2006) destaca, um campus universitário é, em geral, um PGV, que influencia e é influenciado pelas condições da cidade em que se insere. Assim, também é notável que a área de influência do local exerça um impacto relevante na demanda por estacionamento (Oliveira & Silva, 2014).

No Distrito Federal (DF), Brasil, o Campus Universitário Darcy Ribeiro (CDR) da Universidade de Brasília (UnB) é um PGV que atrai deslocamentos realizados por transporte público, por automóvel e transporte ativo tanto da região mais próxima (Plano Piloto) como de outras Regiões Administrativas (RA) e fora o DF (Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro, 2023). Conforme Santos *et al.* (2021) o perfil do usuário que frequenta o CDR está constituído por uma população jovem que realiza viagens curtas, sendo o automóvel o principal modo de transporte.

Por meio da pesquisa domiciliar de mobilidade urbana do Metrô-DF (2016), foi possível perceber que de 989 viagens, 42% eram do Plano Piloto, indicando que na sua maior proporção foram realizadas viagens curtas. Em relação a renda, analisando os dados da Codeplan (2016) e a renda da pesquisa do MetrôDF (2016) em conjunto, 53% dos entrevistados apresentaram renda média-alta a alta, utilizando o automóvel como meio de transporte (48%) (Santos *et al.*, 2021), o que representa uma parcela significativa de veículos que vão em direção ao CDR diariamente. Depois da pandemia, tem-se observado uma redução de ocupação de algumas áreas, enquanto outras demonstram o comportamento oposto, tendo um aumento na demanda por vagas. Então, surge uma questão diante da estrutura dos estacionamentos: de que forma esta demanda está sendo atendida pela oferta e se existe a necessidade de um rearranjo desta ocupação.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma análise espaço temporal da utilização dos estacionamentos no espaço físico no CDR com o auxílio de uma ferramenta SIG e o Google Earth. Será realizado uma análise da distribuição e da acessibilidade dos estacionamentos considerando a demanda e a oferta.

Assim, o presente artigo está dividido em seis seções: introdução, contextualização dos estacionamentos em campi universitários, Darcy Ribeiro e os estacionamentos, materiais e métodos, resultados e análises, além de conclusões e recomendações.

2 ESTACIONAMENTOS EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS

A demanda por estacionamento em campi universitários tem aumentado devido ao crescimento da população universitária e ao maior acesso ao transporte individual (Barata *et al.,* 2011). Com o espaço limitado para estacionamento, surgem congestionamentos e disputas pelo uso do solo, além do impacto ambiental causado pela poluição atmosférica e sonora dos estacionamentos (Ziemann, 2006).

Para lidar com esses desafios, diversas universidades têm adotado estratégias inovadoras de mobilidade interna nos estacionamentos. Por exemplo, a Universidade da Califórnia-Irvine e a Universidade da Califórnia em Berkeley implementaram o estacionamento em pilha,

maximizando a capacidade de veículos em uma área específica. Outras medidas incluem incentivos ao compartilhamento de caronas, como na *Northwestern University* e na *University* of *California-Irvine*, e a criação de "zonas de caminhada", para promover o uso de transporte público e alternativo, além de melhorar a infraestrutura para pedestres e ciclistas (Isler *et al.,* 2005).

No contexto brasileiro, Krauser (2019) fez uma análise da demanda por estacionamento na Universidade de São Carlos (EESC-USP). Os resultados da pesquisa demonstraram que o aumento na demanda por estacionamentos é motivado pela ampliação no número de cursos e alunos no campus. Buscando atender à maior demanda, indica-se a proposta de ações que objetivam a redução da dependência do transporte individual. Destaca-se também a importância da participação do poder público para melhorias na qualidade e oferta de transporte público.

3 O CAMPUS DARCY RIBEIRO E OS ESTACIONAMENTOS

O Campus Darcy Ribeiro (CDR) da Universidade de Brasília (UnB), situado no Plano Piloto, Região Administrativa (RA) do Distrito Federal (DF), é um dos maiores campus universitários do Brasil. Possui uma extensão de aproximadamente 400 ha e 572.200 m² de área construída, com uma população de 50 mil alunos, professores e funcionários (Anuário Estatístico da UnB, 2023). A organização espacial dos edifícios no Campus Darcy Ribeiro da UnB se caracteriza por uma lógica singular que privilegia a existência de grandes interstícios entre as edificações, conforme Figura 1. Essa disposição cria uma ambiência permeada por amplos espaços vazios que separam os prédios, conferindo ao campus um caráter singular em comparação com outros modelos tradicionais de campi universitários (Ceplan, 2023).

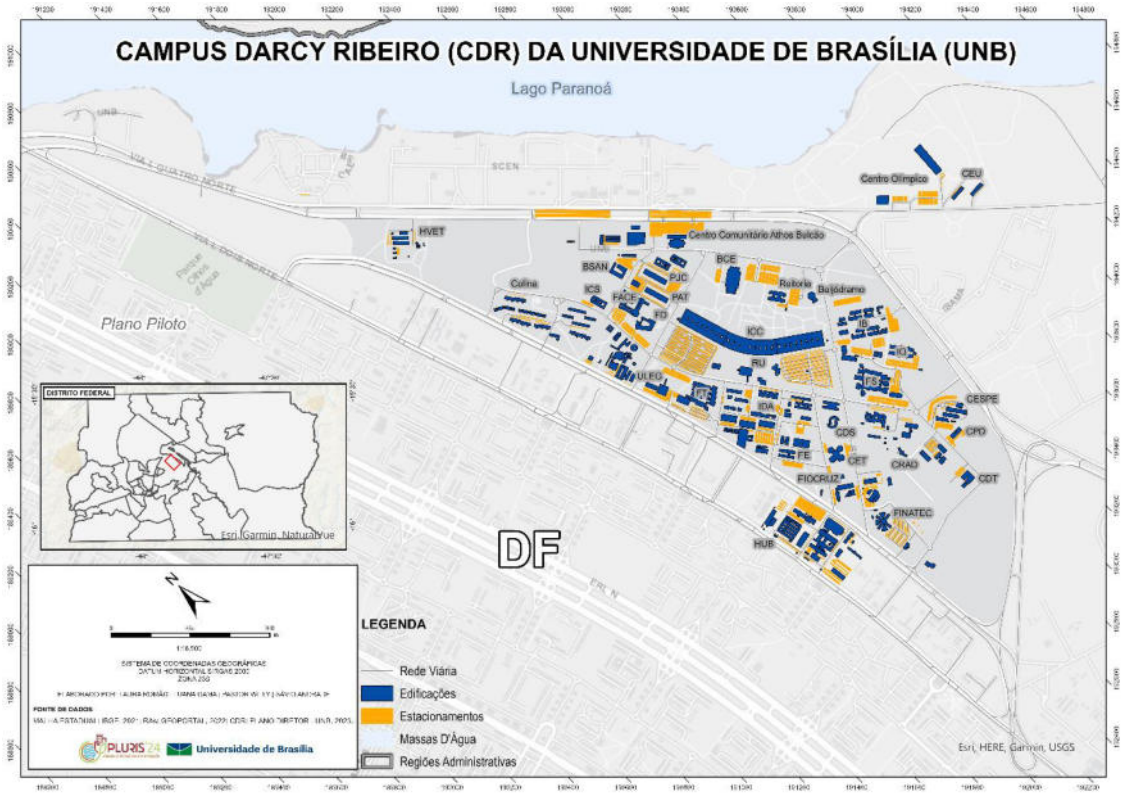


Fig. 1 Campus Darcy Ribeiro (CDR), Universidade de Brasília (UnB). Fonte: Os Autores, 2024.

Numa breve retrospectiva, o Plano de Circulação do Campus da Universidade de Brasília (1992), determinou que, em meados dos anos 90, surgiram diversos desafios relativos ao uso dos estacionamentos no CDR. Destaca-se a presença significativa de veículos estacionados de forma irregular, registrando cerca de 14% dos automóveis nessa condição. Braga *et al.* (2015) constataram que, no geral, não existia demora quanto ao tempo necessário para encontrar vagas nos estacionamentos do CDR, embora uma parcela de pessoas ainda encontrasse dificuldades. Em relação à necessidade por espaços de estacionamento, os autores indicam que, em linhas gerais, a demanda encontrava-se atendida. Entretanto, em certas áreas, a demanda excedia a capacidade, resultando em desafios para os condutores ao procurar vagas disponíveis.

Atualmente o CDR conta com 95 estacionamentos regulares distribuídos por toda sua extensão. No que diz respeito à oferta de infraestrutura para transportes e mobilidade o campus está situado entre vias de alta velocidade (L4 Norte) e média velocidade (L3 e L2 Norte) que o circundam, estacionamentos para automóveis, pontos de parada e estações de bicicletas compartilhadas (Andrade *et al.,* 2023).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A utilização de um Sistema de Informações Geográficas, conforme Camargo (2007) e Moreira *et al.* (2002), possibilitam a combinação de um conjunto de dados espaciais de entrada que permitem gerar um resultado de saída, na forma de um mapa temático. Assim, as seguintes etapas seguem esse conceito, para atingir o objetivo do presente estudo.

a) *Etapa 1:* Foram montadas as Bases de Dados Georreferenciadas dos Estacionamentos, Prédios e Sistema de Transporte do CDR. As Bases foram obtidas do GeoPortal DF (SEDUH, 2021) em formato *shp*, com DATUM Horizontal SIRGAS 2000, Zona 23S, correspondentes ao ano de 2023;

b) *Etapa 2:* Análise do Banco de Dados da Pesquisa de Transporte e Mobilidade (BDPTM) obtida dos estudos do Plano Diretor do CDR (2024), a fim de identificar os usuários de transporte privado por automóvel que utilizam os estacionamentos do CDR;

c) *Etapa 3:* Análise da demanda dos estacionamentos do CDR, determinando a origem das viagens dos usuários e a taxa de ocupação por cada estacionamento no CDR;

d) *Etapa 4:* Análise Espacial da oferta e demanda dos estacionamentos do CDR utilizando o software *ArcGIS Pro*, gerando mapas temáticos das áreas de influência, acessibilidade, taxa de ocupação. Para mensurar a dimensão dos estacionamentos do CDR, foram empregadas imagens de satélite e, para casos de áreas localizadas em regiões cobertas pela vegetação ou que ainda não estavam construídas, a contagem foi feita *in loco*; e

e) *Etapa 5:* Avaliação espaço-temporal da ocupação dos estacionamentos do CDR ao longo dos anos (2008, 2014, 2022 e 2023), utilizando de imagens de satélite a partir do *Google Earth*.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

Em concordância com as diretrizes do Plano Diretor do CDR da UnB, foi avaliado a relação entre oferta e demanda dos estacionamentos do CDR, identificando possíveis casos de subutilização ou superlotação, bem como a acessibilidade dessas áreas.

5.1 Pesquisa de Transporte e Mobilidade dos Usuários do CDR

A análise dos dados da pesquisa do BDPTM, considerou as origens das viagens, nas Regiões Administrativas (RA), dos usuários que frequentam o CDR e utilizam o automóvel como modo de transporte principal. Determinou-se que 22,22% dos discentes começa seu trajeto no Plano Piloto, seguido de Taguatinga (8,28%), Ceilândia (7,26%), Planaltina (5,90%) e Águas Claras (5,10%). Observa-se também que os alunos do Plano Piloto, RA localizada em média a 4 km do CDR, geralmente não dividem carona, tendo uma taxa de ocupação igual a 1,11. Ceilândia, localizada a 34 km do CDR, apresenta uma das menores taxas, se igualando a 1. Planaltina, RA localizada a 55 km do CDR, com um tempo de deslocamento por automóvel de 55 min, apresenta uma taxa de ocupação de 4 passageiros (Andrade *et al.,* 2023).

5.2 Análise dos Estacionamentos do CDR por Imagens de Satélite

Inicialmente foi analisada a ocupação do estacionamento do SG12 - Laboratórios de Engenharia Civil, comparando os períodos pré-pandemia (anterior a março de 2020) e pós-pandemia (maio de 2023). Através da análise das imagens (Figura 2), observa-se uma mudança significativa na demanda por vagas. O estacionamento do SG12 possui vagas na região da entrada do edifício (lado esquerdo das figuras) e na parte posterior do edifício (lado direito das figuras). No período pré-pandemia, a alta demanda por vagas frequentemente excedia a capacidade do estacionamento, levando à ocupação de áreas não demarcadas, conforme as imagens identificadas como “9” e “10” (Figura 2). O período da pandemia foi marcado por vagas ociosas, como observado na imagem “11” (Figura 2). Já no período pós-pandemia, a ocupação das vagas diminuiu consideravelmente, com persistência de vagas ociosas mesmo em horários de pico (imagem “12”, Figura 2).

O segundo local analisado foi o estacionamento do Instituto Central de Ciências Sul (ICC Sul). Nas imagens “5” e “6” (Figura 2), referentes ao período pré-pandemia, observa-se uma alta demanda por vagas, evidenciada pela lotação completa das áreas de estacionamento próximas aos prédios, e pela ocupação significativa de vagas localizadas mais distantes. No período da pandemia, imagem “7” (Figura 2), percebe-se uma baixa demanda por vagas. Já na imagem “8” (Figura 2), observa-se um início de recuperação na demanda por vagas, com aumento da utilização em comparação ao período da pandemia. As áreas próximas aos prédios demonstram maior ocupação, evidenciando a preferência dos usuários por vagas mais próximas dos locais onde realizam suas atividades. No entanto, o nível de ocupação ainda se encontra abaixo do observado no período pré-pandemia.



Fig. 2 PAT, PJC, MASC Norte, IPOL/IREL, CIC, EST, SG12 ICC SUL e seus estacionamentos. Fonte: Google Earth.

O terceiro estacionamento selecionado para análise abrange os edifícios situados na região norte do CDR, a Faculdade de Direito (FD), a Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE), o Pavilhão Anísio Teixeira (PAT), o Pavilhão João Calmon (PJC), o Prédio de Ciência da Computação e Estatística (CIC/EST), Instituto de Relações Internacionais (IRL) e o Módulo de Apoio e Serviços Complementares Norte (MASC Norte/Amarelinho).

Nas imagens “1” e “2” (Figura 2), percebe-se uma utilização substancial das vagas de estacionamento nessa localidade durante o período pré-pandêmico. Importante ressaltar que essa área também abriga um espaço de alimentação no Amarelinho, atraindo indivíduos de outras áreas do CDR. Além disso, houve um aumento na demanda por vagas devido à construção de novos edifícios, a FACE e o CIC/EST.

A análise também evidenciou que a região possui características de céu aberto, sem arborização adequada, o que pode gerar desconforto e insegurança aos usuários, especialmente em condições climáticas adversas. O período da pandemia evidenciou subutilização das vagas, conforme imagem “3” (Figura 2), contrastando com uma ocupação elevada no período pós-pandêmico (imagem “4”, Figura 2).

5.3 Análise Espacial da Acessibilidade dos Estacionamentos aos Prédios do CDR

A Norma Brasileira sobre Acessibilidade NBR 9050 (ABNT, 2020) trata da acessibilidade como a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, entre outros. Segundo

a NBR em questão, os acessos aos edifícios precisam estar a uma distância igual ou inferior a 50 metros. Nesse sentido, o raio de cobertura da área de abrangência dos estacionamentos, denominada área de influência, foi definido em 50 metros e criado a partir da ferramenta *buffer* do *ArcGIS Pro*. Como apresentado na Figura 3, algumas áreas do CDR apresentam defasagem na distribuição dos estacionamentos em relação aos prédios próximos. Cerca de 9 edificações do CDR não possuem estacionamentos regulares dentro de um raio de 50 metros. Dentre as 9 edificações citadas, destaca-se que algumas possuem um fluxo considerável de usuários durante o dia, sendo elas: o Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas, o Laboratório de Termobiologia, o Laboratório Analítico de Geociências, o Laboratório Prof. José Elias de Paula, o Centro de Desenvolvimento Sustentável, o Pavilhão Multiuso II, o Centro de Convivência Negra, e novas ocupações localizados no setor norte do CDR.

Ainda na Figura 3, observa-se que a maior parte das edificações são atendidas por algum dos estacionamentos presentes no campus, sendo que 94,94% das edificações estão situadas a no mínimo 50 metros de algum dos estacionamentos do CDR. Também, aproximadamente 5,06% das edificações estão localizadas a uma distância maior que um raio 50 metros dos estacionamentos. Estacionamentos distantes dos prédios podem dificultar o acesso das pessoas, especialmente aquelas com mobilidade reduzida, além de representar preocupações com a segurança, principalmente à noite. Destaca-se ainda que, áreas mal iluminadas ou isoladas podem ser propensas a crimes, o que afeta a sensação de segurança dos usuários.

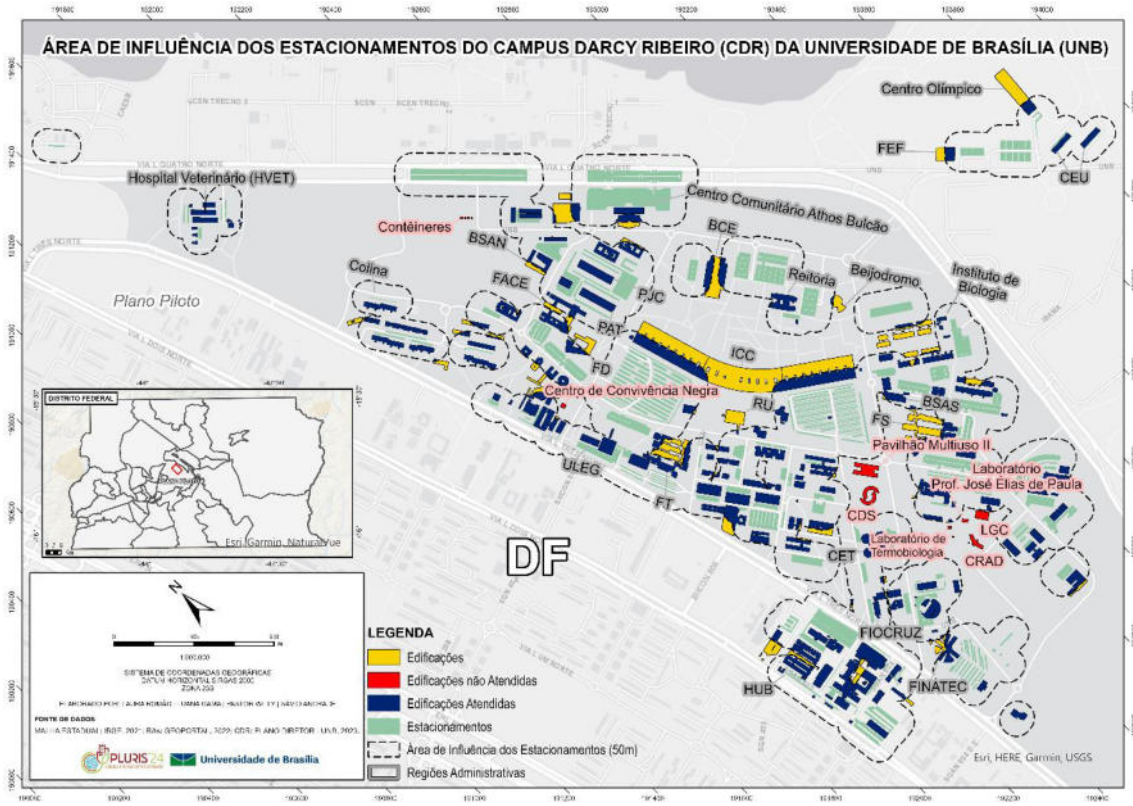


Fig. 3 Área de influência (50m) dos estacionamentos em relação aos prédios do CDR. Fonte: Os Autores, 2024.

5.4 Avaliação da Capacidade de Atendimento dos Estacionamentos às Demandas das Edificações do Campus

Com base nos dados da Pesquisa de Transportes e Mobilidade realizada pelo Plano Diretor (UnB, 2023) foi determinado o Tempo Médio de Permanência (TMP) dos usuários de automóvel por local no CDR, estimado em horas. A análise revela que as áreas com maior concentração de TMP (superior a 10 horas) se concentram em três polos principais (Figura 4):

a) Instituto Central de Ciências (ICC Central): concentra diversos departamentos, laboratórios de pesquisa, salas de aula e biblioteca. A alta densidade de atividades acadêmicas e científicas no local explica o elevado TMP.

b) Instituto de Ciências Sociais (ICS): O ICS é um centro de referência em estudos sociais e humanos da UnB. O alto TMP no ICS pode ser atribuído à natureza das atividades realizadas no instituto, que demandam tempo e concentração, como pesquisa, leitura e debate; e

c) Instituto de Química (IQ): O IQ é um centro de pesquisa em química e áreas afins. O alto TMP no IQ pode ser explicado pela necessidade de longas horas de trabalho em laboratório para a realização de experimentos e análises.

A representação espacial do TMP no CDR (Figura 4) pode ser utilizada para subsidiar decisões estratégicas relacionadas à infraestrutura do Campus, como a otimização da distribuição de espaços de estudo e convivência, a melhoria da acessibilidade (calçadas, iluminação, vegetação, segurança), dentre outros.

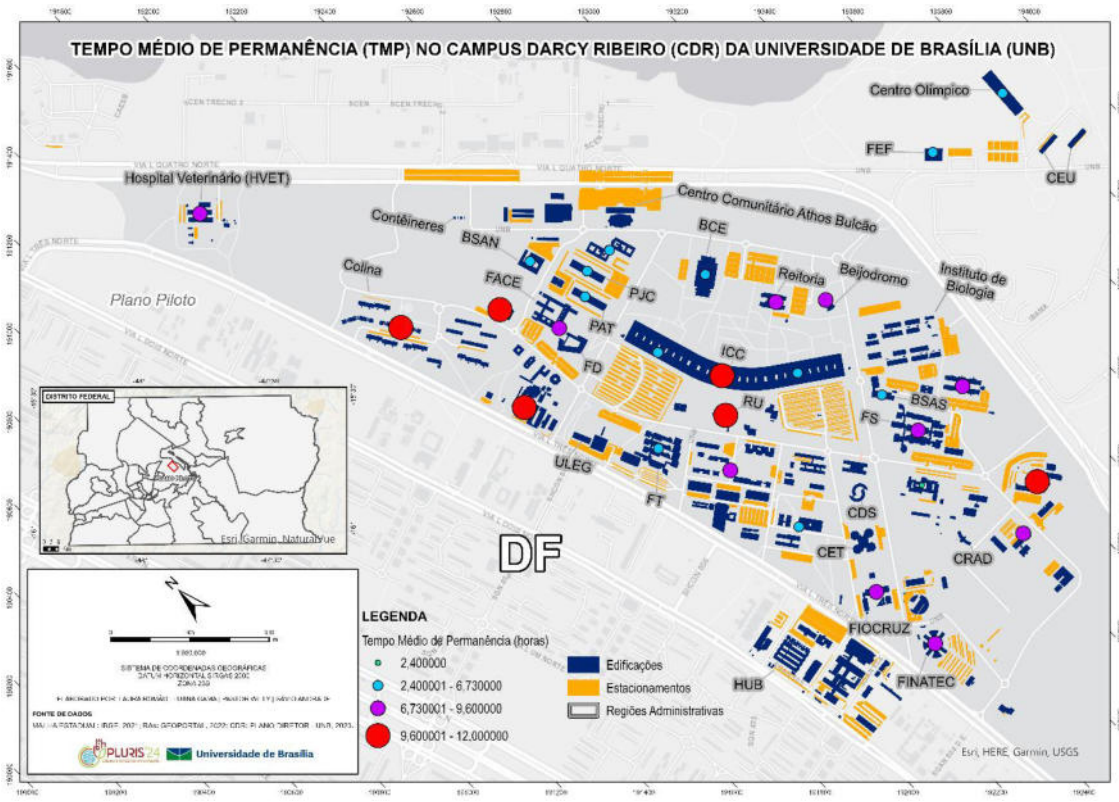


Fig. 4 Tempo Médio de Permanência (horas) por Edificação no CDR. Fonte: Os Autores, 2023.

Uma outra forma de análise da capacidade de atendimento foi realizada, de forma específica nos estacionamentos da Faculdade de Tecnologia (FT) que agrega em torno de 1646 pessoas (UnB, 2017). Para um melhor detalhamento, as vagas dos estacionamentos foram vetorizadas, possibilitando a estimativa do quantitativo de vagas ofertadas. Esses dados foram comparados com os dados de demanda obtidos através da Pesquisa de Transporte e Mobilidade (2023). Ao todo, foram calculadas 2.362 vagas ofertadas nos estacionamentos mais próximos, incluindo dos prédios adjacentes, como o ICC Norte e o ULEG, assim como mostra a Figura 5. Embora a pesquisa não considere todos os usuários diários do local em análise, é possível atestar que a oferta total consegue superar a demanda. Mas é importante ressaltar que, para isso ocorrer, os alunos precisariam percorrer maiores distâncias para acessar as vagas mais afastadas, como a do ICC Norte. Isso, por sua vez, pode gerar desconforto por conta da preferência pelo estacionamento localizado na entrada da FT.

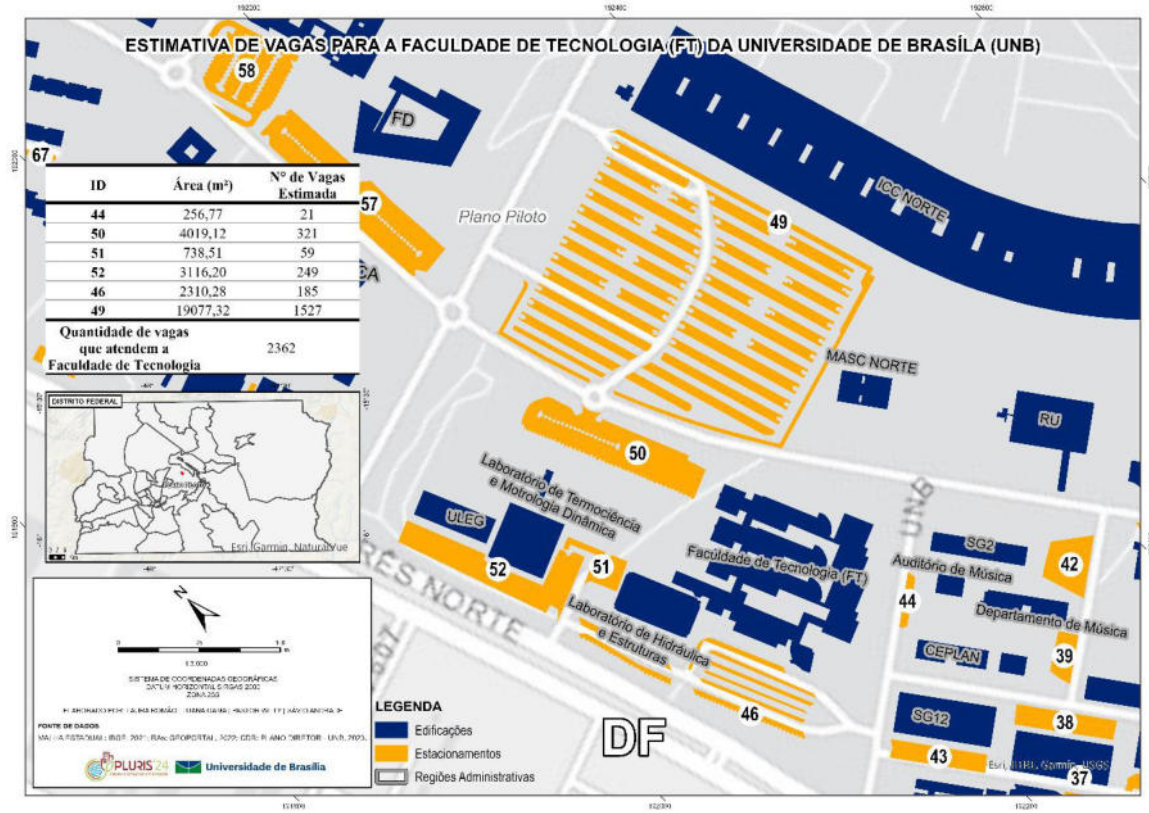


Fig. 5 Estimativa de vagas para a Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Fonte: Os Autores, 2024.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O comportamento dos usuários dos estacionamentos do Campus Darcy Ribeiro foi analisado a partir da Pesquisa de Mobilidade e Transporte. Com isto, foram obtidos os padrões de utilização de automóveis, gerando elementos de apoio para análise da demanda por vagas de estacionamentos no CDR.

A análise de demanda obtida a partir da taxa de ocupação veicular da maioria dos moradores da região norte, que compartilham carona, favorece a diminuição da procura por vagas dos estacionamentos. Este comportamento deve ser incentivado a fim de diminuir a procura por vagas e um uso racional dos estacionamentos.

A análise de imagens de satélite revela que a diversidade da ocupação espacial do CDR impacta diretamente nas características de ocupação das vagas por estacionamentos. Estacionamentos maiores, como o ICC Sul, apresentam menor taxa de ocupação em comparação com anos anteriores devido a vários fatores. Dentre eles, a oferta de serviços de transporte por aplicativo, à mudança de comportamento dos usuários e ao novo perfil de usuários da UnB. Nos últimos 10 anos, a demanda por transporte público por ônibus dos usuários do CDR aumentou, chegando a 70% do total da população. Isso motiva a repensar a distribuição das vagas em relação à demanda atual, o que requer medidas para otimizar a gestão dos estacionamentos no Campus.

As análises espaciais referentes à área de abrangência dos estacionamentos mostram assimetria entre a demanda e a distribuição dos estacionamentos no Campus. A região sul do CDR apresenta uma carência de vagas em áreas com prédios mais isolados, enquanto a parte norte enfrenta alta demanda no estacionamento dos prédios PAT, PJC, CIC/EST e MASC Norte (Amarelinho), com variações na ocupação em determinados horários. A análise espacial reforça a necessidade de rever a distribuição das vagas de estacionamento no Campus.

Finalmente, o Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro prevê a redução da demanda por estacionamentos com a criação de um Sistema de Estacionamentos Sustentáveis e Seguros. Dentre as ações planejadas estão o incentivo do uso de transporte público, a melhoria do sistema de transporte intracampus, apelidado de “branquinho”, a promoção do compartilhamento de veículos, além da garantia, melhoramento e ampliação da infraestrutura adequada para pedestres e ciclistas. Desta forma, o presente artigo é uma contribuição ao Plano Diretor na procura de um Campus sustentável, saudável e seguro.

7 REFERÊNCIAS

Andrade, S. S., Romão, L. O. & Taco, P. W. G. (2023) Estacionamentos para automóvel no Campus Universitário Darcy Ribeiro: Uma Análise utilizando Sistema de Informações Geográficas. **Revista Científica de Pesquisa Aplicada à Engenharia (REPAE)**, 7, Universidade de Brasília, Brasília.

Aruwajoye (2016). **Previsão da Demanda de Transportes no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília**. Projeto Final de Monografia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Barata, E., Cruz, L. & Ferreira, J.-P. (2011) **Parking at the UC campus: Problems and solutions**. *Cities*, 28(5), 406-413.

Braga, M., Píres, C., Vianna, A., Pedrosa, P., & Santinello, M. (2015) **Relatório dos estacionamentos da UnB**.

Camargo, F.F., Almeida, C.M., Florenzano, T.G., Crepani, E. & Medeiros, J.S. (2007) **Avaliação dos Métodos Booleano, Fuzzy Gama e Bayesiano na Identificação de Áreas Suscetíveis a Movimentos de Massa no Município de São Sebastião/SP**. In: 12º Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal, 2007. *Anais*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Cambridge Systematics. (2006) **The impact of the new busway on travel behavior in Cambridge**: Final report. Cambridge, MA: Cambridge Systematics.

Campos, V. B. G. (2006) Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, 2(99-106), 4.

Crowder, M. & Walton, C.M. (2003) **Desenvolvendo um sistema de estacionamento inteligente para a Universidade do Texas em Austin**. Centro de Transporte da Universidade da Região Sudoeste, Centro de Pesquisa em Transporte, Universidade do Texas em Austin.

Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (Metrô/DF). (2016) **Plano de desenvolvimento do transporte público sobre trilhos do Distrito Federal**. Disponível em: http://www.metro.df.gov.br/?page_id=40044. Acesso em: 23 mar. 2024.

De Oliveira, A.M. & Da Silva, A.N.R. (2014) **Planejamento da Mobilidade com Foco em Grandes Polos Geradores de Viagens**.

Geoportal. (2021) **Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal - IDE/DF**. Geoportal/DF. Disponível em: https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/. Acesso em: 23 mar. 2023.

Guimarães, R. & Fontoura, Y. (2012) Desenvolvimento sustentável na Rio+20: discursos, avanços, retrocessos e novas perspectivas. **Cadernos Ebape**. *BR*, 10, 508-532.

Isler, E., Hoel, L. & Fontaine, M. (2005) **Innovative parking management strategies for universities**: accommodating multiple objectives in a constrained environment. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305720913_Innovative_Parking_Management_Strategies_for_Universities_Accommodating_Multiple_Objectives_in_a_Constrained_Environment. Acesso em: 12 fev. 2024.

Kneib, E.C., Tedesco, G.M.I., Barros, A.P.B.G. & Paiva, M. (2012) PGVs e Centralidades: Impactos na Escala Urbana e Metropolitana. In: Portugal, L.S. (Org.). **Polos Geradores de Viagens Orientados à qualidade de vida e ambiental**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 671-704.

Krauser, G. de A. (2019) **Análise da demanda de vagas de estacionamento na Universidade Federal de São Carlos - Campus São Carlos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14685. Acesso em: 14 fev. 2024.

Santos, P., Martins, S. & Taco, W. (2021) **Caracterização dos padrões de viagens dos usuários do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, Brasil**. Disponível em: https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper1098.pdf. Acesso em: 12 fev. 2024.

Melo, S.R. (2018) **Diretrizes estratégicas para mobilidade sustentável em campi universitários: campus Recife da UFPE** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). (2013) **Planejamento de Mobilidade Urbana: Diálogos Setoriais**. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/planejamento_mobilidade_urbana_dialogossetoriais2013.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

Moreira, F. R. S., Barbosa, C., Câmara, G. & Almeida Filho, R. (2002) **Inferência geográfica e suporte à decisão**. In: CÂMARA, G., DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. (orgs.) Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos.

Parra, M. C. & Portugal, L. S. (2006) **Gerenciamento da mobilidade dentro de um campus universitário: problemas e possíveis soluções no caso UFRJ**. Programa de Engenharia de Transportes (PET - COPPE/UFRJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Tavares, E. M. & Avelar, K. E. S. (2023) **Mobilidade urbana sustentável: a importância do uso do transporte compartilhado e o impacto ao meio ambiente**. Revista Augustus, 59(32), 190-199.

Universidade de Brasília (UnB). Centro de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (CEPLAN). (1992) **Plano de Circulação do Campus Darcy Ribeiro**. Brasília: UNB/CEPLAN, 19-21.

Universidade de Brasília. (2023) **Anuário Estatístico 2023 (24ª ed.)**. Brasília, DF. Disponível em: https://anuario2023.netlify.app/#mapa-do-campus-darcy-ribeiro. Acesso em: 14 mar. de 2024.

Universidade de Brasília. (2023a) **Relatórios e Estudos do Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro 2022-2032: Levantamentos, Atualizações, Mapeamentos e Sistematização de Dados e Produtos da Leitura Comunitária (Consulta Pública e Oficinas Participativas)**. Brasília.

Ziemann, C. J. (2006) **Parking Management In Curitiba, Brazil, A Masters Project submitted to the faculty of the University of North Carolina at Chapel Hill**, 16-20.

RESILIÊNCIA DE ATIVIDADES E USO DE TECNOLOGIAS COMO FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE

V. C. Dias, C. S. Pitombo

RESUMO

Neste trabalho, o termo "resiliência de atividades" se refere à capacidade de indivíduos realizarem tarefas sem deslocamento físico, utilizando Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's). Este estudo investiga como o uso de TIC's e a resiliência de atividades influenciam a mobilidade urbana. Foram usados, sequencialmente, os algoritmos *k-medoids* e CART (*Classification And Regression Tree*), aplicados a uma base de dados provenientes de uma pesquisa *online*, realizada em junho/julho de 2022, englobando diversas cidades brasileiras. Os resultados indicam seis grupos com diferentes graus de resiliência para atividades diversas. Além disso, indivíduos com maior resiliência estão associados a menor frequência de deslocamentos para atividades mandatórias, além de maior uso de TIC´s. A resiliência de atividades pode reduzir a necessidade e frequência de deslocamentos, sendo uma possível ferramenta poderosa para gerenciamento da demanda por viagens e promoção da mobilidade sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, o termo "resiliência de atividades" consiste na propensão de um indivíduo realizar suas atividades usuais sem depender do deslocamento físico, utilizando Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's). Tal prática ganhou maior popularidade após a pandemia da COVID-19 (Ciriaco *et al.*, 2023). Espera-se que indivíduos mais resilientes possam reduzir a frequência de seus deslocamentos para motivos específicos. Portanto, a "resiliência de atividades" pode ser uma ferramenta valiosa para o gerenciamento da demanda por viagens e da mobilidade sustentável.

Com a pandemia da COVID-19, em 2020, e a aplicação de medidas de distanciamento social, houve um aumento da utilização e popularização de TIC's em todo o mundo, a fim de permitir a realização do trabalho e do ensino remotamente, reduzindo o risco de contaminação (Enaifoghe e Zenzile, 2023; Mouratidis, 2021). Nesse contexto, de intenso uso de TIC's, houve a necessidade de realizar outras atividades além do trabalho e ensino de modo remoto, como compras diversas, de refeições ou eventos sociais (Mouratidis e Papagiannakis, 2021).

Em decorrência da pandemia e do aumento do uso do ambiente virtual e das TIC's para realizar diversas atividades, a mobilidade urbana foi afetada, a frequência de viagens foi reduzida e o transporte público foi intensamente impactado (Aloi *et al.*, 2020; Shamshiripour *et al.*, 2020; Rodrigues da Silva *et al.*, 2023; Pitombo *et al.*, 2024). Com isso, alguns estudos

buscam entender como a mobilidade pode ser afetada após a maior disseminação de uso de TIC's para diversas atividades cotidianas (Rizki *et al.*, 2023; Suzuki *et al.*, 2023; Pedreira Júnior e Pitombo, 2024). Desde o fim da pandemia, é preciso entender como essa mobilidade seguirá influenciada pela tecnologia e pela maior capacidade individual de realizar atividades sem deslocamentos físicos.

Este trabalho tem como objetivos analisar e agrupar indivíduos de acordo com o grau de resiliência para diversas atividades, além de investigar relações entre os grupos de indivíduos concebidos, comportamento de viagens e uso de TIC´s.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Dados

Os dados utilizados neste estudo foram coletados entre junho e julho de 2022, por meio de um formulário *on-line* (Moraes *et al.*, 2022), com uma amostragem *snowball sampling* (Goodman, 1961). Em vista do viés da amostra, os resultados não serão expandidos para a população completa e as conclusões são restritas à amostra obtida. Vale ressaltar que, esta restrição é mencionada em muitos estudos da literatura que utilizam pesquisas *online* e amostragem não probabilística (Campos *et al.*, 2021; Naderifar *et al.*, 2017; Parker *et al.*, 2019). O formulário foi dividido em quatro seções: (1) características socioeconômicas; (2) dados sobre o uso e proficiência em TIC's; (3) resiliência de atividades e (4) mobilidade. Por fim, foram coletadas 267 respostas em 10 estados do Brasil. Neste trabalho foram utilizadas 34 variáveis do banco de dados original: 5 de resiliência de atividades (Tabela 1), 5 de mobilidade (Tabela 2) e 24 de uso de TIC's.

As 24 variáveis de TIC's foram adaptadas da "Pesquisa TIC Domicílios 2020", realizada pelo Núcleo de Informação e Coordenação (NIC) do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). Essa pesquisa entrevistou mais de 4 mil brasileiros, de todas as classes sociais e analisa o uso da *internet* e tecnologia por eles, considerando um contexto de desigualdade digital (NIC.br, 2021). Além disso, incorpora dados pessoais e socioeconômicos dos entrevistados para explorar possíveis relações entre essas características e o uso de TIC's. São perguntas relacionadas à frequência do uso da *internet,* ao uso de computador para atividades de trabalho e ao uso de celular, com escalas ordinais e nominais. Sendo, as variáveis relacionadas à <u>*Internet*</u>: (1) Já utilizou *Internet* (Sim, Não, Não sei); (2) Quando usou a *Internet* pela última vez (Há menos de 3 meses, Entre 3 e 12 meses, Há mais de 12 meses, Não sabe, Nunca utilizou); (3) Em qual desses locais usou a *Internet* com mais frequência (Em casa, No trabalho, Na escola ou estabelecimento de ensino, Na casa de outra pessoa, Centro público de acesso gratuito, Centro público de acesso pago, Enquanto se desloca, Outro lugar, Não sabe, Nunca utilizou); (4) Usou a *Internet* pelo telefone celular nos últimos 3 meses (Sim, Não, Não sei); (5) Utilizou conexão 3G ou 4G em um celular nos últimos 3 meses (Sim, Não, Não sei); (6) Utilizou conexão *Wi-fi* em um celular nos últimos 3 meses (Sim, Não, Não sei).

Para as variáveis associadas ao uso de <u>Computador</u> as perguntas foram: (1) Já usou um computador de mesa, *notebook* ou um *tablet*; (2) Copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta em um computador ou notebooks nos últimos 3 meses; (3) Copiou e colou informações em um documento em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; (4) Anexou arquivos em *e-mails* em um computador ou notebooks nos últimos 3 meses; (5) Usou uma planilha de cálculo em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; (6) Instalou novos equipamentos, como *modem*, impressora, câmera ou microfone em um computador ou

notebook nos últimos 3 meses; (7) Instalou programas de computador ou aplicativo em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; (8) Criou apresentações de *slides* em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; (9) Transferiu arquivos entre computador e outros equipamentos ou dispositivos em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; (10) Criou programa de computador usando linguagem de programação em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses. Os níveis de todas as variáveis mencionadas foram: Sim, Não, Não sei.

As questões referentes ao uso do Celular foram as seguintes: (1) Usou um telefone celular nos últimos 3 meses; (2) Enviou e recebeu *e-mails* em um celular nos últimos 3 meses; (3) Acessou redes sociais, como *Facebook*, *Instagram* ou *Snapchat* em um celular nos últimos 3 meses; (4) Acessou páginas ou *sites* em um celular nos últimos 3 meses; Baixou aplicativos em um celular nos últimos 3 meses; (6) Buscou informações, como por exemplo no *Google*, em um celular nos últimos 3 meses; (7) Enviou mensagens de texto pela *Internet*, como por *WhatsApp*, *Skype* ou *chat* do *Facebook*, em um celular nos últimos 3 meses; (8) Possui telefone celular. Para todas as variáveis, os níveis foram: Sim, Não, Não sei.

Tabela 1 Descrição das variáveis de resiliência de atividades

Variável	Escala	Níveis
Quanto consegue realizar atividades de trabalho de forma remota (Trabalho)	Ordinal	1 – Muito pouco;
Quanto consegue realizar atividades de estudos de forma remota (Estudo)	Ordinal	2 – Pouco;
Quanto consegue realizar compras de refeições de forma remota (Refeições)	Ordinal	3 – Razoavelmente
Quanto consegue realizar compras diversas de forma remota (Compras)	Ordinal	bem; 4 – Bem;
Quanto consegue realizar as atividades sociais de forma remota (Sociais)	Ordinal	5 – Totalmente

Tabela 2 Descrição das variáveis de mobilidade

Variável	Escala	Níveis
Frequência de viagens ao trabalho	Ordinal	
Frequência de viagens por motivo estudos	Ordinal	1 – Nenhuma vez na semana;
Frequência de viagens para refeições	Ordinal	2 – de 1 a 3 vezes por semana;
Frequência de viagens para realização de compras	Ordinal	3 – 4 ou mais vezes por semana
Frequência de viagens para realização de atividades sociais	Ordinal	

Considerando as respostas do questionário e o grupo de variáveis associado ao uso de TIC´s, todos os respondentes utilizaram *internet* nos últimos 3 meses, como também usaram computador. A maioria possui telefone celular (99,6%) e utilizou *internet* pelo celular (99,6%). Os principais locais onde os indivíduos usam *internet* são em casa (80,9%) e no trabalho (17,2%). Quanto à resiliência de atividades, a maioria dos entrevistados consegue realizar as atividades de trabalho (78,3%) e de estudo (75,6%) bem ou completamente de forma remota. Em relação às compras diversas e compras de refeições, 78,7% e 74,2% dos respondentes, respectivamente, também conseguem realizar tais atividades bem ou totalmente de modo remoto. No entanto, apenas 48,7% dos indivíduos conseguem realizar atividades sociais bem de forma remota ou completamente à distância.

Em relação à mobilidade, as atividades de trabalho e de estudo são as que apresentam menor frequência de deslocamento entre os respondentes, com 37,08% deslocando-se nenhuma vez ao trabalho e 51,3% não se deslocando para estudos, o que corrobora com o que foi anteriormente apontado na resiliência, visto que os indivíduos indicaram que conseguem realizar tais atividades de forma remota, sem se deslocar. Para compras diversas, grande parte dos entrevistados (71,2%) se deslocam de 1 à 3 vezes na semana, assim como 67% deles se deslocam com a mesma frequência para compras de refeições. Por fim, para

atividades sociais, 72,3% os respondentes se deslocam de 1 a 3 vezes na semana, indicando que a maioria não consegue realizar esse tipo de atividade de forma remota.

2.2 Ferramentas

Neste trabalho, foram utilizados, de forma sequencial, o algoritmo *k-medoids*, para agrupamento de indivíduos segundo a resiliência de atividades e CART (*Classification And Regression Tree*) para análise de relações entre resiliência de atividades, mobilidade e uso de TIC´s. O algoritmo *k-medoids* é um método não hierárquico de partição, que utiliza pontos representativos do banco de dados ("medoides") para determinação dos centroides dos grupos. O algoritmo minimiza a soma da dissimilaridade entre as observações dentro de cada grupo (Arora e Varshney, 2016). Além disso, o *k-medoids* trabalha com a distância de *Gower*, a qual consegue incorporar diferentes tipos de variáveis, tanto numéricas, quanto categóricas (Gower, 1971; Bektas e Schuman, 2019; Van den Hoven, 2015). A escolha do algoritmo ocorreu considerando o grupo de variáveis que representam a "resiliência de atividades" que são qualitativas ordinais.

Após a determinação de grupos de indivíduos segundo resiliência de atividades (variável dependente), empregou-se o algoritmo CART (Breiman *et al.*, 1984) para investigação das relações esperadas. Através de divisões binárias, o CART fornece regras induzidas combinadas com valores estimados da variável dependente. Os dados originais são divididos em subgrupos, estabelecendo uma ordem de enunciados "Se... então...", a partir dos valores das variáveis independentes. Essa estrutura assemelha-se a uma árvore, com o nó raiz contendo o conjunto completo de dados, os nós filhos representando subgrupos e os nós folhas contendo observações que não podem mais ser subdivididas (Breiman *et al.*, 1984; Kass, 1980; Quinlan, 1983). O algoritmo CART visa maximizar a homogeneidade dentro de cada nó folha segundo valores de variável dependente, usando o índice Gini para avaliar a pureza para o caso de variável dependente categórica (Breiman *et al.*, 1984).

2.3 Procedimento metodológico e pacotes computacionais

O procedimento metodológico deste estudo está estruturado em três etapas, ilustrado na Figura 1. A primeira é realizada com objetivo de agrupar os indivíduos de acordo com a resiliência de atividades e explorar seus respectivos perfis, enquanto a segunda propõe investigar as relações de mobilidade e o uso de TIC's com os grupos definidos anteriormente por meio de árvores de decisão. Finalmente, na terceira etapa, as relações são testadas através de teste Qui-Quadrado de Pearson (Plackett, 1983).

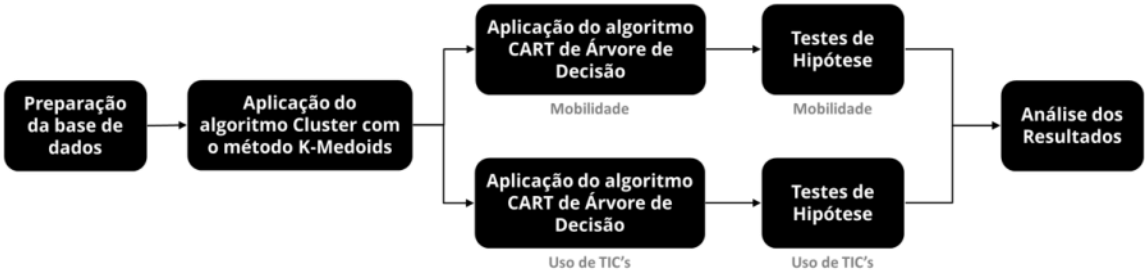


Fig. 1 Fluxograma do procedimento metodológico

A partir dos grupos estabelecidos, foram geradas duas árvores de decisão bivariadas. A primeira com variáveis independentes pertencentes ao grupo de TIC's e a segunda com as variáveis pertencentes ao grupo de mobilidade. Em ambos os casos, a variável dependente

foram os grupos obtidos com o algoritmo *k-medoids*. Por fim, com as divisões encontradas nas árvores, foram realizados testes Qui-Quadrado para validar as relações encontradas anteriormente entre mobilidade e os grupos de resiliência e entre o uso de TIC's e os mesmos grupos. No estudo, foram usados pacotes computacionais como R – *Cluster* (Maechler *et al.*, 2023; R Core Team 2022) e IBM SPSS (IBM Corp., 2017).

3 RESULTADOS

Considerando o coeficiente de Silhueta (Rousseeuw, 1987), o número ótimo de grupos homogêneos segundo "resiliência de atividades" foi igual a seis. No entanto, levando-se em consideração o caráter exploratório da técnica, foram testados também 2,4 e 5 agrupamentos. Observando-se todos os perfis obtidos, verificou-se que seis grupos era o melhor número também para fins interpretativos.

Ao analisar cada *cluster* pode-se notar a predominância de níveis de resiliência diferentes para determinadas atividades. De acordo com a Tabela 3, **o Grupo 1 (totalmente resiliente para atividades mandatórias)** possui 65,9% dos indivíduos com total capacidade de realizar as atividades de trabalho de forma remota e 79,5% dos indivíduos conseguem também cumprir as atividades de estudo de forma totalmente remota. **O Grupo 2 (totalmente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)** tem mais de 70% dos respondentes com total habilidade de realizar quaisquer atividades remotamente. **No Grupo 3 (totalmente resilientes para atividades não mandatórias)**, os indivíduos conseguem desempenhar as atividades de compras diversas (80,6%) e compras de refeições (82,3%) de forma remota. **O Grupo 4 (resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)** contém mais de 65% dos entrevistados com capacidade de realizar bem todas as atividades de forma remota. **O Grupo 5 (muito pouco resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)** é composto por indivíduos que muito pouco conseguem executar atividades como trabalho (46,7%), estudos (60%), compras de refeições (80%), compras diversas (60%) ou atividades sociais (80%). Por fim, **o Grupo 6 (moderadamente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)** possui mais de 50% dos indivíduos com habilidade razoável para realizar as atividades de forma remota.

Tabela 3 Agrupamento segundo resiliência de atividades

Grupo	Nº indivíduos	Nível de resiliência	Trabalho	Estudo	Refeições	Compras	Sociais
Grupo 1 (totalmente resiliente para atividades mandatórias)	44	1	4.5%	2.3%	9.1%	6.8%	11.4%
		2	6.8%	4.5%	6.8%	9.1%	20.5%
		3	9.1%	9.1%	18.2%	11.4%	50.0%
		4	13.6%	4.5%	52.3%	54.5%	15.9%
		5	65.9%	79.5%	13.6%	18.2%	2.3%
Grupo 2 (totalmente resilientes para atividades mandatórias e não mandatórias)	87	1	2.3%	2.3%	1.1%	0.0%	5.7%
		2	2.3%	2.3%	2.3%	0.0%	9.2%
		3	3.4%	6.9%	2.3%	1.1%	6.9%
		4	11.5%	3.4%	2.3%	2.3%	6.9%
		5	80.5%	85.1%	92.0%	96.6%	71.3%
Grupo 3 (totalmente resiliente para atividades não mandatórias)	62	1	1.6%	3.2%	1.6%	0.0%	3.2%
		2	3.2%	8.1%	6.5%	6.5%	16.1%
		3	12.9%	11.3%	4.8%	6.5%	48.4%
		4	69.4%	62.9%	4.8%	6.5%	19.4%
		5	12.9%	14.5%	82.3%	80.6%	12.9%

Tabela 3 Agrupamento segundo resiliência de atividades (continuação)

Grupo	Nº indivíduos	Nível de resiliência	Trabalho	Estudo	Refeições	Compras	Sociais
Grupo 4 (resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)	40	1	0.0%	2.5%	2.5%	2.5%	0.0%
		2	2.5%	0.0%	2.5%	0.0%	12.5%
		3	10.0%	12.5%	15.0%	10.0%	12.5%
		4	82.5%	80.0%	67.5%	80.0%	72.5%
		5	5.0%	5.0%	12.5%	7.5%	2.5%
Grupo 5 (muito pouco resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)	15	1	46.7%	60.0%	80.0%	60.0%	80.0%
		2	13.3%	13.3%	20.0%	33.3%	20.0%
		3	6.7%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		4	26.7%	6.7%	0.0%	6.7%	0.0%
		5	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Grupo 6 (moderadamente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias)	19	1	10.5%	0.0%	15.8%	15.8%	10.5%
		2	0.0%	15.8%	0.0%	5.3%	15.8%
		3	73.7%	57.9%	78.9%	68.4%	52.6%
		4	10.5%	21.1%	0.0%	5.3%	10.5%
		5	5.3%	5.3%	5.3%	5.3%	10.5%

1 = Muito pouco; 2 = Pouco; 3 = Razoavelmente bem; 4 = Bem; 5 = Totalmente

Com os grupos de resiliência definidos, foram utilizadas todas as variáveis de mobilidade (Tabela 2) como as variáveis independentes no algoritmo CART a fim de obter relações entre os grupos de níveis de resiliência e as frequências de deslocamentos para atividades diversas. A árvore obtida possui 5 níveis de profundidade, com 9 nós terminais e a regra de parada de, no mínimo, 10 observações por nó terminal. A Tabela 4 descreve os 9 nós terminais, regras induzidas associadas e frequência de cada grupo por folha. A partir dos nós terminais, é possível investigar diferentes perfis de mobilidade de acordo com o nível de resiliência de atividades, considerando a categoria predominante da variável dependente na folha.

Tabela 4 Relações entre mobilidade e resiliência de atividades

Folha	Regras induzidas	Descrição das regras	1	2	3	4	5	6
3 25 obs	Freq compras = 1; Freq refeições = 1	Sem deslocamento semanal para compras diversas e refeições	0.0%	60.0%	16.0%	8.0%	4.0%	12.0%
4 27 obs	Freq compras = 1; Freq refeições = 2 e 3	Sem deslocamento semanal para compras diversas e deslocamento de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais na semana para refeições	14.8%	33.3%	37.0%	3.8%	11.1%	0.0%
7 12 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 3; Freq sociais = 3	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, deslocamento de 4 vezes ou mais na semana para estudos e atividades sociais	33.3%	41.7%	16.7%	8.3%	0.0%	0.0%
8 30 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 3; Freq sociais = 1 e 2	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, deslocamento semanal de 4 vezes ou mais para estudos e nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes na semana para atividades sociais	16.7%	10.0%	46.7%	16.7%	3.3%	6.7%

Tabela 4 Relações entre mobilidade e resiliência de atividades (continuação)

Folha	Regras induzidas	Descrição das regras	1	2	3	4	5	6
10 17 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 1 e 2; Freq refeições = 3	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes na semana para estudos e 4 vezes ou mais para refeições	5.9%	35.3%	17.6%	11.8%	0.0%	29.4%
13 17 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 1 e 2; Freq refeições = 1 e 2; Freq sociais = 3	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes na semana para estudos e refeições e deslocamento de 4 vezes ou mais para atividades sociais	41.2%	23.5%	23.5%	5.9%	0.0%	5.9%
14 90 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 1 e 2; Freq refeições = 1 e 2; Freq sociais = 1 e 2	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes na semana para estudos, refeições e atividades sociais	20.0%	26.7%	17.8%	21.1%	8.9%	5.6%
15 16 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 1 e 2; Freq refeições = 1 e 2; Freq trabalho = 1	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas, nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes para estudos e refeições e nenhum para trabalho	0.0%	68.8%	12.5%	6.2%	0.0%	12.5%
16 33 obs	Freq compras = 2 e 3; Freq estudo = 1 e 2; Freq refeições = 1 e 2; Freq trabalho = 2 e 3	Deslocamento semanal de 1 a 3 vezes ou 4 vezes ou mais para compras diversas e trabalho e nenhum deslocamento ou de 1 a 3 vezes na semana para estudos e refeições	15.2%	30.3%	21.2%	24.2%	6.1%	3.0%

Grupo 1: totalmente resiliente para atividades mandatórias; Grupo 2: totalmente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 3: totalmente resiliente para atividades não mandatórias; Grupo 4: resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 5: muito pouco resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 6: moderadamente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias.

De uma forma geral, observa-se que a maioria dos indivíduos da amostra são resilientes (totalmente resilientes ou resilientes – Grupos de 1 a 4) no sentido de realizar diversas atividades de forma remota, sem a necessidade de deslocamento físico. Isso acontece pelo fato da amostra obtida ter um viés em relação à renda e grau de instrução, que são variáveis socioeconômicas relacionadas ao maior uso de TIC's (Rizki *et al.*, 2023; Mouratidis e Papagiannaki, 2021). O fato da pesquisa ser realizada de forma *online* e a técnica de amostragem utilizada ser a *snowball sampling*, também pode influenciar a atração de um público com maior facilidade e acesso ao uso de tecnologias. Sendo assim, espera-se que aqueles indivíduos mais resilientes se desloquem menos, sobretudo para realização de atividades mandatórias (Nó 15 com indivíduos totalmente resilientes para todas as atividades sem deslocamento semanal para atividades de trabalho, por exemplo). Observando-se a importância das variáveis independentes na Tabela 5 verifica-se que viagens ao trabalho, neste caso, possuem uma importância menor do que frequência de viagens para outros motivos (compras, refeições, atividades sociais). Observa-se que nestes casos, a frequência de deslocamentos dos grupos é influenciada por outros motivos de viagens. Ao analisar os resultados, é possível notar que os grupos mais resilientes, como os Grupos 1, 2 e 3, tendem

a se deslocar mais para compras diversas e para atividades sociais, o que corrobora com o encontrado na literatura (Ciríaco *et al.*, 2023; Soza-Parra *et al.*, 2023).

Tabela 5 Importância das variáveis de mobilidade na árvore de decisão

Variável independente	Importância	Importância normalizada
Frequência de viagens para estudo	0.016	100%
Frequência de viagens para compra de refeições	0.014	88.80%
Frequência de viagens para atividades sociais	0.014	86.80%
Frequência de viagens para compras	0.013	81.10%
Frequência de viagens para trabalho	0.012	73%

Em seguida, uma nova árvore foi obtida com os grupos de resiliência (variável dependente) e as 24 variáveis de uso de TIC's (variáveis independentes). O objetivo foi explorar as associações entre os diferentes níveis de resiliência e o uso de tecnologias. Essa árvore teve profundidade de 3 camadas, 5 nós terminais e a principal regra de parada de 5 observações por nó terminal. A Tabela 6 traz os nós terminais, regras induzidas e percentuais de observações de cada grupo de resiliência por folha. Nos nós terminais, é possível explorar diferentes níveis/grupos de resiliência de atividades e uso/acesso tecnológico dos indivíduos.

Tabela 6 Relações entre TICs e resiliência de atividades

Folha	Regras induzidas	Descrição das regras	1	2	3	4	5	6
3 57 obs	Computador 7 = 1; Computador 8 = 2	Instalou programas de computador ou aplicativos e não criou apresentações de *slides*	14.0%	22.8%	24.6%	21.0%	8.8%	8.8%
4 160 obs	Computador 7 = 1; Computador 8 = 1 e 3	Instalou programas de computador ou aplicativos e criou apresentações de *slides*	16.9%	42.5%	25.0%	11.9%	0.0%	3.7%
6 7 obs	Computador 7 = 2 e 3; Computador 2 = 2	Não instalou ou não sabe se instalou programas de computador ou aplicativos e não copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta no computador	0.0%	0.0%	28.6%	0.0%	71.4%	0.0%
7 6 obs	Computador 7 = 2 e 3; Computador 2 = 1; Computador 6 = 1	Não instalou ou não sabe se instalou programas de computador ou aplicativos, mas copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta no computador e instalou novos equipamentos, como *modem*, impressora, câmera ou microfone	50.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%
8 37 obs	Computador 7 = 2 e 3; Computador 2 = 1; Computador 6 = 2 e 3	Não instalou ou não sabe se instalou programas de computador ou aplicativos ou novos equipamentos, como modem, impressora, câmera ou microfone e copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta em um computador	16.2%	13.6%	16.2%	24.3%	13.5%	16.2%

Grupo 1: totalmente resiliente para atividades mandatórias; Grupo 2: totalmente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 3: totalmente resiliente para atividades não mandatórias; Grupo 4: resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 5: muito pouco resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias; Grupo 6: moderadamente resiliente para atividades mandatórias e não mandatórias.

Com os perfis dos nós terminais, é possível notar que o **Grupo 5 (muito pouco resilientes para todas as atividades)**, é menos engajado tecnologicamente visto que, de acordo com o nó 6, não utilizam nenhuma das tecnologias. Já o **Grupo 2 (totalmente resilientes para atividades mandatórias e não mandatórias)**, é mais engajado tecnologicamente visto que usam, com maior frequência, tecnologias no computador como criação de *slides* e instalação de programas, conforme observado no nó 4.

Numa terceira etapa metodológica, foram realizados testes Qui-Quadrado para avaliar a significância das associações encontradas nas árvores entre os diferentes grupos de resiliência e a mobilidade para atividades diversas e entre os grupos de resiliência e o uso de TIC's. Para realizar os testes, os valores de corte para as variáveis independentes, obtidos pelas árvores, foram transformados em categorias binárias. Como o Grupo 2 é predominante, com 87 indivíduos, os Grupos foram categorizados, sendo 0 para o Grupo 2 e categoria 1 para os demais. Para a primeira árvore, na primeira camada, as respostas para a "frequência de compras" foram transformadas de 1 para categoria 0 e de 2 e 3 para categoria 1, de acordo com a divisão obtida. Com isso, o teste foi realizado para corroborar relações entre frequências mais baixas ou mais elevadas de deslocamento para compras e o pertencimento ao Grupo 2. O mesmo foi feito para as outras profundidades, para cada agrupamento determinado para as variáveis independentes. Os resultados dos testes estão na Tabela 7 e indicam associações encontradas entre o pertencimento ao Grupo 2 e as frequências de deslocamentos para atividades de compras diversas e refeições delimitadas pela árvore, corroborando o fato de não haver diferenças para viagens para realização de atividades mandatórias, uma vez que a amostra, de uma forma geral, é formada por indivíduos resilientes, considerando o ponto de vista tecnológico, que na época da pesquisa, realizavam com frequência teletrabalho.

Tabela 7 Resultados do teste Qui-Quadrado para análise da associação entre grupos de resiliência e frequência de deslocamentos

Categorias	Variáveis	Qui-Quadrado	p-valor	Graus de liberdade
(0: frequência de viagens a trabalho = 1; 1: frequência de viagens a trabalho = 2 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	0.00426	0.94793	1
(0: frequência de viagens para estudo = 3; 1: frequência de viagens para estudo = 1 ou 2)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	1.22022	0.26932	1
(0: frequência de viagens para realização de refeições = 1; 1: frequência refeições = 2 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	5.09301	0.02402	1
(0: frequência de viagens para compras = 1; 1: frequência de viagens para compras = 2 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	4.67307	0.03064	1
(0: frequência atividades para realização de atividades sociais = 3; 1: frequência de viagens para realização de atividades sociais 1 ou 2)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	0	1	1

H_o: Não existe associação entre grupos de resiliência e determinadas frequências de viagem para atividades diversas; H_1: Existe associação entre grupos de resiliência e determinadas frequências de viagem para atividades diversas.

Para a segunda árvore, o procedimento para categorizar os agrupamentos foi o mesmo e aplicou-se o teste Qui-Quadrado afim de testar a significância das associações entre o uso de TIC's e o pertencimento ao Grupo 2. Os resultados estão na Tabela 8 e corroboram, em sua maioria, que as relações encontradas na árvore de uso de TIC's possuem associação com a predominância do Grupo 2, pois todos os p-valores estão abaixo de 0,05, exceto para a

variável “Computador 2” (Copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta em um computador ou *notebooks* nos últimos 3 meses). Isso indica um enviesamento da amostra quanto ao engajamento com TIC’s, o que é esperado, visto que a coleta foi feita *online*.

Tabela 8 Resultados do teste Qui-Quadrado para análise da associação entre grupos de resiliência e uso de TIC’s

Categorias	Variáveis	Qui-quadrado	p-valor	Grau de liberdade
(0: Computador 2 = 1; 1: Computador 2 = 2)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	2.60360	0.10662	1
(0: Computador 6 = 1; 1: Computador 6 = 2 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	9.08262	0.00258	1
(0: Computador 7 = 1; 1: Computador 7 = 2 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	10.74155	0.00105	1
(0: Computador 8 = 1; 1: Computador 8 = 1 ou 3)	Grupos de resiliência (0: Grupo 2; 1: Grupos 1, 3, 4, 5 e 6)	10.74155	0.00105	1

H_o: Não existe associação entre grupos de resiliência e determinadas frequências de viagem para atividades diversas;
H_1: Existe associação entre grupos de resiliência e determinadas frequências de viagem para atividades diversas. Computador 2: Copiou ou moveu um arquivo ou uma pasta em um computador ou *notebooks* nos últimos 3 meses; Computador 6: Instalou novos equipamentos, como *modem*, impressora, câmera ou microfone em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; Computador 7: Instalou programas de computador ou aplicativo em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses; Computador 8: Criou apresentações de *slides* em um computador ou *notebook* nos últimos 3 meses.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um método de três etapas com o objetivo de determinar perfis de indivíduos de acordo com seu grau de resiliência para atividades diversas, além de explorar relações entre mobilidade, resiliência de atividades e o uso de TIC’s. Foi possível notar que indivíduos menos resilientes tendem a ter menos engajamento tecnológico e maior frequência de deslocamentos para atividades mandatórias e não mandatórias. Por outro lado, indivíduos mais resilientes tendem a usar mais TIC’s e deslocarem-se com menos frequência para atividades mandatórias. Aponta-se como principal limitação deste trabalho a amostra enviesada para uso de TIC’s, devido amostragem por formulário *online* e *snowball sampling*.

Assim, em uma amostra formada predominantemente por indivíduos tecnológicos, realizando, em sua maioria, atividade de trabalho remotamente, a resiliência de atividades, conforme definido neste trabalho, influencia a frequência de deslocamentos para atividades não mandatórias. As hipóteses abordadas neste trabalho compõem questões pertinentes para futuras pesquisas relacionadas às transformações permanentes na mobilidade urbana sustentável, em decorrência da resiliência de atividades e do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação em um cenário pós-pandêmico.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES (Código 001) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq (Processo 441615/2023-6 e Processo 305973/2023-1) pelo apoio financeiro. Também agradecem ao pesquisador Pedro Carvalho Moraes pela coleta e cessão de dados utilizados.

6 REFERÊNCIAS

Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echániz, E., González, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra, A., Mazzei, V., Perucci, F., Prieto-Quintana, D.,

Rodríguez, A. e Sañudo, R. (2020) Effects of the COVID-19 lockdown on urban mobility: Empirical evidence from the city of Santander (Spain), **Sustainability**, v. 12(10), p. 3870.

Arora, P., e Varshney, S. (2016) Analysis of k-means and k-medoids algorithm for big data, **Procedia Computer Science**, v. 78, p. 507–512.

Bektas, A., e Schumann, R. (2019) How to optimize Gower distance weights for the k-medoids clustering algorithm to obtain mobility profiles of the Swiss population. In **2019 6th Swiss Conference on Data Science (SDS)** (pp. 51–56).

Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., e Stone, C.J. (1984) **Classification and Regression Trees.** Belmont, CA: Wadsworth International Group.

Campos, C.I., Pitombo, C.S., e Delhomme, P. (2021). What are the risk behaviors of Brazilian and Portuguese drivers? An exploratory approach using self-reported data, **Case Studies on Transport Policy**, v. 9, p. 1746–1756.

Ciriaco, T.G.M., Pitombo, C.S., e Assirati, L. (2023). Travel behavior and activity resilience regarding the COVID-19 pandemic in Brazil: An approach based on smartphone panel data, **Case Studies on Transport Policy**, v. 12, p. 100998.

Enaifoghe, A., e Zenzile, N. (2023). The rapidly evolving situation of employee work-from-home productivity and the integration of ICT in post-COVID-19 pandemic, **Scientific African**, v. 20, p. e01709.

Goodman, L.A. (1961) Snowball sampling, **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 32(1), p. 148–170.

Gower, J.C. (1971) A general coefficient of similarity and some of its properties, **Biometrics**, v. 27(4), p. 857–871.

Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L. (2009) Análise multivariada de dados, **Bookman editora**.

IBM Corp. (2017) IBM SPSS Statistics for Windows. Versão 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Kass, G. (1980) Una técnica exploratoria para investigar grandes cantidades de datos categóricos, **Revista de la Royal Statistical Society: Serie C (Estadísticas aplicadas)**, v. 29(2), p. 119–127.

Maechler, M.; P. Rousseeuw; A. Struyf; M. Hubert e K. Hornik (2023) cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.1.6.

Moraes, P.C., Pitombo, C.S., Pedreira Junior, J.U. (2022) Resiliência de atividades em um cenário de isolamento social, **Livro de Resumos Expandidos**, São Carlos, SP. Disponível em: http://soac.eesc.usp.br/index.php/siicusp/30siicusp/paper/viewFile/3534/2378.

Mouratidis, K. (2021) How covid-19 reshaped quality of life in cities: A synthesis and implications for urban planning, **Land Use Policy**, v. 111, p. 105772.

Mouratidis, K., Papagiannakis, A. (2021) COVID-19, internet, and mobility: The rise of telework, telehealth, e-learning, and e-shopping, **Sustainable Cities and Society**, v. 74, p. 103182.

Naderifar, M., Goli, H., Ghaljaie, F. (2017) Snowball sampling: A purposeful method of sampling in qualitative research, **Strides in development of medical education**, v. 14.

Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br) (2021) Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: pesquisa TIC Domicílios, **Edição COVID-19 - Metodologia adaptada**, ano 2020.

Parker, C., Scott, S., Geddes, A. (2019) Snowball sampling, **SAGE Research Methods Foundations**.

Pedreira Junior, J.U., Pitombo, C.S. (2024) Unveiling substitution patterns of work trips by teleworking and their associations with physical and virtual accessibility in the brazilian COVID-19 crisis, **Travel Behaviour and Society**, v. 34, p. 100657.

Pitombo, C.S., de França Marques, S., Oliveira, L.K. (2024) Transport challenges in Brazil and research opportunities, **Latin American Transport Studies**, v. 2, p. 100015.

Plackett, R.L. (1983) Karl pearson and the chi-squared test, **International Statistical Review**, v. 51, p. 59–72.

Quinlan, J.R. (1983) Learning efficient classification procedures and their application to chess end-games, **Machine learning**, Elsevier, p. 463–482.

R Core Team (2022) R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria

Rizki, M., Joewono, T.B., Irawan, M.Z., Belgiawan, P.F., Bastarianto, F.F., Prasetyanto, D. (2023) Investigating influencing factors for ICT adoption that changes travel behavior in response to the COVID-19 outbreak in Indonesia, **Case Studies on Transport Policy**, v. 11, p. 100947.

Rodrigues da Silva, A.N., Pitombo, C.S., Junior, J.U.P., Ciriaco, T.G.M., Costa, C.S. (2023) Changes in mobility and challenges to the transport sector in Brazil due to COVID-19, In: **Transportation Amid Pandemics**, Elsevier, p. 105–118.

Rousseeuw, P.J. (1987) Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis, **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 20(1-2), p. 53–65.

Shamshiripour, A., Rahimi, E., Shabanpour, R., Mohammadian, A.K. (2020) How is COVID-19 reshaping activity-travel behavior? Evidence from a comprehensive survey in Chicago, **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 7, p. 100216.

Soza-Parra, J., Circella, G., Sperling, D. (2023. Chapter 15 - Changes in activity organization and travel behavior choices in the United States, in: Zhang, J., Hayashi, Y. (Eds.), **Transportation Amid Pandemics**, Elsevier, World Conference on Transport Research Society, p. 191–199.

Suzuki Goshima, C.Y., Dias, V.C., Pedreira Junior, J.U., Pitombo, C.S. (2023) Relationships between teleworking and travel behavior in the brazilian COVID-19 crisis, **Future Transportation,** v. 3, p. 739–767.

Van den Hoven, J. (2015) Clustering with optimised weights for Gower's metric, University of Amsterdam, p. 14–17.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PORTUÁRIO DO PORTO DE SANTANA NO CONTEXTO DO PROJETO ARCO NORTE ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO - AHP

A. S. Silva, M. S. G. Tobias, N. M. Figueiredo
V. J. C. Farias, A. C. Corrêa e R. A. R. Ramos

RESUMO

O Brasil apresenta uma significativa produção agrícola, cujo escoamento se configura como um desafio logístico e operacional devido a restrições e limitações das infraestruturas de transporte. A avaliação de desempenho portuária configura-se como uma questão a ser observada, em particular, na região Norte, com enorme potencial hidrográfico para a navegação e importância econômica, e propostas de soluções logísticas para o escoamento mais eficiente da produção agrícola. Destaque especial se faz para produção agrícola advinda do Centro-Oeste, com rotas de transporte de grãos que saem dessa região, em parte para os estados do Pará e Amapá e, pela Hidrovia do rio Madeira, através do Estado do Amazonas. Nessa perspectiva, surgiu no início da década de 2010 o projeto Arco Norte, propondo uma formação de rede intermodal, com aproveitamento das infraestruturas de transportes existentes e, ainda, novos investimentos, pautado em estimativas de produção para exportação de grãos do Estado do Mato Grosso, em especial, a soja. Dentre os portos considerados, o Porto de Santana - AP se diferencia por sua proximidade junto ao mar e aos destinos da soja, em área disponível para expansão e baixa taxa de ocupação atual. Diante do exposto, este trabalho apresenta uma pesquisa de natureza documental e de dados, com o objetivo de avaliar os critérios que influenciam no desempenho do Porto de Santana no âmbito do projeto Arco Norte, promovendo uma análise hierárquica de processo das suas prioridades na composição da rede intermodal de transporte regional eficiente do porto, frente às expectativas de demanda e expectativas futuras. Para tal, a metodologia partiu de revisão de bibliográfica dos estudos sobre Arco Norte e, ainda, de visitas *in loco* junto aos *stakeholders* portuários, para a seleção dos critérios do Porto de Santana. De posse dos critérios, foi aplicado um questionário de suporte à aplicação do método de Análise Hierárquica de Processo (AHP), envolvendo os *stakeholders* ligados ao porto, para a hierarquização como resposta dos critérios de avaliação do Porto de Santana e seus aspectos críticos. Nos resultados obtidos, desta dissertação, tem-se uma seleção prévia dos critérios, com base na literatura existente e validado empiricamente junto aos *stakeholders*. Também, a proposição e uso de instrumento (questionário), para identificação e classificação dos critérios de avaliação portuária, através do método AHP. No desfecho da dissertação, estabeleceu-se a ordem de prioridade dos critérios e das alternativas e a relação entre as mesmas, bem como recomendação dos investimentos necessários para credenciar o Porto de Santana no projeto Arco Norte, destacando a necessidade premente de expandir o cais para possibilitar a atração de embarcações de longo curso. Além disso, a melhoria nos acessos terrestres, juntamente com a abertura para novas áreas de expansão, figura como uma prioridade para melhoria das operações. A integração administrativa das instituições no sistema portuário, também, se destacou como um elemento estratégico. Nesse contexto, as alternativas apontadas, como a otimização da movimentação portuária, o investimento em dragagem e a introdução de tecnologia, surgiram como respostas fundamentais para o atendimento às demandas definidas, promovendo eficiência, competitividade e preparação para futuros desafios.

1 INTRODUÇÃO

A produção de soja no Brasil nos anos de 2020 e 2021 atingiu 135.409 milhões de toneladas em área plantada de 38.502 milhões de hectares, com produtividade de 3,5 kg/ha, garantindo o título de maior produtor mundial de soja (CONAB, 2021). Llorca *et al.* (2018), cita que 80% da soja brasileira é escoada para o exterior através dos portos das regiões Sul e Sudeste, tendo como principais portos exportadores os de Santos e Paranaguá. Entretanto, nota-se um crescimento de fluxo em portos da região Norte do Brasil (Souza *et al.*, 2020), com destaque para os portos de Vila do Conde, Itacoatiara, Miritituba (Itaituba), Santarém e Santana, evidenciados nos últimos anos como componentes do chamado Arco Norte. Estes portos constituem uma alternativa logística efetiva para o fornecimento de insumos para a produção de grãos e distribuição, pelo transporte, armazenamento e transbordo; combinada à uma condição estratégica de localização, que traz redução do tempo de escoamento, maior competitividade e, consequente redução de custos, no mercado global de *commodities*. O Porto de Santana se destaca por sua proximidade junto ao mar e, por sua vez, aos destinos internacionais de escoamento da produção de soja; com dotação de área de ampliação para sua expansão e, a ociosidade atual de ocupação e, de forma complementar, a relação entre o porto de mar e a atividade portuária e a cidade em que se localiza ser extremamente relevante do ponto de vista social e econômico, na perspectiva de contribuir para o desenvolvimento urbano, uma vez que Santana se localiza junto à capital do Estado do Amapá, Macapá (Tobias *et al.,* 2019).

A avaliação do desempenho do Porto de Santana se configurou neste trabalho em responder:

- A quais são os principais critérios portuários que influenciam no desempenho do Porto de Santana no contexto da rede portuária de escoamento da produção de soja do Brasil, no contexto do Arco Norte?
- O que poderia induzir a relacionar investimentos necessários para fortalecer a inserção desse porto no contexto nacional para a exportação de soja.

Diante do exposto, o presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo avaliar os critérios que influenciariam no desempenho do Porto de Santana no âmbito do projeto Arco Norte, promovendo uma análise hierárquica de processo das suas prioridades na composição da rede intermodal de transporte regional articulada em âmbito nacional do porto, frente às expectativas de evolução da produção do Brasil como resposta ao crescente de demanda de soja no mercado mundial.

2 CORREDORES LOGÍSTICOS PARA O ESCOAMENTO DA SOJA

Os corredores logísticos no Brasil são estratégicos para a movimentação de mercadorias no país e para a conexão com outros países. Na Amazônia brasileira, esses corredores são ainda mais importantes devido às particularidades da região, como a vasta extensão territorial e as condições geográficas e climáticas desafiadoras. O aproveitamento e a implantação de infraestrutura adequada para o transporte de cargas são fundamentais para o desenvolvimento da região e, para a respetiva integração com o resto do país e do mundo. É preciso encontrar um equilíbrio entre a necessidade de infraestrutura e a preservação ambiental, garantindo a sustentabilidade dos corredores logísticos na Amazônia (Souza, 2020). Vale ressaltar que, o transporte fluvial do Brasil corresponde a aproximadamente 13% da matriz de transporte do país (CONAB, 2021), o que é insuficiente, principalmente, quando comparado à países de dimensão territorial semelhante. O desafio logístico em aumentar o uso do transporte hidroviário tem estado na pauta de mesas de tomada de

decisões compostas pelos *stakeholders*, como forma de redução dos custos logísticos do transporte de cargas.

À crescente evolução e elevada produtividade de soja e milho na região Centro-Oeste do Brasil, teve como respostas diversas propostas de expansão da rede de transporte na região, inserindo as infraestruturas viárias e portuárias da região Norte, destacando-se o projeto Arco Norte. Este projeto, de iniciativa governamental, consistiu na criação do corredor de transporte e movimentação de mercadorias propondo o escoamento dos produtos pelas vias navegáveis sentido Centro-Oeste-Norte e, de forma complementar e interligada, com as rotas atuais de escoamento da produção agrícola do Centro-Sul do Brasil, articulada com a modalidade rodoviária. Na Figura 1, tem-se a representação esquemática da infraestrutura envolvida no projeto Arco Norte e o destaque delas na região Norte.

Portanto, o estudo feito para identificar os critérios de desempenho críticos da viabilidade do Porto de Santana, se coaduna com o aproveitamento de uma estrutura existente na região Norte, com condições geográficas favoráveis mediante os destinos de cargas da região Centro-Oeste, e compatível com políticas governamentais de desenvolvimento nacional. Tal estudo, ao clarificar tais critérios, com o apoio dos envolvidos no processo de operação portuária, evidencia a necessidade de investimentos para tornar o porto uma realidade de escolha no âmbito da rede logística de transporte.

3 METODOLOGIA

A complexidade da tomada de decisão surge da necessidade de considerar uma quantidade de critérios ou alternativas. A aplicação da Teoria da Decisão, juntamente com a método *Analytic Hierarchy Process* - AHP, torna-se estratégica quando se busca analisar múltiplos critérios. Esta ferramenta, por sua simplicidade e capacidade de estabelecer uma hierarquia de decisão combinando diversos critérios, reduz a dependência da intuição e promove o consenso (Yurdakul, 2004). Gomes *et al*., (2004) destacaram o método AHP como sendo útil em situações em que os dados são qualitativos e não podem ser facilmente mensurados ou estimados. Sua aplicação tem contribuído para decisões precisas em várias áreas (Saaty, 2008; Almeida *et al*., 2020 e Pastre, 2018).

O método AHP transforma avaliações em uma escala de valores numéricos, permitindo ao tomador de decisão expressar preferências e atribuir pesos; proporcionando um processo estruturado para resolver tomadas de decisão em problemas complexos, considerando tanto critérios quantitativos quanto critérios qualitativos na respetiva tomada de decisão. Pelo método AHP, depois de construir a estrutura de critérios que influenciam a tomada de decisão, os critérios (ou subcritérios) são avaliados sistematicamente, comparando-se aos pares. Esta comparação par-a-par simplifica o processo de avaliação relativa de cada critério (ou subcritério), permitindo uma comparação racional e consistente entre os diferentes critérios que contribuem para a tomada de decisão. Desta forma, a resposta para a questão inicial do problema é obtida de maneira organizada e coerente. Vários autores sugerem etapas para decompor o problema de decisão usando o método AHP. Santos e Cruz (2013) propõem cinco etapas para a operacionalização do método, adaptadas neste trabalho, cujos detalhes estão ilustrados na Figura 2.

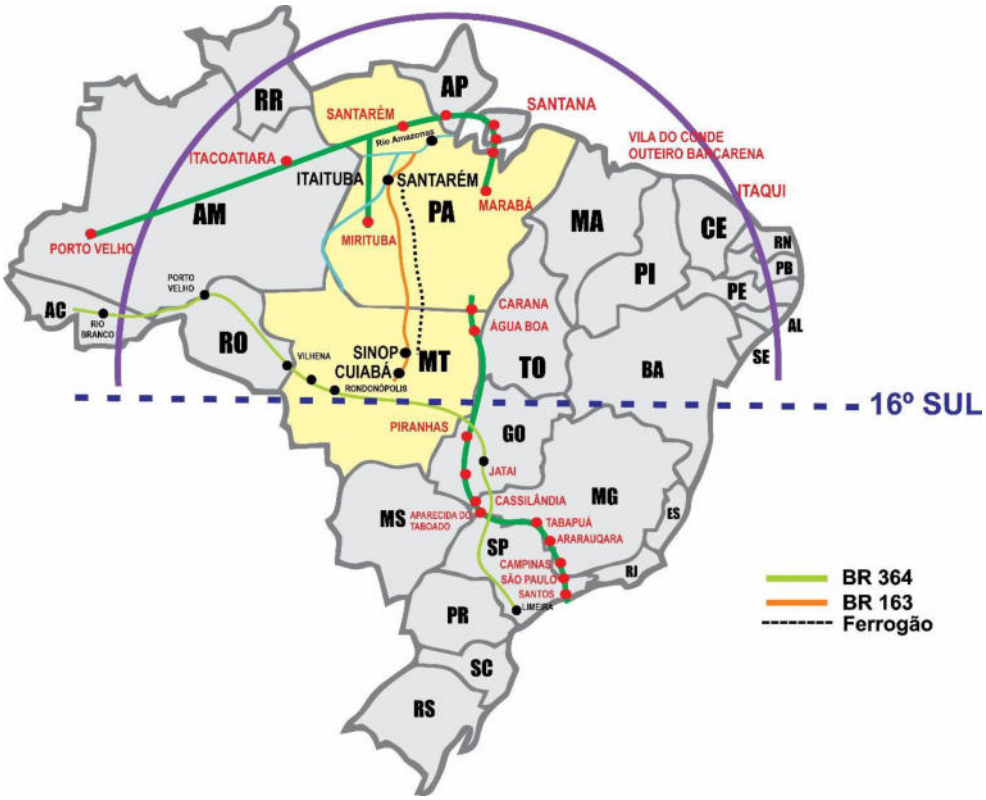


Fig. 1 Projeto Arco Norte e infraestruturas da região Norte
Fonte: Autores, 2023.

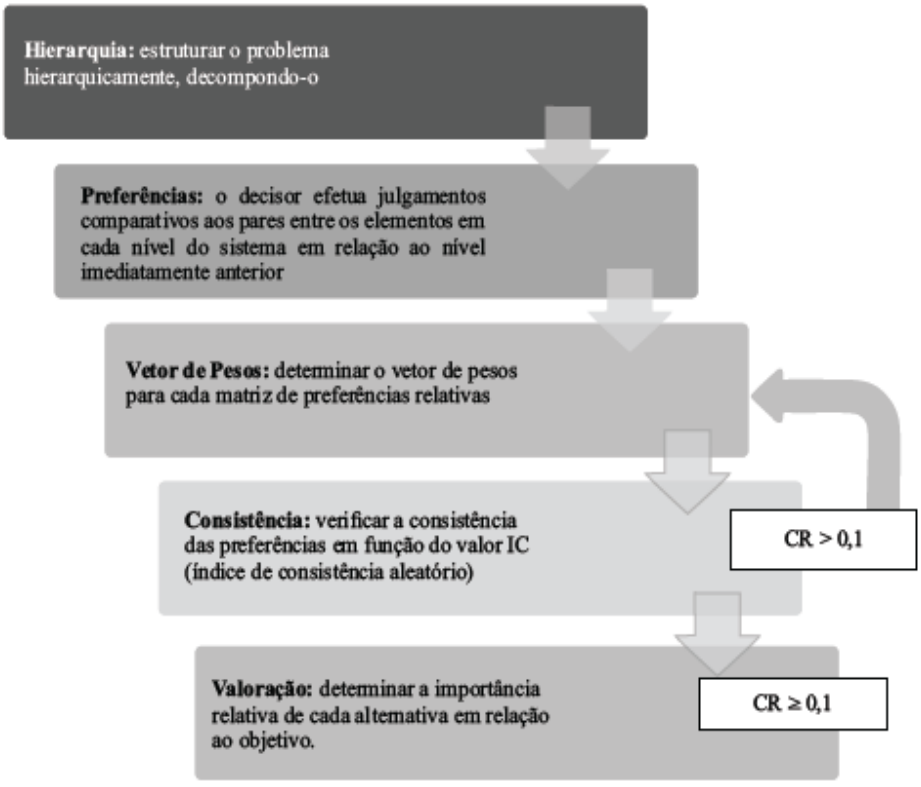


Fig. 2 Etapas do processo de aplicação do método AHP
Fonte: adaptado de Santos e Cruz, 2013.

Na *etapa inicial*, o foco é estruturar o problema hierarquicamente, os atores envolvidos e, respectiva definição de critérios, para uso no método AHP (1ª Etapa - Hierarquia). A *segunda etapa* (Preferências) consiste em desdobrar o problema não estruturado em hierarquias sistemáticas de critérios e subcritérios, desde o topo (objetivo geral relativo à tomada de decisão) até ao último nível da estrutura hierárquica dos critérios (subcritérios que refletem fatores mais específicos, geralmente as alternativas). A estrutura do método AHP inclui objetivos, critérios (parâmetros de avaliação) e a classificação de alternativas, com cada nó detalhado apropriadamente. Quanto mais critérios, menor a importância individual de cada um (compensada pela atribuição de pesos a calcular na fase seguinte). Assim, é crucial garantir a consistência e a clareza das relações entre os níveis a definir na estrutura hierárquica.

Na *terceira etapa* (Vetor de Pesos) é obtida a matriz de comparação paritária, construída entre os elementos do nível inferior e os do nível imediatamente superior. Em hierarquias simples, o nível inferior afeta todos do nível superior, enquanto em outras hierarquias, apenas alguns elementos do nível inferior afetam o nível superior, exigindo a construção de matrizes distintas.

Na *quarta etapa* (Consistência) é avaliada a consistência face aos julgamentos obtidos no preenchimento das matrizes de comparação. Assim, se A domina B, insere-se o número correspondente à escala de comparação na célula da linha de A com a coluna de B, com a posição inversa para B dominando A. Assim, são calculados o índice de consistência - IC e, a razão de consistência – RC. O IC, o índice de consistência, mede a coerência dos julgamentos, cujo valor quanto mais próximo de zero, maior a consistência global da matriz de comparação. A razão de consistência, RC, indica a confiabilidade dos julgamentos do público-alvo. Isto se faz necessário, pois se as condições do método AHP não forem atendidos os julgamentos precisam ser refeitos ou a avaliação descartada.

Na *quinta etapa* (Valoração), dada a estrutura hierárquica e as avaliações obtidas pelas matrizes, é determinada a importância e definido o *ranking* dos critérios, utilizando o vetor de prioridades obtido pelo método AHP para priorizar os critérios (e subcritérios).

Mediante as etapas citadas para o uso do método AHP, no estudo realizado para o Porto de Santana foi aplicado um questionário ao público-alvo - *stakeholders* (operadores) portuários. Num estágio inicial à aplicação do questionário e, até mesmo para sua estruturação, houve encontros com o público-alvo numa atividade de *brainstorming* durante a visita ao Porto de Santana; no sentido de se ter previamente os critérios elencados para a viabilidade do Porto, face a perspectiva do aproveitamento do mesmo no projeto Arco Norte. De maneira complementar e obrigatória, para garantir a segurança do processo, os respondentes foram informados sobre a obediência à proteção de dados, Lei 13.709/18 (Brasil, 2018) e, ainda, quanto à resolução CNS 196/96 (Brasil, 1996), acerca de procedimentos envolvendo pesquisas com seres humanos.

4 RESULTADOS

A pesquisa teve caráter exploratório e a amostra foi não probabilística, apoiada no aproveitamento de respondentes que aderiram espontaneamente a pesquisa sendo, portanto, uma experiência de aplicação para aperfeiçoamento do questionário usado através de um método de amostragem dirigida. A pesquisa assim realizada apresenta desde já resultados e mostra ser adequada como um estudo preliminar para posterior realização de uma fase com

uma amostra mais alargada e para aplicação em outras situações portuárias de condições similares (Reis *et al.*, 2022). Admitiu-se que, os respondentes que se mostraram disponíveis são elementos de amostra representativos do universo de população portuária em questão e que em algum momento das suas atividades são confrontados com tomadas de decisão relacionadas com o tema em estudo.

A pesquisa de campo teve como amostra 40 participantes, sendo um universo de 60 operadores atuantes no respectivo porto. Dos elementos da amostra, foram advindos 62,5% de corpo efetivo de funcionários do porto. Na parte terceirizada, 22,5% de colaboradores e 15% de servidores de órgãos fiscalizadores. Essa estratificação adotada é relevante para garantir a representatividade dos resultados da análise.

Inicialmente, além da definição da amostra e estruturação do questionário, foram relacionados sete critérios críticos para o processo de escolha do porto, com base no trabalho de Silva (2023):

i. Integração administrativa das instituições presentes no sistema portuário - IAIPSP;
ii. Superação dos entraves jurídicos quanto à ocupação irregular - SDEJOI;
iii. A necessidade de ampliação do cais do porto para atracação de embarcações de longo curso - NACPEL;
iv. A necessidade de realização de obras de dragagem no canal de navegação de acesso ao porto - NRODCN;
v. Melhoria nos acessos atuais por terra e a abertura de acessos às novas áreas de expansão - MATNE;
vi. A necessidade de dotação de equipamentos e pessoal de apoio - NDEEPA;
vii. As oscilações dos destinos da demanda de soja no mercado internacional em relação ao Porto de Santana - ODSMIPS.

Definidos os critérios, a estrutura do questionário abordou perguntas relacionadas à gestão portuária, infraestrutura operacional e questões mercadológicas, como três grupos de análise pré-definidos na fase inicial de visita ao porto. Partindo desses três grupos, foram apresentados os sete critérios de avaliação aos respondentes, para que atribuíssem os pesos, na perspectiva desses grupos de análise, dentro de um nível de julgamento de importância de cada um dos critérios nesses grupos e, entre eles, num processo comparativo de pares de critérios. Os valores foram atribuídos de acordo com a escala fundamental de prioridade padrão proposta por Saaty (1991). A partir das respostas dos questionários, elaborou-se a matriz de julgamento dos critérios, conforme apresentado na Tabela 1. Os julgamentos paritários precisaram ser normalizados para a obtenção do Índice de Consistência (IC), posteriormente.

Assim, na Tabela 2 tem-se a normalização obtida pela divisão dos valores dos pesos de julgamento sobre o somatório total apurado para cada coluna de critério, resultando na determinação do vetor de prioridade (Vargas, 2010). Por exemplo, destaca-se como o vetor de maior representação percentual o NACPEL, com 39,49%. Como exemplo, na Tabela 1tem-se para o critério IAIPSP em relação ao critério SEDEJOI o peso 0,5000 e o somatório total de sua coluna igual a 12,4000, respectivamente, o resultado da razão sendo 0,1258 (vide Tabela 2).

Os valores de vetor prioridade de cada critério multiplicado pelo somatório dos pesos recebidos para cada um deles, aos serem avaliados aos pares (Tabela 1), resultou no cálculo

de $\lambda_{máx.}$, que é um indicador de consistência de julgamento, apresentado na Tabela 3, para cada critério e para o conjunto de critérios, denominado de número principal. Desta maneira, tornou-se possível calcular o Índice de Consistência, IC, apresentado na Equação (1).

Tabela 1 Matriz de julgamentos obtida na visão dos *stakeholders* portuários

CRITÉRIOS	IAIPSP	SDEJOI	NACPEL	NRODCN	MATNE	NDEEPA	ODSMIPS
IAIPSP	1,0000	2,0000	0,2000	2,0000	0,2000	5,0000	5,0000
SDEJOI	0,5000	1,0000	0,1429	2,0000	0,2000	5,0000	5,0000
NACPEL	5,0000	7,0000	1,0000	7,0000	2,0000	9,0000	9,0000
NRODCN	0,5000	0,5000	0,1429	1,0000	0,1429	2,0000	2,0000
MATNE	5,0000	5,0000	0,5000	7,0000	1,0000	7,0000	7,0000
NDEEPA	0,2000	0,2000	0,1100	0,5000	0,1429	1,0000	2,0000
ODSMIPS	0,2000	0,2000	0,1100	0,5000	0,1429	0,5000	1,0000
∑ - Somatórios	12,4000	15,9000	2,2057	20,0000	3,8286	29,50000	31,00

Tabela 2 Cálculo do vetor prioridade

	Cálculo	Vetor Prioridade	
IAIPSP	(0,0806 + **0,1258** + 0,0907 + 1,0000 + 0,0522 + 0,1695+ 0,1613) / 7	0,1114	11,14%
SDEJOI	(0,0403 + 0,0629 + 0,0648 + 1,0000 + 0,0522 + 0,1695 + 0,1613) / 7	0,0930	9,30%
NACPEL	(0,4032 + 0,4403 + 0,4534 + 0,3500 + 0,5224 + 0,3051 + 0,2903) / 7	0,3949	39,49%
NRODCN	(0,0403 + 0,0314 + 0,0648 + 0,0500 + 0,0373 + 0,0678 + 0,0645) / 7	0,0509	5,09%
MATNE	(0,4032 + 0,3145 + 0,2267 + 0,3500 + 0,2612 + 0,2373 + 0,2258) / 7	0,2884	28,84%
NDEEPA	(0,0161 + 0,0126 + 0,0499 + 0,0250 + 0,0373 + 0,0339 + 0,0645) / 7	0,0342	3,42%
ODSMIPS	(0,0161 + 0,0126 + 0,0499 + 0,0250 + 0,0373 + 0,0169 + 0,0323) / 7	0,0272	2,72%

Tabela 3 Valor de $\lambda_{max.}$

Critérios		Prioridade (Pesos)	∑ - Matriz de julgamento	λ_{max}
1	IAIPSP	0,1114	12,4000	1,3819
2	SDEJOI	0,0930	15,9000	1,4787
3	NACPEL	0,3949	2,2057	0,8711
4	NRODCN	0,0509	20,0000	1,0176
5	MATNE	0,2884	3,8286	1,1041
6	NDEEPA	0,0342	29,5000	1,0085
7	ODSMIPS	0,0272	31,0000	0,8419
		Número Principal λ_{max}		7,7039

$$IC = {}^{\lambda Max\ -\ n}/_{n\ -\ 1} \qquad (1)$$

Onde:
IC: índice de consistência
$\lambda_{máx.}$ = indicador de consistência
n = número de critérios.

Aplicando a Equação 1, tem como resultado:

IC = 7,7039 – 7/6 = 0,117316

O valor obtido como Índice de Consistência, IC, foi utilizado para a determinação da Razão de Consciência (RC), dada pela Equação (2), sendo IR o índice randômico médio, dado pela Tabela 1.2 de Saaty (1991, p.23).

$$RC = IC / IR \quad (2)$$

Assim, dado *n* o número de critérios igual a sete, pela Tabela 1.2, IR é igual a 1,35. Utilizando a equação, para que a matriz de julgamentos obtida seja considerada consistente, a razão de consistência, RC, não deve ultrapassar 10% (Saaty, 1991, p.23), tendo-se como resultado:

RC = 0,117316/1,35 = 0,086895

Portanto, pelo valor apresentado, a matriz de julgamentos é consistente, cujos valores de consistência estão apresentados na Tabela 4, bem como os critérios estabelecidos por ordem de prioridade.

A partir dos resultados de prioridade da Tabela 4, pode-se identificar as áreas de intervenção em destaque e, numa análise estratégica da viabilidade do porto, dada o seu potencial e as oportunidades, direcionar investimentos e subsidiar um programa constituído de uma carteira de projetos que possam fortalecer a inserção do porto na rede logística nacional de escoamento da soja.

Convém, no entanto, ressaltar como restrição do trabalho que o mesmo partiu de uma amostra dirigida de respondentes voluntários, presumidamente representativa, incorrendo num risco de variância desses resultados, bem como o universo se restringiu a um público de visão endógena do porto, baseada na vivência desses profissionais, não contemplando uma perspectiva exógena do porto, no âmbito de rede portuária existente na região onde o mesmo subsiste e o caráter da competitividade portuária.

Tabela 4 Processo de ponderação dos critérios destacando os valores dos pesos ponderados e a relação de consistência de análise.

Critérios	Prioridade (Pesos)	%	Índice de Consistência	Relação de Consistência
1. A necessidade de ampliação do cais do porto para atracação de embarcações de longo curso - NACPEL;	0,3949	39,49%	0,1452	0,10755
2. Melhoria nos acessos atuais por terra e a abertura de acessos às novas áreas de expansão - MATNE;	0,2884	28,84%	0,1840	0,13631
3. Integração administrativa das instituições presentes no sistema portuário - IAIPSP;	0,1114	11,14%	-0,9363	-0,69359
4. Superação dos entraves jurídicos quanto à ocupação irregular - SDEJOI;	0,0930	9,30%	0,2465	0,18256
5. A necessidade de realização de obras de dragagem no canal de navegação de acesso ao porto - NRODCN;	0,0509	5,09%	0,1696	0,12563
6. A necessidade de dotação de equipamentos e pessoal de apoio - NDEEPA;	0,0342	3,42%	0,1681	0,12451
7. As oscilações dos destinos da demanda de soja no mercado internacional em relação ao Porto de Santana - ODSMIPS.	0,0272	2,72%	0,1403	0,10393
∑ - Somatórios	1,0000	100%	0,1173	0,086989

5 DISCUSSÃO

Os resultados revelam a distribuição percentual dos critérios relacionados ao desempenho portuário, destacando suas respectivas classificações. O critério "A necessidade de ampliação do cais do porto para atracação de embarcações de longo curso - NACPEL" lidera o ranking com uma participação significativa de 39,49%, destacando-se como tendo a maior prioridade. Isso sugere que o NACPEL exerce uma influência preponderante no desempenho portuário do Porto de Santana. Em segundo lugar, a "Melhoria nos acessos atuais por terra e a abertura de acessos às novas áreas de expansão - MATNE" contribui em 28,84%, seguida pela "Integração administrativa das instituições presentes no sistema portuário - IAIPSP" com 11,14%. Vale ressaltar que, tais critérios somam-se 79,47% dos pesos atribuídos a todos os critérios considerados, estando relacionados, respectivamente, aos grupos de análise quanto à infraestrutura e à gestão.

As percentagens mais baixas nas avaliações, como SDEJOI, NRODCN, NDEEPA e ODSMIPS, representam 9,30%, 5,09%, 3,42% e 2,72%, respectivamente, e indicam que esses critérios têm um impacto relativamente menor no desempenho portuário do Porto de Santana. No entanto, a consideração desses fatores é relevante para uma abordagem mais aprofundada, para compreender melhor as razões por trás dessas classificações e avaliar se configurações ou melhorias específicas podem ser implementadas.

Em termos de grupos de análise, as condições operacionais e de infraestrutura apresentaram maior impacto na avaliação do desempenho portuário no Porto de Santana. Subcritérios como tempos de atracação, entrega de carga e descarga assumem uma importância significativa, exigindo investimentos a longo prazo e a otimização de processos operacionais, o que impacta diretamente a satisfação dos *stakeholders* e a competitividade do porto face aos portos concorrentes. Pode-se perceber que as questões interinstitucionais e mercadológicas estão intrinsecamente ligadas a essas condições, exigindo cooperação entre entidades para garantir a inserção do porto na rede logística do projeto Arco Norte.

Os resultados da análise multicritério pelo método AHP e das discussões prévias feitas com o público-alvo, extraídos os resultados de Silva (2023), apontaram investimentos necessários para fortalecer a inserção desse porto no contexto nacional relacionados aos critérios de maior importância que se traduzem em:

a) Critério NACPEL - Necessidade de Ampliação do Cais do Porto para Embarcações de Longo curso:

- Expansão da infraestrutura física: expansão do cais atual, aumentando sua extensão ou construindo cais adicionais, para acomodar um maior número de embarcações de longo curso de forma simultânea, envolvendo a construção de novos berços ou a extensão dos existentes, bem como a melhoria das condições de atracação para garantir a segurança e eficiência das operações portuárias.
- Aquisição de equipamentos especializados: equipamentos portuários especializados, como guindastes de grande porte e sistemas de amarração avançados, para facilitar as operações de carga e descarga de embarcações de longo curso. Esses equipamentos poderiam aumentar a capacidade e a eficiência do porto, reduzindo os tempos de espera e melhorando o fluxo de mercadorias.
- Melhoria da conectividade terrestre e logística: investir na melhoria da infraestrutura de acesso terrestre ao porto, incluindo rodovias, ferrovias e sistemas de transporte

multimodal, para facilitar o transporte de mercadorias no porto. Isso poderia envolver a construção de novas vias de acesso, a modernização de infraestruturas existentes e a implementação de sistemas de gerenciamento de tráfego para reduzir congestionamentos e tempos de viagem.

b) Critério MATNE - Melhoria nos Acessos atuais por Terra e a abertura de acessos às Novas áreas de Expansão:

- Expansão e modernização da infraestrutura rodoviária e ferroviária: expansão e modernização das estradas e ferrovias que conectam o porto às principais áreas produtoras e consumidoras, garantindo uma rede de transporte terrestre eficiente e segura.
- Construção de acessos viários específicos para o porto: construção de acessos viários diretos para o porto, incluindo vias expressas, pontes e túneis, para facilitar o fluxo de veículos e reduzir os tempos de viagem para os transportadores e usuários do porto.
- Desenvolvimento de terminais intermodais: criação de terminais intermodais que integrem diferentes modos de transporte, como ferrovias, rodovias e vias navegáveis, permitindo uma transferência eficiente de carga entre os diferentes meios de transporte e reduzindo os custos logísticos.

c) Critério IAIPSP - Integração Administrativa das Instituições Presentes no Sistema Portuário:

- Implementação de sistemas de gestão integrada: implementação de sistemas de gestão integrada que permitam uma coordenação eficaz entre todas as instituições envolvidas no sistema portuário. Isso inclui sistemas de tecnologia da informação que facilitam a troca de dados e informações entre as diferentes entidades, garantindo uma comunicação eficiente e uma tomada de decisão mais ágil.
- Desenvolvimento de mecanismos de governança colaborativa: criação de mecanismos de governança colaborativa que promovam a cooperação e o trabalho em equipe entre as instituições portuárias, incluindo a formação de comitês de coordenação, grupos de trabalho e fóruns de discussão. Esses mecanismos podem facilitar a resolução de conflitos, a definição de metas comuns e implementação de estratégias conjuntas para melhorar o desempenho do porto.
- Capacitação e treinamento de pessoal: capacitação e treinamento do pessoal das instituições portuárias, fornecendo conhecimentos e habilidades necessárias para uma gestão integrada e eficiente do sistema portuário, incluindo programas de capacitação em gestão de projetos, liderança, comunicação interpessoal e resolução de problemas, entre outros temas relevantes para a integração administrativa.

6 CONCLUSÕES

No que se refere aos principais critérios portuários que influenciam no desempenho do Porto de Santana no contexto da rede portuária, os resultados da avaliação multicritério pelo método AHP mostraram uma classificação consistente de critérios pré-selecionados, e sob diversos aspectos uma visão abrangente do cenário portuário. Tais resultados foram confirmatórios como parte da avaliação de desempenho do porto face à uma possível análise de viabilidade do mesmo frente à construção de uma rede logística regional portuária, evidenciando, do ponto de vista do público-alvo endógeno, os critérios críticos de desempenho. Adicionalmente, o trabalho contribuiu para apresentar um conjunto de

investimentos atrelados à avaliação dos critérios em análise, bem como a evidência de que as condições operacionais e de infraestrutura são as de maior prioridade.

À despeito das restrições do trabalho, no que tange a amostra, os resultados se mostraram satisfatórios para responder a questão norteadora da pesquisa, quanto aos pesos e principais critérios portuários que influenciariam no desempenho do Porto de Santana no contexto dessa rede portuária de escoamento, do projeto Arco Norte, tendo segundo o grau de importância a necessidade de ampliação do cais atual, a melhoria dos acessos por terra e água e a integração entre a instituições que atuam no porto. Algo que servirá para direcionar os tomadores de decisões por onde iniciar a discussão sobre os investimentos estratégicos necessários para fortalecer a inserção desse porto no contexto nacional para a exportação de soja.

Por fim, a metodologia adotada e apresentada poderá servir para estudos posteriores em outros portos, incluídos os demais do projeto Arco Norte e, que também carecem de estudos mais detalhados de viabilidade para um contributo efetivo para a análise de tal projeto.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo aporte financeiro na chamada CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022 e, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da UFPA, que tornaram possível este trabalho e, a todos aqueles que colaboraram com a pesquisa de campo, bem como nas discussões e nos materiais recebidos.

8 REFERÊNCIAS

Almeida, M. A., Silva, S. S. (2020). Análise dos custos de transporte e armazenagem de soja no norte do Brasil. **Journal of Transport Geography**, 82, 102594. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102594

Brasil (2018). Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014** (Marco Civil da Internet). Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015 2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em 20/01/2023.

Brasil (1996). **Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/1996/Reso196.doc. Acesso em 20/01/2023.

CONAB. (2021). **Acompanhamento da safra brasileira grãos, safra 2020/21 – Décimo primeiro levantamento. Brasília/DF**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos. Acesso em 15 set. 2023.

Gomes, L. F. A. M., González, M. C. A., e Carignano, C. (2004). **Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo: Thomson Learning.

Llorca, R. P., Lima, R. S., e Lopes, H. S. (2018). **Análise da Logística de Exportação da Soja do Centro-Oeste Brasileiro a partir da Expansão do Canal do Panamá**. Em 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2132, Gramado/RS. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais32/documentos/2018/Logistica/Logistica%20de%20Carga%20de%20Longa%20Distancia/2_379_AC.pdf.

Pastre, R. (2018). Plano de desenvolvimento regional BR-163 sustentável: Avaliação das repercussões das ações estratégicas em infraestrutura sobre o norte do mato grosso. Revista de **Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, 7(1), 5-34. Disponível em: https://ojs.ccsa.ufrn.br/index.php/rerut/article/view/965/1168

Reis, E., Melo, P., Andrade, R. e Calapez, T. (2022). **Estatística Aplicada**. 6ª (ed). Lisboa: Sílabo.

Saaty, T. L. (1991). **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill. 342 p.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. **Services Sciences**, 1 (1), 83-98.

Santos, L. F., e Cruz, R. B. C. (2013). O Uso do Método AHP na Tomada de Decisão para Seleção de Sistemas de Lajes de Edifícios Comerciais. **Engenharia Estudo e Pesquisa**, 13 (1), 39-52.

Silva, A. S. (2023). **Avaliação do desempenho portuário do Porto de Santana no contexto do projeto Arco Norte através da análise hierárquica de processo – AHP,** Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval), Universidade Federal do Pará. Belém/PA 175 p.

Souza, A. D. C., Rodrigues, D. B., Oliveira, L. F., e Nascimento, R. F. G. (2020). Diagnóstico da gestão ambiental do Porto de Santana/AP. **Revista de Administração da UFSM**, 13 (2), 385-401.

Tobias, M. G. S., Moraes, H. B., e Figueiredo, N. (2019). The role of ports in Amazonia cities for sustainable urban development: The case of Belem - Brazil. **WIT transactions on the built environment (online)**, 188, 11-21.

Vargas, R. (2010). Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. **Em PMI Global Congress, North America**, Washington–DC – EUA.

Yurdakul, M., e IÇ, Y. T. (2004). AHP approach in the credit evaluation of the manufacturing firms in Turkey**. International Journal of Production Economics**, 88 (3), 269-289.

AREIA DE MINÉRIO DE FERRO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ESTRADAS DE TERRA RURAIS

S. P. Soncim, C. A. S. Oliveira, M. O. Almeida, R. J. Campos, L. R. Pereira, P. M. P. Cunha, K. P. M. Medeiros e J. C. A. S. Neto

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho geotécnico de um solo laterítico estabilizado quimicamente, empregando-se 4% de cimento Portland (CP), em massa, e areia proveniente do beneficiamento do minério de ferro (AMF), para aplicação em estradas de terra. Foram realizados ensaios de caracterização física dos materiais, índice de suporte Califórnia (ISC), resistência à compressão simples (RCS) e módulo de resiliência (MR). Os resultados revelaram que a adição da AMF e CP, provocaram aumento nos valores dos do MR. As misturas foram aplicadas em trechos experimentais em estradas de terra, que atendem comunidades rurais, da região do Quadrilátero Ferrífero, no Estado de Minas Gerais. Os resultados do monitoramento mostraram uma elevação da vida útil, redução das atividades de manutenção e da emissão de material particulado em suspensão de até 71%, resultado atribuído a substituição de parte da argila do solo pela AMF e CP.

1 INTRODUÇÃO

As estradas não pavimentadas são um importante meio de ligação entre áreas rurais e urbanas. Essas vias proporcionam aos moradores de áreas rurais acesso a serviços de educação e saúde. As estradas não pavimentadas, também chamadas de estradas de terra, geralmente têm em sua camada superficial solo local, com ou sem mistura de material granular. Devido à ausência de revestimento superficial estão sujeitas a atividades regulares de manutenção, principalmente devido à redução de capacidade de suporte durante os períodos de chuva, que provocam o aparecimento de deformações, lamas e irregularidades na superfície das estradas.

Melhorar as condições de trafegabilidade de estradas não pavimentadas contribui para a redução de custos operacionais e de manutenção. Nesse contexto, alternativas tecnologicamente viáveis e ambientalmente corretas, como a utilização de rejeitos e coprodutos da mineração, podem contribuir para a melhoria das condições de trafegabilidade de rodovias não pavimentadas e, tornam-se uma alternativa viável, em função da sua grande disponibilidade.

Segundo Koehnken e Rintoul (2018), as taxas de extração mundial de areia estão excedendo as taxas de reabastecimento natural, de modo que o crescente volume de agregados extraídos, frequentemente realizados de forma ilegal, dos ecossistemas ribeirinhos e marinhos, resulta em diversos impactos ambientais. Já de acordo com uma publicação feita por (UNEP) (2019), estima-se que haverá uma demanda global de aproximadamente 60 Bt de agregado por ano para 2030, especialmente para os mercados da América Latina, África e Ásia. Nesse cenário, muitos pesquisadores têm estudado formas de utilizar coprodutos da mineração, como material alternativo nos diversos ramos da cadeia produtiva da construção civil.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a viabilidade técnica da utilização da AMF como material para compor misturas para aplicação como revestimento primário, na melhoria do desempenho de estradas vicinais não pavimentadas. Para isso, os materiais foram caracterizados e desenvolvidas misturas de solo com e sem adição de CP e AMF, para a realização de ensaios mecânicos de ISC, RCS e MR. Após os ensaios laboratoriais, uma mistura foi selecionada para construção de um trecho experimental, com a finalidade de acompanhamento do desempenho estrutural e avaliação da emissão de material particulado (poeira).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estudos sobre aplicação de rejeitos da mineração em pavimentos

Campanha (2011) estudou o rejeito do processo de flotação em colunas para obtenção de ferro concentrado, visando a aplicação em pavimentação, sendo classificado como areia fina siltosa. Ainda, segundo Campanha (2011), o rejeito equipara-se, observando o ensaio do ISC, a um material aplicável em sub-base de pavimentos rígidos e, na forma estabilizada, em camada de reforço de pavimentos flexíveis. Rodrigues (2018) estudou a substituição parcial de um solo inadequado para a utilização em rodovias, por rejeitos de espirais do beneficiamento de minério de ferro. As misturas foram preparadas substituindo-se, em massa, o solo seco por rejeito seco, nas percentagens de 10%, 20% e 30%. O autor concluiu que a adição do rejeito ao solo mostrou-se válida tanto do ponto de vista ambiental quanto técnico.

Lara *et al.* (2018) estudaram o comportamento geotécnico de misturas de solo com o rejeito de flotação de minério de ferro da Vale S.A., localizada no município de Itabira-MG. Avaliou-se o comportamento das misturas de solo com rejeito nas proporções 25%, 50% e 75%, em massa, em relação ao solo de jazida. A pesquisa visou a aplicação das misturas em camadas de subleito, reforço de subleito e sub-base. Após a caracterização do solo e do rejeito foi avaliado o comportamento mecânico das misturas através dos ensaios de ISC, MR e compactação Proctor nas energias normal e intermediária. Os resultados revelaram aumento nos valores do ISC do solo com adição do rejeito de minério de ferro e a diminuição da expansão.

Grasse *et al.* (2019) analisaram o desempenho geotécnico de um solo de comportamento laterítico estabilizado quimicamente, empregando-se 2%, 4% e 6% de cal hidratada CHI (NBR 7175, ano), em massa, com a adição do rejeito de flotação de minério de ferro, visando a aplicação das misturas em camadas de base e sub-base de pavimentos rodoviários. A dosagem de rejeito considerada foi igual a 50% da massa total seca de solo e rejeito, calculado por metodologia de substituição do teor de cal. Após a caracterização do solo e do rejeito foram realizados ensaios de ISC, RCS, MR e compactação Proctor na energia

intermediária. Os resultados demostraram aumento em mais de 100% nos valores de ISC das misturas solo-cal-rejeito de flotação. Concluiu-se ainda que a adição do rejeito promoveu um aumento expressivo nos valores de RCS das misturas.

2.1 Estradas de terra

De acordo com o FHWA (2015), as misturas para aplicação em estradas não pavimentadas devem conter apropriadas proporções de agregado graúdo, o que assegura a resistência para suportar cargas, principalmente em períodos de chuva. Também necessita de adequada proporção de areia (ou agregado miúdo fino), para preencher os vazios entre os grãos do agregado graúdo, o que promove a estabilidade do material. Por fim, uma quantidade de material fino plástico que proporcione coesão à mistura e permita a formação de uma crosta superficial, que dificulte a entrada da água.

De acordo com SDDT (1995), as superfícies de estradas não pavimentadas são compostas por uma camada de adequada espessura e qualidade, executadas sobre o subleito. A espessura dessa camada depende do tráfego, da qualidade dos materiais disponíveis e das características do solo do subleito. A espessura da camada sobre o subleito pode variar de 115 mm a 370 mm, em função do tráfego diário de veículos pesados (0 a 50 por dia) e da capacidade de suporte do subleito (baixa capacidade ISC $\leq$ 3%, média capacidade de suporte com ISC entre 3% e 10% e alta capacidade de suporte com ISC > 10%. Dentre os principais problemas que ocorrem em estradas não pavimentadas estão a geometria incorreta da seção transversal, deficiências de drenagem, corrugações, deformações, perda de agregado, poeira e defeitos como panelas.

De acordo com Sanders *et al.* (2015), parte do material fino da superfície das estradas não pavimentadas se perde, em função do desgaste gerado pelo tráfego, na forma de poeira. Isto pode ser compensado pela aplicação de uma nova camada com uma menor proporção de finos e a utilização de métodos paliativos para prevenção da ascensão do pó. Ainda, segundo Sanders *et al*. (2015), a perda de finos de estradas não pavimentadas conduz à rápida deterioração da superfície, desta forma, requerendo maior frequência de atividades de manutenção. Para avaliar a perda de pó em diferentes seções de teste, na rede de rodovias de Piceance Creek, Colorado, nos Estados Unidos, Sanders *et al*. (2015) utilizaram um sistema em movimento de medição de poeira (*dustometer*). Gushgari *et al*. (2018) realizaram medidas de perda de finos, seguindo a mesma técnica desenvolvida por Sanders *et al*. (2015), em um trecho de 6,4 km no estado do Iowa, nos Estados Unidos, utilizando-se, também, de um *dustometer*. Os resultados das medições foram obtidos em unidade de g/km (gramas por quilômetro) e serviram como um dos parâmetros utilizados para se medir a qualidade de rolamento dos trechos monitorados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados neste estudo foram um solo da região do Quadrilátero Ferrífero e o cimento Portland, por sua vez caracterizado como estabilizante químico. Como coproduto da mineração utilizou-se uma AMF, denominada pela empresa de A2BR, gerada pela cadeia produtiva de minérios da Mineradora Vale S.A., proveniente da Mina de Brucutu, município de São Gonçalo do Rio Abaixo, estado de Minas Gerais (MG). A amostra de solo (denominado solo de jazida – SJ) utilizada nesta pesquisa foi coletada em uma jazida no

município de Caeté – MG. De acordo com a metodologia Miniatura, Compactado, Tropical (MCT), estabelecida pela norma rodoviária DNER-CLA 259/96, o solo foi classificado como tropical, fino, vermelho, argiloso de comportamento laterítico, tipo LG'. Foi utilizado o cimento CPIV, devido a sua disponibilidade de aquisição no mercado regional.

3.2 Ensaios de laboratório

Os ensaios realizados para a caracterização geotécnica do SJ e da A2BR foram: Análise granulométrica (ABNT NBR 7181/2016); Densidade Real (DNER – ME 093/1994); Limite de Liquidez (ABNT NBR 6459/2016); Limite de plasticidade (ABNT NBR 7180/2016); Equivalente de areia (DNER – ME 054/1997) e preparação de amostra (NBR 6457/16). Além dos ensaios de caracterização foram realizados ensaios de resistência mecânica com os materiais e com as misturas de SJ, A2BR e cimento Portland. A composição das misturas é apresentada na Tabela 1, ressaltando que todas as porcentagens foram adotadas em massa.

Tabela 1 Composição das misturas

Mistura	SJ (%)	A2BR (%)	Cimento Portland (%)	Teor de umidade (%)
SJ100	100,0	0,0	0,0	22,51
SJ50/A2BR50	50,0	50,0	0,0	16,27
SJ46/A2BR50/4CP4	46,0	50,0	4,0	16,35

A avaliação do comportamento geotécnico das misturas foi feita com base nos ensaios de compactação Proctor, na energia intermediária, conforme as diretrizes da NBR 7182/16, ISC, seguindo-se o estabelecido na Norma DNIT 172/2016, o ensaio de determinação da resistência à compressão simples, preconizado pelo DNER-ME 180/94 e os ensaios de módulo de resiliência, conforme a norma DNIT 134/2018-ME. Para interpretação dos resultados dos ensaios de MR foram aplicados os modelos, conforme apresentados nas Equações 1, 2 e 3.

$$MR = K_1 \sigma_3^{K_2} \quad (1)$$

$$MR = K_1 \sigma_d^{K_2} \quad (2)$$

$$MR = K_1 \, \sigma_3^{K_2} \sigma_d^{K_3} \quad (3)$$

Onde:
MR: Módulo de Resiliência [MPa]
σ_3: Tensão confinante [MPa]
σ_d: Tensão desviadora [MPa]
k_1, k_2 e k_3: Parâmetros experimentais.

3.3 Execução do trecho experimental e realização de ensaios de campo

A execução do trecho experimental com extensão de 2000 m foi realizada em maio de 2021, no município de Caeté -MG, após um treinamento teórico e prático realizado pela equipe de pesquisadores da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), onde foram apresentadas orientações referentes à execução dos serviços para a equipe de obras da Prefeitura. Por se tratar de caráter experimental, foram adotadas como premissas para a escolha do trecho o tráfego com volume médio diário (VMD) < 50 e topografia ondulada, pelo fato da dificuldade de se encontrar trechos com topografia plana na região do quadrilátero ferrífero.

Durante o treinamento prático, a equipe de pesquisadores da UNIFEI foi a campo acompanhar a execução e realizar o controle tecnológico por meio da realização de ensaios de controle de campo, para obtenção do Grau de Compactação (GC) e da massa específica aparente in situ, com emprego do ensaio de frasco de areia (DNER-ME 092/94).

Após a execução dos trechos, foram realizados levantamentos periódicos em campo para avaliar o desempenho estrutural e a ocorrência de material particulado em suspensão. Avaliação do desempenho estrutural foi realizada com o equipamento do tipo deflectômetro leve de impacto (LWD – *Ligth Weight Deflectometer*). O método utilizado para a realização dos ensaios com o LWD foi de acordo com a ASTM E2583-07(2015), para a determinação das deflexões (M_w) na superfície dos pavimentos e o módulo de deformabilidade dinâmico (E_{vd}), por meio da queda de uma carga, com altura e pesos padronizados. Os ensaios com LWD foram realizados periodicamente, nos meses de agosto e novembro de 2021, fevereiro, maio e setembro de 2022, maio e dezembro de 2023 e abril de 2024, em 3 trechos de 100 m, em estacas distanciadas de 20 em 20 m.

Também foi realizado o monitoramento da suspensão de material particulado (poeira), usando-se um dispositivo chamado poeirômetro de filtro (do termo em inglês *dustometer*). Para o desenvolvimento do equipamento e realização das medições foram seguidas as recomendações técnicas apresentadas por Sanders *et al*. (2015). De forma análoga, o poeirômetro de filtro pode ser comparado a um aspirador de pó, pois possui uma bomba de sucção que é alimentada por um gerador. Este dispositivo também é composto por uma caixa auxiliar, fabricada em chapa de aço, que é instalada com a sua abertura voltada para o eixo da roda de um veículo, conforme ilustrado na Figura 1 (a). Nesta caixa é instalada uma manta filtrante que retém as partículas de poeira, que são suspensas ao trafegar com o veículo. Revestindo a manta filtrante, há uma peneira de malha 200 *mesh* (75 µm) que evita que quaisquer partículas que não sejam de poeira sejam filtradas pela manta durante as medições de poeira. As imagens apresentadas na Figura 1 (b) ilustram o poeirômetro de filtro montado nesta pesquisa.



Fig. 1 (a) Posicionamento do poeirômetro (b) poeirômetro montado para a pesquisa

Os testes foram realizados no trecho experimental e num trecho com leito natural (referência), ambos com 200 m de extensão, à velocidade de 30 e 60 km/h. Após a realização de cada percurso, a manta filtrante era recolhida da caixa, acondicionada em saco plástico, e enviada para pesagem em laboratório, para obtenção da massa de particulado, em gramas.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização geotécnica e ensaios mecânicos

O gráfico da Figura 2 apresenta as curvas granulométricas da A2BR (a) e do SJ argiloso de comportamento laterítico LG' (b), respectivamente. A Tabela 2 mostra as porcentagens

equivalentes a cada fração granulométrica presente nos materiais estudados, de acordo com a escala de grãos estabelecida pela NBR 6502 (2022).

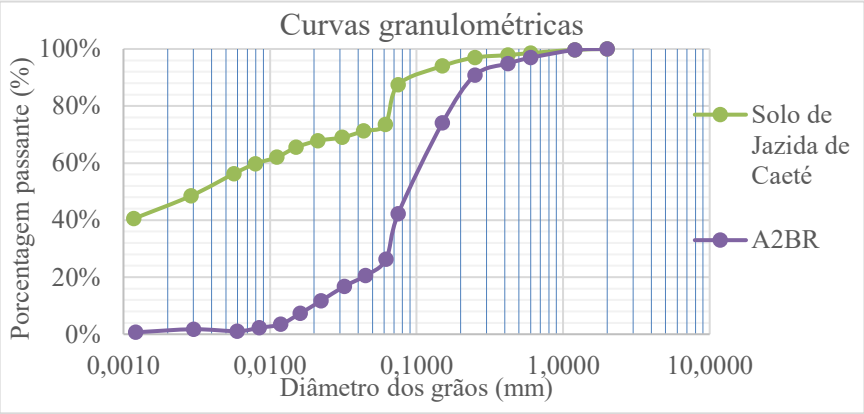


Fig. 2 Curvas granulométricas dos materiais

Tabela 2 Composições granulométricas da A2BR e do SJ

	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia média (%)	Areia grossa (%)
A2BR	2	24	58	12	4
SJ	45	29	22	2	0

Da Figura 2 observa-se que a A2BR possui consideráveis porções finas em sua composição, apresentando aproximadamente 44% de seus grãos passantes na peneira de 200 *mesh* (abertura de 0,075 mm), e 92% passante na peneira nº. 40 (abertura de 0,42 mm). A A2BR indica uma graduação quase uniforme, apresentando a boa parte de suas partículas com tamanhos semelhantes, caracterizando uma curva granulométrica bem íngreme, que se assemelha às areias finas e siltes. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos dos demais ensaios de caracterização geotécnica, especificamente a densidade real, o limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade (IP) e o equivalente de areia.

Tabela 3 Valores de densidade real, limites de consistência e equivalente de areia

	Densidade Real (g/cm^3)	Limites de consistência (%)			Equivalente de areia (%)
		LL	LP	IP	
A2BR	3,062	NL	NP	NP	17,46
SJ	2,744	43,00	28,00	15,00	0,00

De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que a A2BR possui densidade real elevada quando comparada à do SJ. Esse resultado pode ser justificado em função dos teores de minério de ferro residuais e pelo elevado teor de quartzo, característicos de amostras de rejeitos da mineração de ferro brasileiros. Quanto aos ensaios de limites de Atterberg, a A2BR se apresentou como um material não líquido (NL) e não plástico (NP), exibindo a falta de coesão, por ser tratar de um material granulometricamente semelhante a uma areia. Para o SJ, entretanto, foram obtidos valores de LL = 43% e LP = 28%, resultando num IP = 15%, o que o caracteriza como um material de plasticidade média. Nesse caso, considerando as especificações tradicionais (IP > 6%), o uso do SJ em camadas de pavimentos pode ser inviável. A Tabela 4 apresenta os resultados da determinação da umidade ótima (h_{ot}) e da massa específica aparente máxima seca (γd), obtidos por meio do ensaio de compactação

proctor intermediário. Também são apresentados os resultados do ISC e expansão. Os resultados de RCS também são apresentados na Tabela 4, obtidos após 28 dias de cura dos corpos de prova.

Tabela 4 Resultados dos ensaios de Compactação, CBR e RCS

Mistura	hot (%)	γd (g/cm3)	ISC (%)	Expansão (%)	RCS (MPa)
SJ100	22,94	1,596	21,00	0,30	0,40
SJ50/A2BR50	16,50	1,817	22,34	0,28	0,27
SJ46/A2BR50/CP4	16,40	1,843	43,60	0,36	0,80

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4 é possível notar que a adição de A2BR ao SJ provocou um aumento de 13,84% na massa específica aparente seca máxima (γ_d) para a mistura SJ50/A2BR50, e uma redução de 28,07% no teor de umidade ótima de compactação, o que já se poderia esperar, visto que foi incorporado um material não-coesivos à mistura.

Embora seja pequena a contribuição da substituição de 50% de SJ por A2BR para o valor do ISC (de 21,5% para 22,34%), foi obtido para a mistura com adição de 4% de CP (cimento Portland) um aumento de 100,07%. Este aumento pode contribuir para um melhor desempenho desses materiais, como camada de revestimento primário de estradas não pavimentadas. Com relação aos resultados dos ensaios de RCS, a incorporação da A2BR ao SJ causou uma redução de 32,5% no valor da RCS da mistura, para um tempo de cura de 28 dias, no entanto, com a adição de 4% CP a essa mistura, houve um ganho na RCS de 100%. A Figura 3 apresenta as curvas dos modelos de módulo de resiliência em relação as tensões confinante e desvio. O modelo do efeito combinado de tensões para a mistura SJ46/A2BR50/CP4 é apresentado na Figura 4. A Tabelas 5 apresenta as respectivas constantes dos modelos e seus valores de R^2 obtidos.

Tabela 5 Valores dos coeficientes e R^2 obtidos dos modelos de MR

Tensão (MPa)	Material	k_1	k_2	k_3	R^2
σ_3	SJ100	303,19	0,09	-	0,68
	SJ50/A2BR50	160,68	0,05	-	0,62
	SJ46/A2BR50/CP4	595,89	0,14	-	0,85
σ_d	SJ100	263,82	0,05	-	0,48
	SJ50/A2BR50	144,96	0,02	-	0,21
	SJ46/A2BR50/CP4	464,21	0,09	-	0,51
σ_3, σ_d	SJ100	300,46	0,07	0,02	0,70
	SJ50/A2BR50	161,68	0,06	-0,01	0,64
	SJ46/A2BR50/CP4	572,64	0,15	-0,02	0,86

Com base nos resultados apresentados na Tabela 5 e nas Figuras 3 e 4 foi possível perceber que os modelos apresentaram comportamentos semelhantes, conforme previsto para materiais de características arenosas. Este é um comportamento previsto para estes tipos de materiais, conforme apresentado por Bernucci *et al*. (2008) e Costa *et al.* (2023). Ainda, de acordo com a análise dos valores de R^2 (Tabela 5), pode-se notar para todos os materiais testados que foram obtidos os maiores valores para os modelos combinados, sendo o maior valor obtido para a mistura com CP (0,86).

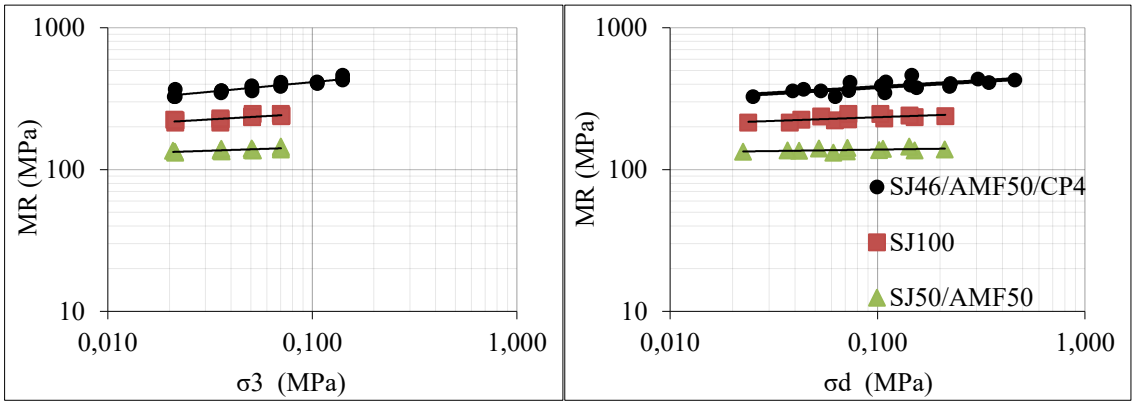


Fig. 3 Modelos de MR para tensão confinante e desvio

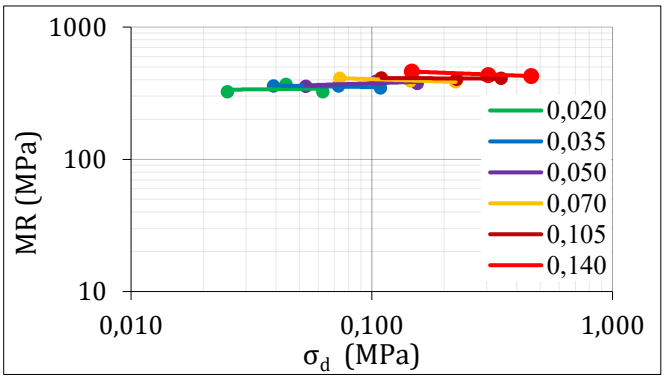


Fig. 4 Modelo de MR composto para a mistura SJ46/A2BR50/CP4

Tendo em vista os resultados de desempenho dos testes de laboratório, a mistura selecionada para aplicação no trecho experimental foi a SJ46/A2BR50/CP4.

4.1 Ensaios com LWD e medições de poeira

Foi realizada uma análise de regressão simples, com base nos valores médios medidos nas campanhas de levantamentos (12 valores, sendo 4 por cada trecho de 100 m) com LWD, realizadas no trecho experimental. Os resultados são apresentados nas Tabelas 6 e 7. A Figura 5 apresenta a evolução do Evd ao longo do período avaliado (meses) e a equação de regressão com seu respectivo valor de R^2.

Tabela 6 Análise de regressão

Estatística de regressão	
R-Quadrado	0,679
Erro padrão	5,889
Observações	6

Tabela 7 Análise de variância

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F crítico
Regressão	1	294,300	294,300	8,485	0,043
Resíduo	4	138,732	34,683		
Total	5	433,032			

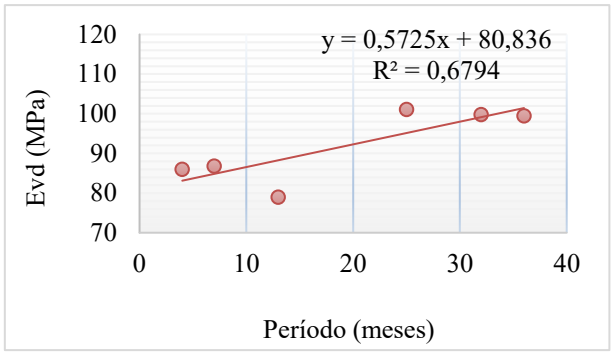


Fig. 5 Evolução do Evd durante o período avaliado

A equação obtida por meio de regressão simples, apresentada na Figura 5, tem no eixo *y,* representando o módulo dinâmico (Evd), e no eixo *x,* representando o tempo, em meses. Também é possível notar que há uma tendência do aumento do módulo dinâmico com o tempo, o que pode ser corroborado pelo R^2 determinado. Esse aumento pode estar relacionado ao efeito de cimentação lenta, promovido por minerais presentes na composição da AMF, como por exemplo, a hematita e a caulinita.

A Figura 6 apresenta os resultados do teste realizado com o poeirômetro (setembro de 2022). Percebe-se que para a velocidade média de 30 km/h, o trecho com leito natural emitiu o dobro da massa de poeira, comparado ao trecho com mistura SJ46/A2BR50/CP4. Por outro lado, na velocidade de 60 km/h, o trecho natural apresentou uma massa de poeira de 1,4 gramas, enquanto o trecho experimental apresentou 0,4 gramas de poeira.

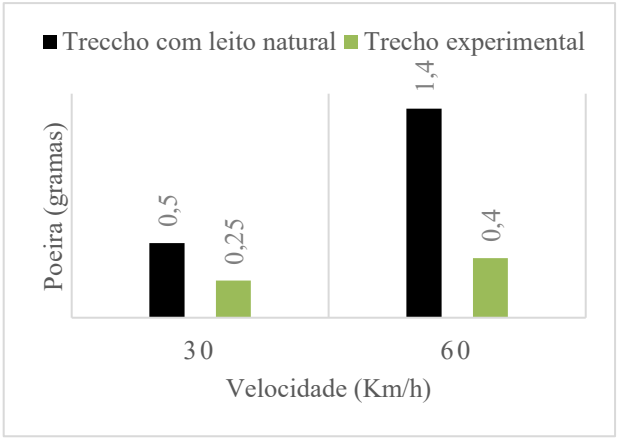


Fig. 6 Comparativo de medições de particulado em suspensão

5 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi investigado o efeito da utilização de areia de minério, em propriedades geotécnicas, cuja finalidade foi selecionar uma mistura e avaliar seu desempenho, como revestimento primário. Com base nos resultados, pode-se obter as seguintes conclusões:

- A substituição da areia de minério de ferro (A2BR) não favoreceu o efeito de melhoria nas propriedades mecânicas da mistura sem adição de CP, por meio de estabilização granulométrica, tendo em vista a redução nos valores de RCS e do MR. Entretando, o valor do ISC para a mistura SJ50/A2BR superou o valor mínimo de

20%, conforme preconizado pela norma DNIT 139/2010 – ES, para aplicação em sub-bases rodoviárias.

- A mistura com adição de 4% de CP (SJ46/A2BR50/CP4) apresentou um ISC de 43,60%, sendo superior aos valores obtidos para o solo de jazida e para a mistura SJ50/A2BR. Além disso, superou o valor mínimo de 30%, conforme preconizado pela norma DNIT 140/2022– ES, para aplicação em sub-bases de solos melhorados com cimento.

- A substituição do solo por AMF e 4% de CP provocou um ganho na RCS (ensaio sem confinamento) da ordem de 100%, aos 28 dias de cura.

- Com relação ao MR, os valores do parâmetro de qualidade (coeficiente de determinação, R^2) indicaram que o modelo composto se apresentou mais adequado ao estudo, uma vez que os valores de R^2 obtidos foram superiores aos obtidos para a tensão desvio e confinante, destacando-se a mistura com CP, que obteve-se um $R^2 =$ 0,86.

- A substituição de solo por areia de minério de ferro, na proporção de 50/50, provocou redução no MR, quando comparado com o MR do solo de jazida. Entretanto, a presença de CP na mistura SJ46/A2BR50/CP4 foi um fator determinante na melhoria do desempenho do MR

- Tendo em vista os resultados de desempenho dos testes de laboratório, a mistura selecionada para aplicação no trecho experimental foi a SJ46/A2BR50/CP4.

- Os levantamentos com LWD, demonstraram que não há indícios de deterioração estrutural da camada de revestimento primário e que há uma tendência de aumento da sua rigidez da mistura aplicada com o tempo.

- A substituição de solo por A2BR (50%), associado a utilização de 4% de cimento, provocaram a redução da emissão de material particulado de até 71%, quando comparado à emissão causada pela passagem de veículos em estrada de terra de leito natural.

Como forma de conservar recursos naturais e reduzir o seu alto acúmulo no meio ambiente, o material oriundo da mineração de ferro estudado pode ser utilizado como material de construção de revestimentos primários. Como sugestão para trabalhos futuros, investigar as causas do aumento da rigidez da mistura aplicada, que pode estar associada à presença de minerais cimentantes e/ou pozolânicos na AMF estudada.

5 REFERÊNCIAS

ASTM E2583-07 (2020) Standard Test Method For Measuring Deflections With A Light Weight Deflectometer (LWD), **ASTM International**, Pennsylvania, USA.

ABNT (2016) NBR 6457 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de caracterização. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

ABNT (2016) NBR 6459 – Solo – Determinação do limite de liquidez. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

ABNT (2016) NBR 7180 – Solo – Determinação do limite de plasticidade. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

ABNT (2016) NBR 7181 – Solo – Análise granulométrica. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

ABNT (2016) NBR 7182 – Solo – Ensaio de compactação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

ABNT (2022) NBR 6502 – Solos e rochas – Terminologia. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro.

Bernucci, L. B., Motta, L. M. G., Ceratti, J. A. P., Soares, J. B. (2008) Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. **Petrobras: Abeda**, Rio de janeiro, RJ.

Campanha, A, (2011) Caracterização de rejeitos de minério de ferro para uso em pavimentação. **Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, MG.

Confederação Nacional do Transporte (2021) Pesquisa CNT de rodovias 2021, **CNT: SEST SENAT**, Brasília.

Costa, R., Moura, E., Bernucci, L., Baschiera, B., Soncim, S. P., Oliveira, C. A. S., Almeida, M. O., Campos, R. J., Oliveira, L., Pereira, L. R., Carreco, D. F. (2023) Study of mining co-product as a sustainable subballast for a heavy haul railway track in Brazil. **Proceedings of the 12TH International Heavy Haul Association Conference 2023 (IHHA Rio 2023)** Rio De Janeiro, Brazil, 27 a 31 August 2023.

DNER (1994) ME 092/94 – Solo – determinação da massa específica aparente ïn situ" com emprego do frasco de areia. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**, Rio de Janeiro.

DNER (1996) CLA 259/96 - Classificação de solos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos-de-prova compactados em equipamento miniatura. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**, Rio de Janeiro.

DNER (1997) ME 054/94 - Equivalente de areia. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**, Rio de Janeiro.

DNIT (2010) 139/2010 - Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço – Especificação de Serviço. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Rio de Janeiro.

DNIT (2016) 172/2016 - Solo – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Rio de Janeiro.

DNIT (2018) 134/2018 - Solos – Determinação do módulo de resiliência - Método de Ensaio. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Rio de Janeiro.

DNIT (2022) 140/2022 - Pavimentação – Sub-base de solo melhorado com cimento – Especificação de serviço. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Rio de Janeiro.

Federal Highway Administration (FHWA, 2015) Gravel Road Construction & Maintenance Guide - **FHWA Publication No.: FHWA-OTS- 15-0002**.

Fundação Estadual do Meio Ambiente (2010) Inventário de resíduos sólidos industriais e minerários: ano base 2009, **FEAM**, Belo Horizonte.

Grasse, B. P., Soncim, S. P., Almeida, M. O., Oliveira, C. A. S., Belotti, F. M., Cavalcante, E. H., Resende, L. (2019) Avaliação do comportamento geotécnico de um solo laterítico estabilizado com cal e rejeito de flotação de minério de ferro. **Anais do XXXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET**, Balneário Camboriú – SC.

Gushgari, S. Y., Zhang, Y., Nahvi, A., Ceylan, H., and Kim, S., (2018) Otta Seal Construction for Asphalt Pavement Resurfacing. Civil, Construction and Environmental **Engineering Conference Presentations and Proceedings. 90**.

Koehnken, L., and Rintoul, M. (2018) Impacts of Sand Mining on Ecosystem Structure, Process and Biodiversity in Rivers, **World Wide Fund for Nature (WWF)**.

Lara, L. L. D., Queiroz, B. G., Soncim, S. P., Almeida, M. O., Oliveira, C. A. S., Belotti, F. M., Cavalcante, E. H., Resende, L. (2018) Estudo do comportamento de um solo com adição de rejeito de flotação de minério de ferro para utilização em camadas de pavimentos. **Anais do XXXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET**, Gramado, v. 1, p. 1966–1977.

Rodrigues, K. H. P. (2018) Estudo de estabilização granulométrica de solos utilizando rejeito de mineração. **Dissertação Mestrado em Geotecnia – Universidade Federal de Ouro Preto.** Escola de Minas – Núcleo de Geotecnia. Ouro Preto, MG.

Sanders, T. G., Quayenortey, J. A., Jorgensen, D. (2015) Unpaved Road Dust Control in the Piceance Creek Basin in Rio Blanco County, Colorado - **Journal of Transportation Engineering**, © ASCE, ISSN 0733-947X/04014079(6) - DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000706.

South Dakota Department of Transportation, (SDDT,1995) Rural Road Design, Maintenance, and Rehabilitation, **Guide - SD95-16-G2**.

United Nations Environment Program (2019) Sand and sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources: synthesis for policy makers, **UNEP**, Nairobi.

INCORPORANDO A CICLICIDADE DO PIB NA PROJEÇÃO DE TRÁFEGO: UMA ABORDAGEM INOVADORA PARA CONCESSÕES RODOVIÁRIAS

F. Rodrigues, O. B. B. Mendes, J. M. S. Lima, V. H. Uehara e I. J. A. C. Souza

RESUMO

A precisão na projeção do tráfego é crucial para o sucesso das concessões rodoviárias, com impacto direto na estimativa de receitas e no planejamento operacional. No entanto, a maioria dos modelos aplicados no Brasil desconsidera a natureza cíclica do PIB, o que resulta em estimativas imprecisas. Este estudo apresenta uma abordagem inovadora, ao propor modelos que incorporam a variabilidade cíclica e os efeitos atenuantes do PIB nas projeções de tráfego. Com base em dados históricos do PIB brasileiro e do tráfego em 20 concessões rodoviárias, dois modelos foram calibrados e aplicados para projetar o tráfego em cada concessão, com seu desempenho avaliado por meio de indicadores estatísticos. Os resultados indicam que os modelos cíclicos superam consistentemente o modelo tradicional nas concessões analisadas, sendo recomendados como alternativas para reduzir riscos econômicos e promover a sustentabilidade dessas concessões.

1 INTRODUÇÃO

As concessões rodoviárias desempenham um papel crucial no desenvolvimento da infraestrutura nacional (Garcia *et al*., 2015), conectando pessoas, regiões e impulsionando o crescimento econômico. A viabilidade financeira dessas concessões depende, em grande parte, da precisão das projeções de tráfego, que servem como base para estimativas de receita e planejamento operacional. Essas projeções utilizam, em grande parte dos estudos, modelos econométricos em que o Produto Interno Bruto (PIB) é variável explicativa, devido à grande correlação entre esta e o tráfego (Sousa *et al*., 2023).

Como evidenciado por Profillidis e Botzoris (2019), o planejamento do transporte depende de uma compreensão precisa das demandas futuras, que são frequentemente baseadas em projeções do PIB. Este indicador econômico é fundamental porque reflete a atividade econômica geral e, portanto, influencia diretamente o volume de bens e pessoas que precisam ser transportados. No contexto brasileiro, a economia é altamente dependente do transporte rodoviário, dado o perfil de produção do país, que inclui grandes volumes de commodities agrícolas e minerais. Assim, o PIB continuará sendo uma variável preponderante para previsões de demanda, pois ele capta as variações na atividade econômica que impactam diretamente o fluxo de tráfego nas rodovias.

Isso também é corroborado por Tjandra *et al*. (2024), que destaca a influência significativa do PIB na demanda de transporte, tanto de passageiros quanto de cargas, até 2050, especialmente nos países em desenvolvimento. Assim, o papel do PIB nas previsões de demanda de transporte rodoviário continua a ser relevante, refletindo a estreita ligação entre o crescimento econômico e a mobilidade no Brasil e em outras economias em desenvolvimento.

Por outro lado, os modelos tradicionais de projeção de tráfego frequentemente falham em capturar a natureza cíclica do PIB, levando a previsões imprecisas que podem comprometer a sustentabilidade financeira das concessões (Amorim, 2023), especialmente durante períodos de recessão ou crescimento acelerado da economia.

Os modelos tradicionais de projeção de tráfego geralmente se baseiam em técnicas estatísticas que assumem uma relação linear entre o tráfego e variáveis explicativas como o PIB. Essa abordagem simplista ignora a complexa dinâmica da economia, que apresenta flutuações cíclicas influenciadas por diversos fatores, como políticas fiscais e monetárias, choques externos e eventos geopolíticos (Fernandes Junior, 2021; Willumsen, 2014). Ao não considerar essa ciclicidade, os modelos tradicionais podem subestimar o tráfego durante períodos de crescimento econômico e superestimar o tráfego durante recessões, resultando em previsões imprecisas de receita e custos operacionais.

Outro aspecto impactado é a garantia da sustentabilidade financeira das concessões rodoviárias. Ao reconhecer que o volume de tráfego não segue um padrão linear, mas sim apresenta flutuações em conjunto com o ciclo econômico, modelos mais robustos podem ser desenvolvidos para fornecer previsões mais precisas. Essa precisão permite que as concessionárias tomem decisões mais assertivas em relação à gestão de tarifas, investimentos em infraestrutura e planejamento operacional, mitigando riscos e maximizando a rentabilidade da concessão ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Ao desenvolver modelos dinâmicos que capturam essa complexa relação, as concessionárias podem obter previsões mais precisas de receita e custos operacionais, permitindo uma gestão de riscos mais eficaz e a maximização da rentabilidade da concessão ao longo de seu ciclo de vida. A adoção de tais práticas contribui para a viabilidade e o sucesso das concessões rodoviárias, impulsionando o desenvolvimento da infraestrutura nacional e promovendo o crescimento econômico sustentável.

Assim, este estudo propõe uma abordagem inovadora para a projeção de tráfego, utilizando equações que capturam a variabilidade cíclica do PIB. Essa metodologia visa suprir as deficiências dos modelos tradicionais, proporcionando estimativas mais precisas e adaptáveis às variações econômicas. Os objetivos principais são avaliar a viabilidade e a eficácia dos modelos cíclicos em comparação com o modelo tradicional e quantificar a melhoria na precisão das projeções de tráfego.

2 METODOLOGIA

2.1 Produto Interno Bruto (PIB)

Sabe-se que o PIB é um indicador macroeconômico que mede o valor total de todos os bens e serviços finais produzidos em um país em um determinado período, e com isso é possível medir o crescimento econômico e identificar tendências que podem afetar a economia de um país. Sabe-se ainda que, segundo Schumpeter (1982), o capitalismo é intrinsecamente instável e sujeito a ciclos de prosperidade e recessão. Ou seja, a economia de um país sofre de altos e baixos, tendo uma variação cíclica ao longo do tempo. Isso pode ser observado em países como o Estados Unidos da América (EUA) e o Brasil, como apresentado na Figura 1.

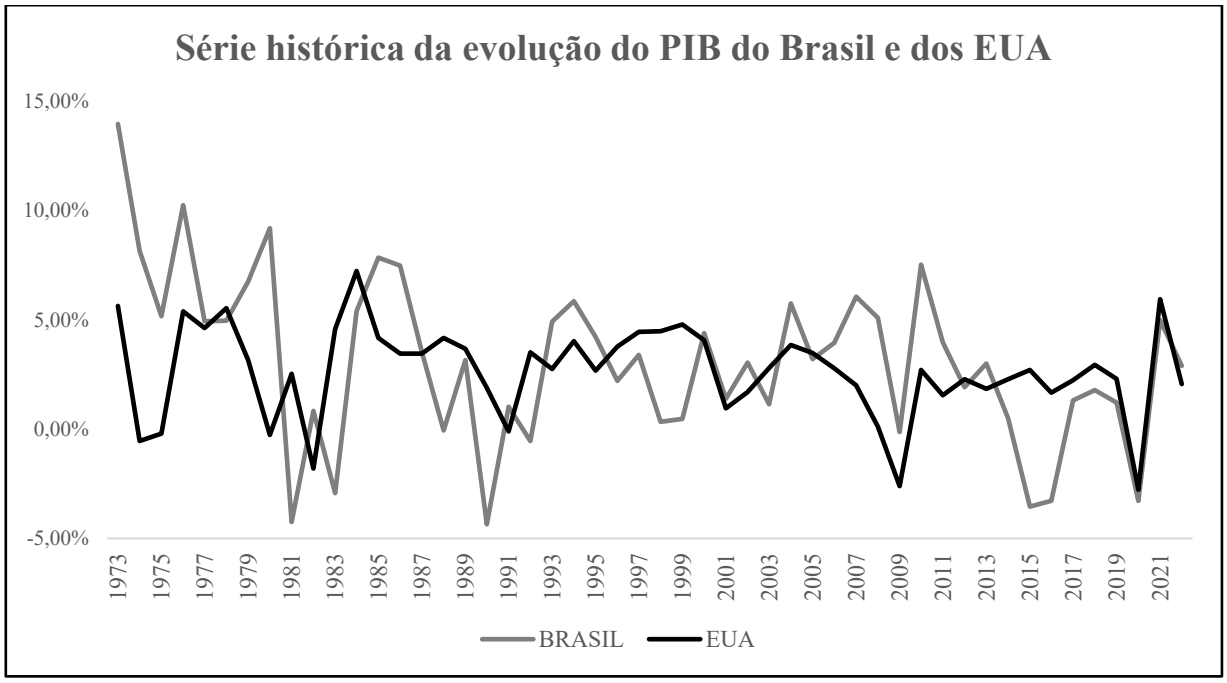


Fig. 1 Série histórica da evolução do PIB do Brasil e dos EUA

Mesmo com o PIB de cada país distinto sendo cíclico no geral, eles podem variar a depender do desenvolvimento do país. Países desenvolvidos tendem a ter a amplitude de variação menor que países subdesenvolvidos, e isso ocorre devido ao nível da estabilidade econômica da nação. A Figura 2 mostra a média da variação do PIB de alguns países desenvolvidos (EUA, Suécia, Dinamarca, Canadá e Japão), subdesenvolvidos (Serra Leoa, Ruanda, El Salvador, Zâmbia e Líbano) e os pertencentes ao agrupamento informal constituído por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS), que são classificados como nações em desenvolvimento.

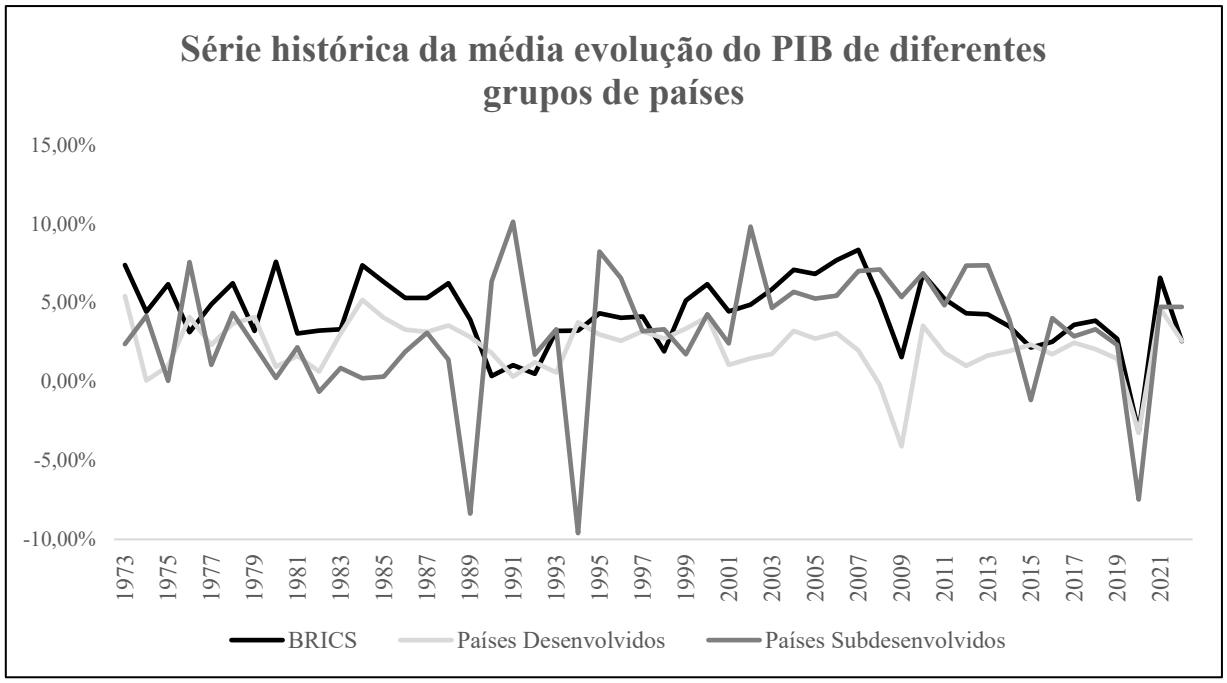


Fig. 2 Série histórica da média evolução do PIB de diferentes grupos de países

Os BRICS possuem uma amplitude de variação do PIB, ou seja, a diferença entre a maior e a menor taxa de crescimento do PIB estimada em 11,54%, enquanto essa estimativa para os países desenvolvidos é de 9,53% e de 19,75% para os países subdesenvolvido. Desta forma, pode-se perceber que os países subdesenvolvidos possuem maior amplitude de variação da taxa de crescimento do PIB, seguido dos BRICS e dos países desenvolvidos (Figura 3).

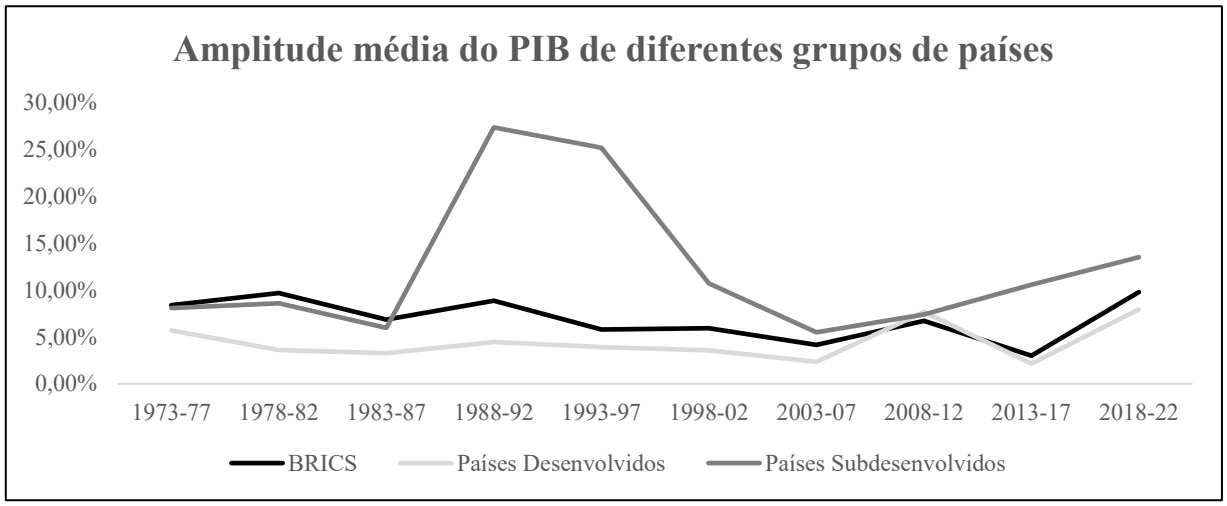


Fig. 3 Amplitude média do PIB de diferentes grupos de países para grupos de 5 anos

Pode-se afirmar, portanto, hipoteticamente, que quanto mais desenvolvido o país, menor é a amplitude da variação da taxa de crescimento do PIB e, consequentemente, menor a instabilidade da economia. Uma vez que países considerados desenvolvidos têm maior

estabilidade econômica e menor amplitude na variação da economia, sugere-se uma possível amortização da taxa de crescimento do PIB de um país a partir do seu desenvolvimento econômico. Ou seja, com o desenvolvimento econômico de um dado país, a amplitude da série histórica da evolução do PIB tende a reduzir, devido à sua maior estabilidade econômica.

2.2 Tráfego

O tráfego, por sua vez, também possui seus ciclos e uma relação complexa e multifacetada como o PIB. O índice criado pela Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), é um indicador mensal que mede o fluxo de veículos leves e pesados nas rodovias pedagiadas de sete estados brasileiros. A Figura 4 apresenta a variação deste índice ao longo do tempo e sua correlação com a variação do PIB do Brasil. A partir do gráfico é possível notar uma correlação entre os índices ABCR de veículos leves e pesados com a taxa de crescimento do PIB: nos períodos de crescimento do PIB, o índice ABCR também cresce em uma semelhante magnitude, assim como nos períodos de recessão do PIB.

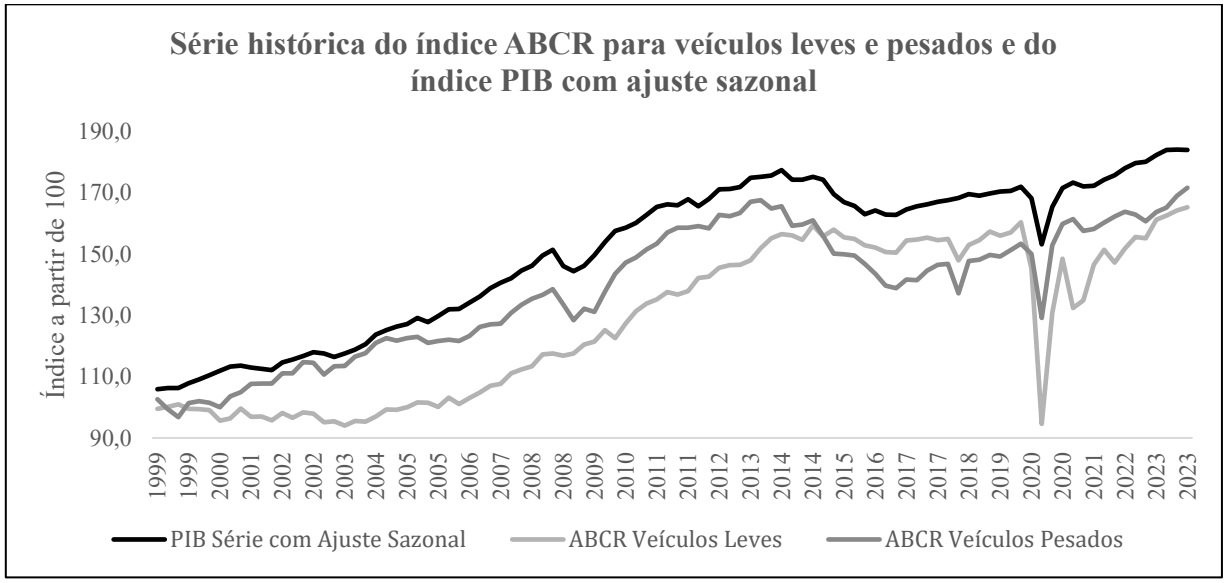


Fig. 4 Série histórica do índice ABCR e do PIB brasileiro

Além disso, a Figura 5 apresenta a correlação do índice ABCR com o PIB brasileiro, confirmada a partir do coeficiente de determinação (R^2) de 0,9563 para veículos leves e de 0,9624 para veículos pesados.

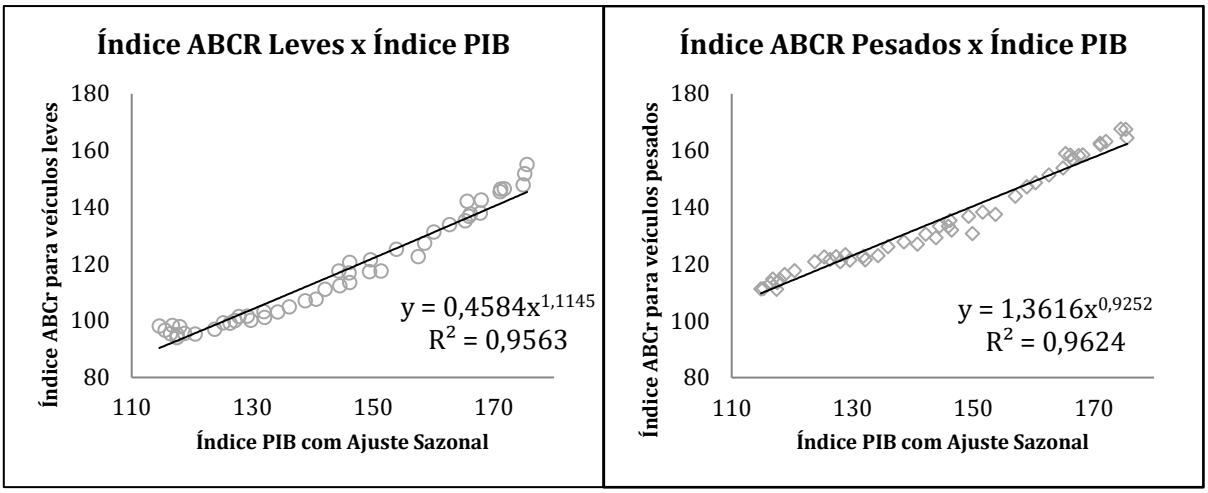


Fig. 5 Correlação do índice ABCR com o PIB brasileiro

2.3 Modelos

Conforme discutido no capítulo 2.1, o PIB tende a ter um comportamento cíclico no tempo. Visando encontrar um modelo matemático que consiga projetar esse comportamento cíclico para o futuro, foram propostos 2 modelos: senoidal e senoidal subamortecido. A calibração de cada modelo foi realizada utilizando a ferramenta Solver do Microsoft Excel e a qualidade de ajuste da curva medida através do teste de hipóteses para a menor soma de raiz quadrada dos erros quadráticos médios (RMSE).

2.3.1 Modelo senoidal

Tendo uma abordagem cíclica constante, o modelo senoidal foi proposto visando uma continuidade na amplitude da taxa de crescimento do PIB no Brasil. Neste sentido, o modelo não prevê um futuro desenvolvimento econômico nacional a ponto da amplitude da taxa de crescimento do PIB ser amortizada. A equação 1 detalha a equação base utilizada para o teste de hipóteses e Figura 6 apresenta o comportamento da curva em comparação ao PIB.

$$\delta PIB(ano) = v \cdot sen[(w \cdot ano) + x] + y \quad (1)$$

Sendo:
ano: ano a partir do ano base;
v: amplitude;
w: frequência angular;
x: deslocamento horizontal;
y: deslocamento vertical

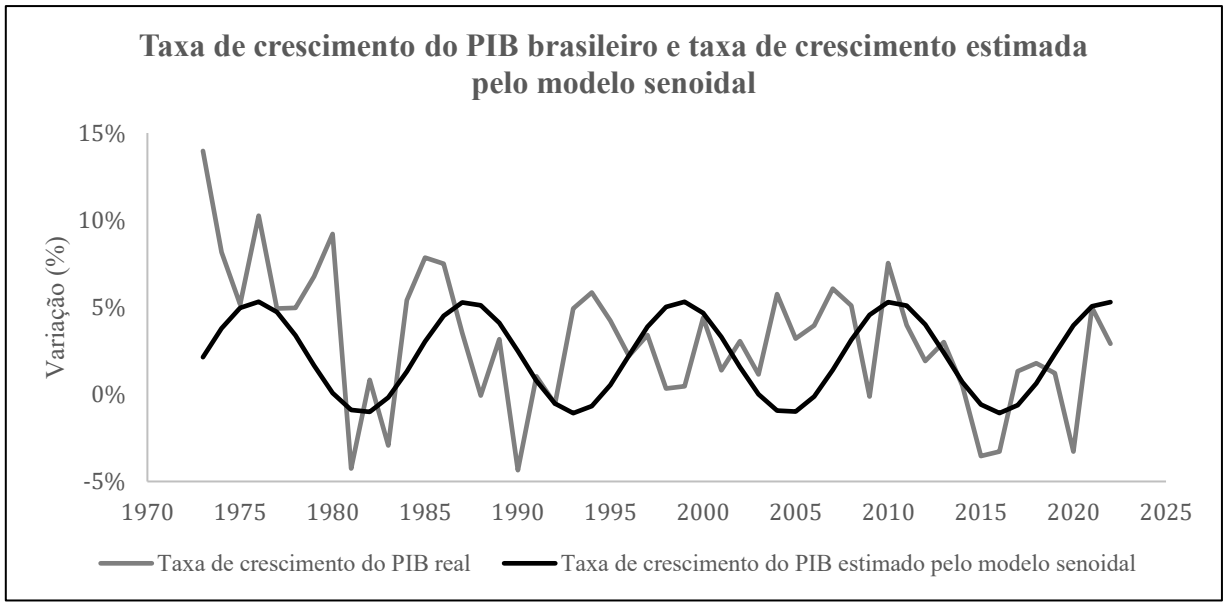


Fig. 6 Comparativo da taxa de crescimento do PIB brasileiro com a taxa de crescimento do PIB brasileiro estimada pelo modelo senoidal

2.3.2 Modelo senoidal subamortecido

Neste modelo, visa-se prever em uma possível amortização na amplitude da taxa de crescimento do PIB, conforme discutido no capítulo 2.1. Assim, o modelo subamortecido possui um termo amortecedor na equação. Desta forma, o modelo busca estimar o PIB sob uma ótica otimista de um desenvolvimento e estabilidade econômica do país a ponto de ocorrer uma amortização na amplitude da taxa de crescimento do PIB. A equação 2 detalha a equação base utilizada para o teste de hipóteses e a Figura 7 apresenta a curva em comparação com o PIB.

$$\delta PIB(ano) = (v \cdot sen[(w \cdot ano) + x] + y) \cdot e^{-z \cdot ano} \quad (2)$$

Sendo:
ano: ano a partir do ano base;
v: amplitude;
w: frequência angular;
x: deslocamento horizontal;
y: deslocamento vertical:
z: termo amortecedor.

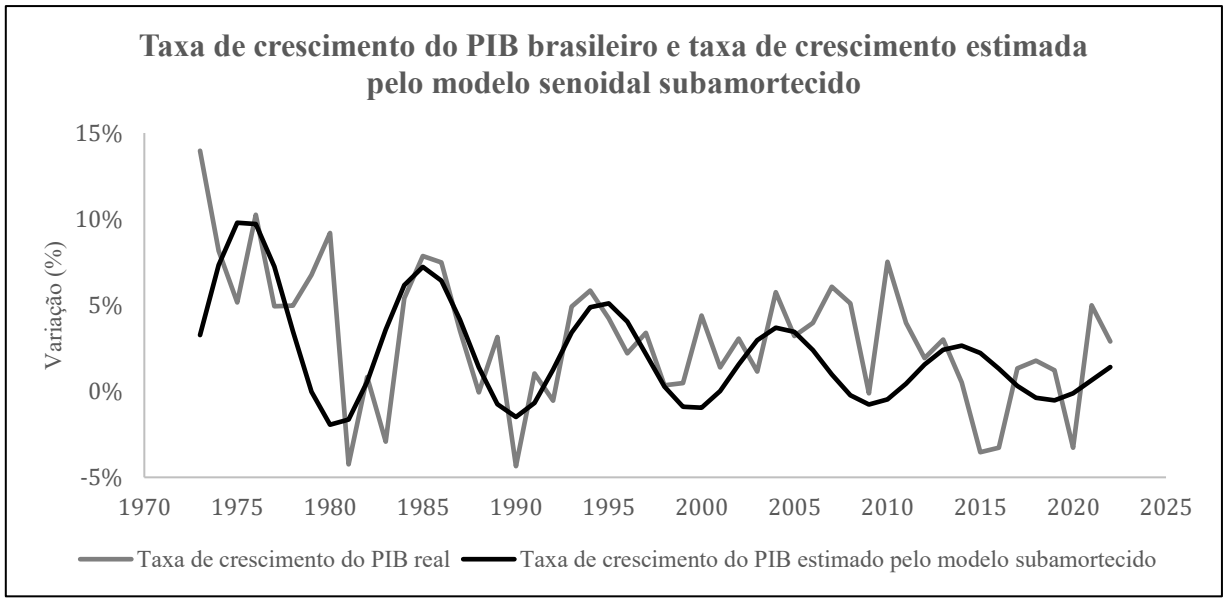


Fig. 7 Comparativo da taxa de crescimento do PIB brasileiro com a taxa de crescimento do PIB brasileiro estimada pelo modelo senoidal subamortecido

2.4 Análise de 20 Concessões Rodoviárias Brasileiras

Tendo em vista a necessidade identificar a influência da incorporação da ciclicidade do PIB na previsão de demanda de concessões rodoviárias, os dados reais como volume equivalente de tráfego observado e projetado de 20 concessões foram testados. As concessões rodoviárias utilizadas nesta pesquisa foram: Concepa, Concer, CRT, Ecosul, Nova Dutra, Fernão Dias, Autopista Fluminense, Autopista Litoral Sul, Autopista Planalto Sul, Autopista Régis Bittencourt, Rodovia do Aço e Transbrasiliana.

O volume equivalente observado (real) trata-se do volume que passou nas praças de pedágio de cada uma das concessões, enquanto o volume equivalente projetado trata-se do volume estimado pelo poder concedente no estudo de tráfego incluídos no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental de rodovias (EVTEA) de cada uma.

3 RESULTADOS

Para as duas curvas projetadas, realizou-se testes estatísticos para encontrar a que melhor se encaixava no propósito do estudo: encontrar o modelo de projeção do PIB brasileiro mais preciso. Para isso, foram verificados em toda a série histórica projetada (Tabela 1), em comparação com o PIB real: erro médio, mediana dos erros, maior erro e RMSE.

Tabela 1 Testes estatísticos para a escolha de modelo de projeção do PIB brasileiro

Testes	Erro médio (%)	Mediana do erro (%)	Maior erro (%)	RMSE (%)
Senoidal	3,00%	2,46%	10,18%	3,84%
Senoidal Subamortecido	2,69%	1,73%	11,14%	3,69%

A partir da análise dos volumes de cada concessão e comparação destes com os projetados nos estudos, constatou-se que 40% dos estudos de tráfego (volume projetado) erraram em mais de 25% o volume total acumulado ao final da concessão, a Tabela 2 indica quantos estudos superestimaram e quantos superestimaram o volume total.

Tabela 2 Número de concessões subestimadas e superestimadas, incluindo o erro no modelo projetado no EVTEA das concessões estudadas

Erro	Até 5%	Entre 5 e 15%	Entre 15 e 25%	Mais que 25%
Subestimaram	3	0	1	4
Superestimaram	2	7	3	0
Total	5	7	4	4
% do total	25,00%	35,00%	20,00%	40,00%

As Tabelas 3 e 4 apresentam análises para os modelos senoidal e senoidal subamortecido, respectivamente. Observa-se que nos modelos propostos, pelo menos 50% acertaram a estimativa de volume, considerando aceitável o erro de até 5%.

Tabela 3 Número de concessões subestimadas e superestimadas, incluindo o erro no modelo senoidal das concessões estudadas

Erro	Até 5%	Entre 5 e 15%	Entre 15 e 25%	Mais que 25%
Subestimaram	4	2	1	1
Superestimaram	7	5	0	0
Total	11	7	1	1
% do total	55,00%	35,00%	5,00%	5,00%

Tabela 4 Número de concessões subestimadas e superestimadas, incluindo o erro no modelo senoidal subamortecido das concessões estudadas

Erro	Até 5%	Entre 5 e 15%	Entre 15 e 25%	Mais que 25%
Subestimaram	6	6	1	2
Superestimaram	4	1	0	0
Total	10	7	1	2
% do total	50,00%	35,00%	5,00%	10,00%

4 DISCUSSÃO

O erro na previsão de tráfego representa cerca de 20% do risco associado aos contratos de concessão. Em alguns casos no Brasil, como na rodovia MG-050, o governo compartilha esse risco com o concessionário quando a diferença entre o volume de tráfego real e o projetado excede 10%. Isso evidencia que o compartilhamento de riscos entre governo e concessionário é cada vez mais crucial para garantir o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos.

Nos resultados analisados, constatou-se que aproximadamente 60% dos estudos de tráfego apresentaram uma margem de erro superior a 15%, enquanto essa discrepância ocorre em apenas 15% dos casos com o uso dos modelos propostos. Dessa forma, os modelos sugeridos podem promover o desenvolvimento de cenários que considerem a ciclicidade do PIB, integrando esses elementos na análise de risco dos estudos de viabilidade técnica.

A partir dos resultados apresentados, é perceptível que a adoção de um modelo que prevê o PIB de forma cíclica possui uma maior aderência com a realidade. No entanto, é importante ressaltar que os dois modelos propostos foram obtidos e comparados a partir de dados já existentes. Assim, é esperado que os resultados obtidos tenham melhor desempenho do que os modelos utilizados nas concessões rodoviárias, visto que estas tinham que, de fato, prever o crescimento do PIB futuro.

Sugere-se, portanto, a aplicação dos modelos propostos em estudos de viabilidade técnica e a sua comparação com o modelo econométrico clássico. A aplicação dos modelos propostos pode ser realizada de forma calibrada, dada a natureza cíclica dos modelos. Neste sentido, é possível realizar uma calibração dos modelos no que tange a projeção futura próxima a partir dos termos da sua equação que se referem ao deslocamento horizontal. Assim, se existem estimativas otimistas do mercado para a economia nacional para os próximos anos, é possível deslocar as curvas dos modelos a fim de se obter um início crescente, por exemplo.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir, com base nos resultados apresentados, que os estudos de tráfego possuem uma tendência de superestimação do volume de tráfego, gerando assim um otimismo em relação à realidade. Os modelos propostos sugerem a adoção da ciclicidade do PIB para as projeções de futuras concessões rodoviárias. A adoção de modelos cíclicos na projeção de tráfego pode melhorar significativamente a precisão das estimativas, reduzir riscos econômicos e contribuir para a sustentabilidade das concessões rodoviárias.

As percepções fornecidas são valiosas para o poder concedente, empresas em licitações de concessões e formulação de políticas públicas no setor de infraestrutura de transporte. Recomendações derivadas do estudo incluem a adoção imediata de modelos cíclicos em novos contratos de concessões rodoviárias, a revisão dos modelos existentes incorporando a natureza cíclica do PIB, e a realização de estudos adicionais para avaliar o desempenho desses modelos em contextos internacionais.

6 REFERÊNCIAS

Amorim, F. A. (2023). O viés do otimismo em concessões rodoviárias: evidências, causas e soluções. [Monografia (Especialização em Controle da Desestatização e da Regulação)]. **Instituto Serzedello Corrêa**, Escola Superior do Tribunal de Contas da União.

Garcia, S., Vicens-Salort, E., & Nääs, I. A. (2015). Investimentos em Transporte Intermodal no Brasil Poderia Beneficar o Crescimento Do PIB. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v, 9(1), 90–98.

Leomar Fernandes Junior, J. (2021). O Impacto Econômico e Social dos Investimentos do Programa Federal de Concessões Rodoviárias no Estado de Santa Catarina. **9º Congresso Luso-Brasileiro Para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**.

Profillidis, V.A. and Botzoris, G.N. (2019) 'Transport Demand and Factors Affecting It', in *Modeling of Transport Demand*. **Elsevier**, pp. 1–46.

SCHUMPETER, J. A Teoria do Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. **Coleção Os Economistas.**

Sousa, H. V. D., Magalhães Júnior, A. M., Sousa, Í. V. D., Silva, A. L., Gontijo, M. R., De Jesus, K. W., Barbosa, V. P., & Fonseca, R. S. (2023). O impacto do PIB e do investimento em infraestrutura rodoviária na produção de caminhões no Brasil: análise de 1995 a 2022. **Revista de Gestão e Secretariado** (Management and Administrative Professional Review), 14(10), 16876–16883.

Tjandra, S. *et al.* (2024) 'Model-based analysis of future global transport demand', **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives,** 23.

The World Bank 2023, **The World Bank**, acessado em 23 outubro 2023, https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.KD.ZG&country=#

Willumsen, L. (2014). **Better Traffic and Revenue Forecasting** (Maida Vale Press, Ed.).

MAPEAMENTO DA LITERATURA SOBRE TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS

L. T. O. Peixoto, V. de O. Fernandes e C. D. A De Lima

RESUMO

O mapeamento de defeitos em pavimentos é uma ação essencial para a gestão da infraestrutura de transportes. A identificação precoce permite um planejamento de manutenção preventiva e corretiva em alinhamento a um Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP, minimizando prejuízos aos usuários e cofres públicos. Os métodos tradicionais de detecção de defeitos são morosos e nem sempre garantem a eficiência da ação de reparos, usualmente baseados na inspeção visual por especialistas *in loco*. Extensas pesquisas já foram conduzidas sobre tecnologias de detecção de defeitos em pavimentos. As técnicas de aprendizado de máquina têm o potencial de automatizar e otimizar estes métodos. Este artigo propõe um levantamento do estado da arte realizado através de busca sistematizada e análise dinâmica dos resultados. As conclusões desta revisão elencam tecnologias em ascensão e colaboram para estudos de sistemas de gestão de pavimentos competentes.

1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A detecção de defeitos em pavimentos é uma ação essencial para a manutenção e conservação de vias públicas, pois evita que danos estruturais ocorram nos pavimentos, comprometendo a segurança dos usuários e durabilidade da estrutura. A identificação precoce dos defeitos permite um planejamento de manutenção preventiva e corretiva, minimizando prejuízos também aos usuários.

Os métodos tradicionais para detecção de defeitos em pavimentos usualmente são baseados na inspeção visual de pavimentos por especialistas *in loco*. Essa inspeção pode ser subjetiva e imprecisa, além de ser demorada e custosa à administração pública. (Makendran *et al.* 2024). Novas tecnologias podem ser utilizadas com o potencial de automatizar e otimizar a eficiência da detecção de defeitos em pavimentos. Estes artifícios digitais podem aprender a identificar padrões complexos em imagens, o que os torna mais precisos e eficientes do que os métodos tradicionais.

No âmbito internacional, há grande diversificação na aplicação de sensores digitais acoplados em veículos, celulares *smartphones* com tecnologia *LiDAR* e imagens aéreas de domínio público. As pesquisas concentram-se no processamento das imagens, quaisquer que sejam a sua origem, para garantir a automatização do processo de identificação e classificação de defeitos.

As pesquisas de Gopalakrishnan *et al.* (2017), Liu *et al.* (2023) e Yuan (2023) exemplificam o potencial do avanço no planejamento de conservação rodoviária, permitindo a identificação e classificação mais precisas e eficientes dos defeitos para um diagnóstico dos trechos estudados.

Evidencia-se ainda carência de maiores publicações nacionais acerca de tecnologias propostas para a análise automatizada de defeitos em pavimento, para que sejam avaliados os limites desses artifícios, bem como desvantagens e pormenores, que auxiliem novos estudos e aplicabilidades. A temática se faz necessária tanto técnica quanto cientificamente.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo realizar um estudo considerando o levantamento bibliométrico acerca das tecnologias utilizadas para identificação de defeitos em pavimento, bem como apontar lacunas e premissas frente aos estudos atuais desta temática.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A crescente e contínua demanda por transporte entre áreas urbanizadas de cidades e países em desenvolvimento aumentou ao longo dos anos, resultando em maiores solicitações de carga ao pavimento como um todo. Isto acarreta danos constantes a superestruturas de transportes, resultando em um declínio na qualidade de conforto e segurança para usuários de estradas e aeroportos.

No Brasil, que possui o sistema de transporte por rodovias como principal modal para cargas e passageiros no tráfego, mais da metade da malha viária nacional é considerada danificada em algum segmento, sendo classificada como como regular, ruim ou péssima (CNT, 2022). Na Tabela 1 é possível observar a classificação da condição do pavimento de rodovias federais por região, e evidenciando um cenário alarmante para a infraestrutura do país.

Tabela 1 Classificação do Pavimento por Região e Unidade da Federação 2022 (CNT, 2022)

Região e Unidade da Federação	Extensão Total (km) 2022					
	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Total
Brasil	9.421	28.149	44.910	20.696	7.157	110.333
Norte	328	2.532	5.087	3.725	2.073	13.745
Nordeste	989	7.496	12.328	5.922	2.802	29.537
Sudeste	5.295	8.110	10.260	5.297	1.335	30.297
Sul	1.687	4.804	8.679	3.009	491	18.670
Centro-Oeste	1.122	5.207	8.556	2.743	456	18.084

Noticia-se com relevância o impacto no âmbito econômico, haja vista as despesas aos cofres públicos. Ainda segundo a CNT (2021), nas últimas duas décadas, mais de 80 bilhões de reais foram investidos para as etapas de manutenção e restauração das rodovias, sendo quase 70% desta verba destinada a fase de reconstrução do pavimento, que se faz necessária uma vez que o reparo corretivo se torna ineficaz.

Em âmbito municipal, nas vias urbanas, de menor tráfego e solicitações, atuam essencialmente com mobilidade de um bairro ou cidade, com objetivos sociais, econômicos e ambientais, é de extrema importância que se tenha gerência acerca da manutenção corretiva e preventiva da malha vias pavimentadas (Lima *et al*. 2008).

O pavimento pode ser definido como uma estrutura implantada sobre a superfície final da terraplenagem através de diversas camadas com espessuras delimitadas, com o principal objetivo de resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos (Bernucci *et al*. 2022). Segundo Balbo (2007), a boa qualidade do pavimento projetado e executado proporciona aos usuários uma redução de custos quando se propicia consequente economia ao usuário, considerando que com a pista de rolamento favorável, haverá menos gastos em manutenção dos veículos.

O pavimento pode ser classificado como flexível, rígido ou semirrígido. O pavimento flexível é normalmente constituído de material betuminoso, com camadas subsequentes de qualidade decrescente. O pavimento rígido é essencialmente resistente a tração, com placas de Cimento Portland pouco deformáveis. Na modalidade semirrígido, há o revestimento betuminoso como camada de rolamento, e demais camadas que possam conter material cimentício. (Bernucci *et al.* 2022).

Para garantir o satisfatório desempenho de um pavimento ao longo da sua vida útil, é essencial estudar metodologias de se garantir devida manutenção preventiva e corretiva, bem como legislar a gerência de conservação e restauração do pavimento através da identificação de possíveis defeitos no mesmo.

A norma de nº 005 do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES para Terminologias (DNIT, 2003) traz a caracterização dos principais defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, sendo eles: fenda (F), afundamento (A), corrugação e ondulações transversais (O), exsudação (espalhamento de ligante) (EX), desgaste ou desagregação (D), panelas ou buracos (P) e remendos (R).

Estudos realizados por Miller *et al.* (2014) que subsidiaram o Manual de Identificação de Defeitos da Administração Federal de Autoestradas nos Estados Unidos, bem como da Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM), elencam cinco famílias para categorização de desgastes no pavimento flexível, quais sejam: (i) fissuras; (ii) panelas, (iii) deformação viscoplástica), (iv) defeitos na superfície e (v) desgastes diversos.

O Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (em inglês United States Army Corps of Engineers – USACE), desenvolveu em 2007 um método próprio para avaliação objetiva de pavimento, com devida identificação de ocorrência e severidade de defeitos, calculando-se ainda o Índice de Condição do Pavimento (PCI), normatizado pela ASTM D 6433-07/2007 (Loprencipe e Pantuso, 2017)

As técnicas tradicionais para levantamento de defeitos de pavimentos flexíveis consideram a experiência do usuário (motorista veicular), inspeção visual de especialista e levantamento de irregularidades longitudinais. Estas técnicas estão associadas a parâmetros ora estabelecidos em índices de satisfação e atendimento da qualidade do pavimento. Neste aspecto, é possível elencar ainda normas federais vigentes do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes que regem avaliações com análises qualiquantitativa a partir dos dados levantados, conforme relação distribuída na Tabela 2.

Tabela 2 Relação de Normas DNIT

Norma	Descrição	Síntese	Resultados
006/2003	Avaliação objetiva da superfície	Análise de ocorrência e frequência de defeitos por segmento percorrido e demarcado	Cálculo de Índice de Gravidade Global (IGG)
007/2003	Levantamento para avaliação da condição da superfície	Inventário, por segmento, de ocorrência defeitos superficiais	Dados para gerência de pavimentos, avaliação de degradação do segmento
008/2003	Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície	Análise de ocorrência e frequência de defeitos por segmento percorrido a veículo	Cálculo de Índice da Condição de Pavimento Flexível (ICPF)
009/2003	Avaliação subjetiva da superfície	Análise qualitativa de perguntas e respostas acerca da avaliação visual do pavimento.	Cálculo de Valor de Serventia Atual (VSA)
442/2023	Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos	Uso de perfilômetro inercial em veículo para medidas de irregularidades no pavimento, como desníveis e deformações.	Cálculo de Índice de Irregularidade Longitudinal (IRI)

No âmbito de uso das tecnologias digitais para estes serviços, preliminarmente há o passo de obtenção de dados para posterior análise e otimização dos resultados. A partir da procedência dos dados a serem analisados, é possível destinar melhor o método da classificação e diagnóstico segmento ou trecho estudado, para finalmente indicar as devidas soluções de conservação ou restauração das vias, sob a premissa de um Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP.

3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida abordou o levantamento do estado da arte a partir da análise qualiquantitativa de artigos nacionais e internacionais publicados acerca da temática. Esta análise foi conduzida através de buscas em portais de periódicos de alto alcance.

As buscas iniciais foram feitas no Periódicos CAPES, plataforma do Ministério da Educação do Brasil que agrupa as principais bases de dados nacionais e internacionais, como SCOPUS, Scielo, Web Of Science, e revistas de reconhecimento aplicadas a Engenharias. A metodologia proposta é ilustrada em fluxograma demonstrado na Figura 1.

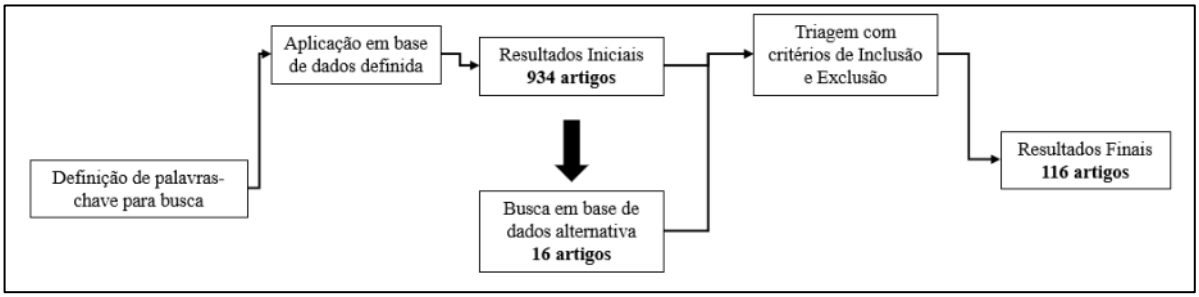


Fig. 1 Fluxograma de metodologia proposta

A filtragem foi feita com as palavras “pavimento” e “defeito”, “pavimento” e “patologia”, e para as buscas internacionais foram consideradas “pavement” e “distress”. A premissa de utilizar palavras-chave genéricas levou em consideração minimizar a restrição de resultados

haja vista variadas nomenclaturas para tecnologias aplicadas, como sensores mobiles, imagens aéreas, inteligência artificial etc.

Os resultados iniciais internacionais somaram 934 (novecentos e trinta e quatro) artigos. Foram estabelecidos critérios para inclusão e exclusão, e triagens foram feitas a partir de análise qualitativa de título, resumos e áreas de interesse pertencente à temática de estudos tecnológicos para o mapeamento de defeitos em pavimentos.

A seleção dos artigos foi realizada com base em critérios bem definidos para garantir a relevância e qualidade dos estudos incluídos na análise. Os critérios de inclusão foram:

- Aplicação em estudos de transportes e pavimentação: Apenas estudos que abordam diretamente o tema de transportes e pavimentação foram considerados.
- Metodologias que utilizem tecnologias digitais: Estudos que aplicam tecnologias digitais, como aprendizado de máquina ou análise de imagens, foram incluídos para focar em abordagens modernas de identificação de defeitos.
- Publicações a partir de 2003: Este corte temporal foi escolhido para incluir estudos contemporâneos, alinhados com a publicação da norma DNIT de 2003, garantindo a relevância tecnológica.

Os critérios de exclusão foram estabelecidos para eliminar redundâncias e garantir a acessibilidade aos textos completos:

- Trabalhos de revisão: Estudos de revisão foram excluídos para evitar a repetição de informações e garantir uma análise focada em dados primários.
- Trabalhos inacessíveis em versão integral gratuita: Foram excluídos estudos que não estavam disponíveis integralmente de forma gratuita, para garantir a transparência e acessibilidade dos dados analisados.

Para as buscas a nível nacional, o Portal de Periódicos Capes indicou 62 (sessenta e dois) artigos que resultaram em apenas 9 (nove) trabalhos de relevância para a pesquisa, após triagens. Desta forma, optou-se pela ampliação de buscas nas bases de dados do Google Acadêmico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise de publicações por período e região de publicação

Ao final das buscas junto ao Periódicos Capes e Google Acadêmico, sendo o último para pesquisas na língua portuguesa, foram contemplados 99 resultados em inglês e 17 em português. Os resultados iniciais permitiram análise bibliométrica acerca das publicações analisadas. Na Figura 2 apresenta-se um gráfico da relação de artigos publicados por ano, e a Figura 3 ilustra a contribuição de artigos publicados por país no mesmo intervalo de tempo.

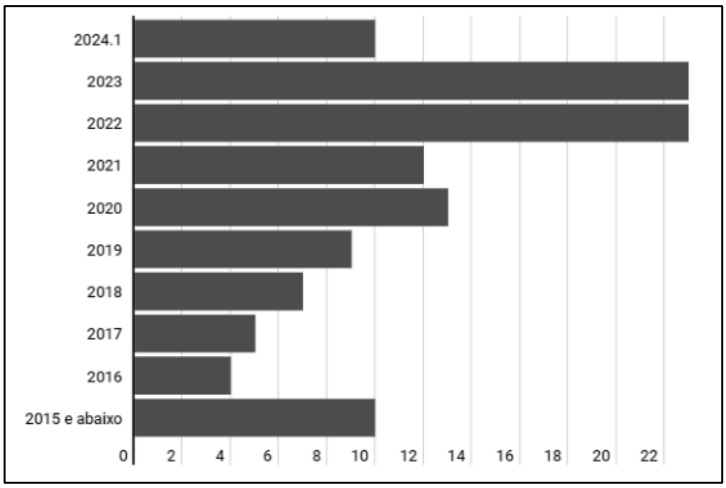


Fig. 2 Relação de artigos publicados por país

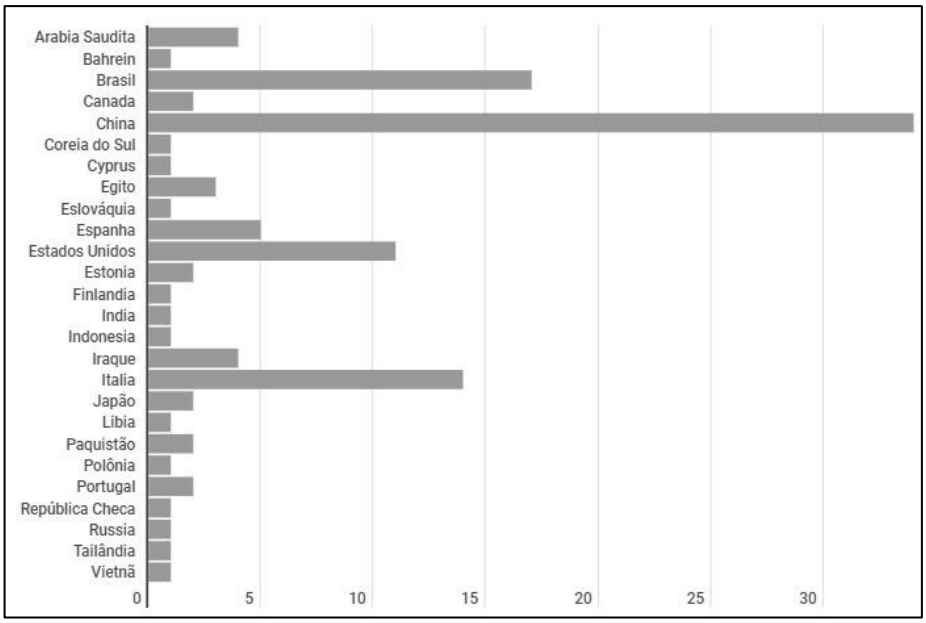


Fig. 3 Relação de artigos publicados por país

A produção de destaque dá-se ao continente asiático, sendo a China o país com maior número de publicações. A este fenômeno entende-se pelo avanço tecnológico em múltiplas esferas da região asiática, bem como o contínuo investimento do governo chinês em subsídio a parcerias com pesquisas com universidades e agências públicas de pesquisa. O mesmo segue para as pesquisas nos Estados Unidos e Itália, com expressiva contagem de artigos publicados.

Observa-se também interesse na região do oriente médio, que além de notório patrimônio e recursos financeiros, têm passado por um veloz desenvolvimento de infraestrutura nos últimos anos, inclusive para a construção e manutenção de estradas, rodovias e redes de transporte, criando uma demanda por tecnologias avançadas para avaliação e gestão de pavimentos.

4.2 Análise de publicações por citações

Tabela 3 Relação de citações dos 5 principais artigos

Título	Autor	Ano	País	Citações
Deep Convolutional Neural Networks with transfer learning for computer vision-based data-driven pavement distress detection	Gopalakrishnan, Kasthurirangan ; Khaitan, Siddhartha K. ; Choudhary, Alok ; Agrawal, Anki	2017	Estados Unidos	784
Automatic Road Crack Detection and Characterization	Oliveira, H. ; Correia, P. L.	2013	Portugal	341
Deep machine learning approach to develop a new asphalt pavement condition index	Hamed Majidifard, Yaw Adu-Gyamfi, William G. Buttlar	2020	Estados Unidos	164
Pavement distress detection using convolutional neural networks with images captured via UAV	Zhu, Junqing ; Zhong, Jingtao ; Ma, Tao ; Huang, Xiaoming ; Zhang, Weiguang ; Zhou, Yang	2022	China	144
A real-time automatic pavement crack and pothole recognition system for mobile Android-based devices	A. Tedeschi, F. Benedetto	2016	Itália	133

A tabela 3 relaciona os 5 (cinco) artigos com maior número de citações, desde sua publicação. É relevante elencar a presença de aprendizado de máquina nos estudos de processamento e automação dos processos de identificação e classificação, e ainda aplicação em smartphones como abordado por Tedeschi e Benedetto (2016).

4.3 Análise de publicações por tecnologia aplicada

Os resultados permitiram ainda uma análise densificada acerca do uso das tecnologias digitais para obtenção dos dados processados. A Figura 4 indica a ramificação de tecnologias para aquisição dos dados geoespaciais.

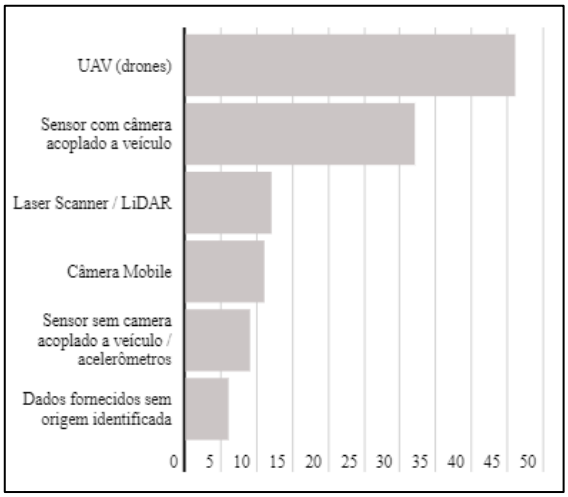


Fig. 4 Ramificação de tecnologias geoespaciais por artigo

O termo UAV, do inglês, *Unmanned Aerial Vehicle* –Veículos Aéreos Não Tripulados podem ser simplificados como drones e são equipamentos amplamente utilizados na indústria de transporte e pode ajudar organizações de transporte com inventário, pesquisas do estado e da manutenção das estradas (Outay *et al*. 2020 e Yan e Zhang, 2023)

O drone pode ser aplicado ao aerolevantamento, fornecendo imagens aéreas de alta resolução para inspeção de defeitos na superfície de pavimentos, bem como subsidiam a reconstrução tridimensional do trecho de estudo, quando associados a tecnologia de Laser Scanner (Tan e Li, 2019, Roberts, Inzerillo e Di Mino, 2020). A tecnologia LiDAR também origina da língua inglesa em *Light Detection And Ranging* é uma tecnologia para captura de dados, onde possui sua própria fonte de energia, neste caso, uma fonte de luz, o laser. (Elamin e El-Rabbany, 2023)

Estudos apresentados por Siriborvornratanakul (2018) e Fawzy *et al.* (2024) demonstram ainda aplicação de câmeras acopladas em veículo para captura de imagens tem se tornado uma alternativa ao uso de fotografia aéreas e em baixo custo. Embora esta configuração seja fácil e de baixo custo, a sua desvantagem óbvia é que não é capaz de detectar defeitos sob a perspectiva tridimensional em vias com precisão.

O uso de sensores acelerômetros acoplados a veículos determinam a identificação de defeitos pelo estudo da irregularidade da via, com dados provenientes da vibração dos sensores sde baixo custo com o veículo em movimento. As informações obtidas destinam-se majoritariamente a defeitos tipo "panela" onde o desnível pode ser identificado com maior facilidade (Habib e Kunt, 2020).

Os artigos encontrados abordam estudos majoritariamente em pavimentos flexíveis, com revestimento asfáltico, contudo cabe citar as pesquisas de Fan *et al*. (2022) e Nasrallah, A. A. *et al.* (2024) para identificação de fissuras e irregularidades em pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland.

É relevante indicar que os artigos relacionados a automação de processos de classificação de defeitos utilizam como base índices pré-estabelecidos por métodos tradicionais de avaliação e diagnóstico, como Amrina Rosada *et al.* (2019) para o Índice de Defeitos em Superfície (SDI – Surface Distress Index), e do Índice de Condição do Pavimento (PCI – Pavement Condition Index) estabelecido pela ASTM, dos estudos de Majidifard *et al.* (2020).

A partir da procedência dos dados a serem analisados, é possível destinar melhor o método da classificação e diagnóstico segmento ou trecho estudado, considerando as tecnologias da Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina. A aplicação de sistemas baseados em aprendizagem profunda, ramificação do aprendizado de máquina, permite a identificação automatizada e eficiente de defeitos (Cano-Ortiz *et al.* 2024). Esses sistemas promovem a extração de características relevantes de imagens de pavimentos para diagnóstico e soluções.

Dos artigos analisados, 75% utilizaram de tecnologias de inteligência artificial aplicada ao aprendizado de máquina *(machine learning)* para automatização dos processos de identificação e classificação de defeitos a partir dos dados levantados ou fornecidos para estudos. Destes, mais da metade faz referência ao uso do algoritmo YOLO (*You Only Look Once*), em variadas versões.

A premissa do algoritmo YOLO é de detecção de objetos avançada em imagens, vídeos e em tempo real (Terven e Cordova-Esparaza, 2023). Dentre os diversos algoritmos de

detecção de objetos, ele se destacado por seu notável equilíbrio entre velocidade e precisão, permitindo a identificação rápida e confiável de objetos em imagens para múltiplos fins, tais como segurança, infraestrutura, análise esportiva etc.

No âmbito de identificação de defeitos em pavimento, o algoritmo pode alcançar o cálculo de medidas e área degradadas por tipologia de defeito e prever índice de irregularidade da via, o que facilita ainda a projeção de soluções a partir do diagnóstico previamente estabelecido pelo próprio algoritmo, conforme ilustrado na Figura 5.

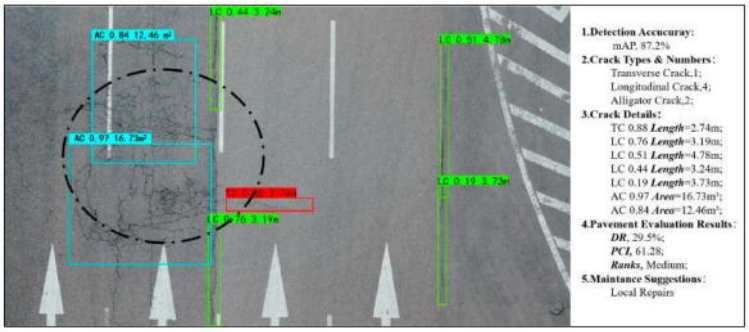


Fig. 5 Resultados de identificação e classificação de pavimentos com uso de YOLO (Chen et al, 2024)

Destaca-se ainda que o reconhecimento de feições denominadas como defeitos em banco de imagens utiliza como padronização os defeitos de maior ocorrência como panelas ou buracos (Tedeshi e Benedetto, 2017, Asad *et al.* 2022) e trincas de variadas características (Hoang, 2018). Isto pode ser atribuído ao entendimento de que estas patologias no pavimento são de maior e melhor reconhecimento, tanto visual quanto pela irregularidade da via.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de avaliação de pavimentos, que abrange a inspeção de superfícies de pavimentos para análise da sua condição atual, prever sua projeção de declínio para desenvolver estratégias de manutenção preventiva e corretiva exequíveis, requer soluções econômicas que permitam coleta e processamento de dados mais rápidos sem comprometer a qualidade das informações obtidas.

Este artigo contribuiu essencialmente para a apresentação dos recentes desenvolvimentos tecnológicos nesta área, demonstrando ainda o exponencial uso do aerolevantamento para inspecionar o desgaste superficial de pavimentos. A análise dos documentos selecionados mostrou que este é um tema recente e que tem demonstrado um interesse crescente na comunidade académica, com um aumento esperado no número de documentos e autores relevantes nos próximos anos.

As aplicações descritas na literatura de acesso aberto revisada majoritariamente concentram-se em técnicas de processamento de imagens para converter imagens capturadas usando aerolevantamento com modelos tridimensionais e a extração automática ou semiautomática de informações sobre o tipo e geometria características de desgastes em pavimentos asfálticos rodoviários através do uso de aprendizado de máquina com algoritmos validados internacionalmente.

A carência de estudos preliminares, que forneçam embasamento técnico para um plano de ataque de manutenção corretiva e preventiva, atua diretamente na redução de vida útil de

vias urbanas com tráfego médio a pesado, resultando em prejuízos no investimento de obras públicas.

Estudos de maior detalhamento e calibração de métodos podem e devem ser subsidiados a fim de estabelecer legislações com normas técnicas pertinentes ao uso destas tecnologias junto a administração pública, garantindo a efetiva contratação de serviços que subsidiem diagnósticos e soluções de gerenciamento de vias de domínio público.

6 REFERÊNCIAS

ASAD, M. H. et al. Pothole detection using deep learning: A real-time and AI-on-the-edge perspective. **Advances in civil engineering,** v. 2022, p. 1–13, 2022.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. **Oficina de Textos**, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, v. 504, 2022.

BERTOLINI, L. et al. A BIM-based approach for pavement monitoring integrating data from non-Destructive Testing methods (NDTs). **Infrastructures**, v. 8, n. 5, p. 81, 2023.

CANO-ORTIZ, S. et al. An end-to-end computer vision system based on deep learning for pavement distress detection and quantification. **Construction and building materials**, v. 416, n. 135036, p. 135036, 2024.

CASTELO BRANCO, L. H. MANIAC: **Uma Metodologia Para O Monitoramento Automatizado das Condições dos Pavimentos Utilizando VANTs**. Tese de Doutorado. São Carlos, SP, Brasil: Universidade de São Carlos, 2016.

CHEN, X. et al. A pavement crack detection and evaluation framework for a UAV inspection system based on deep learning. **Applied sciences (Basel, Switzerland)**, v. 14, n. 3, p. 1157, 2024.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário do Transporte.** Malha rodoviária total, 2022. Disponível em: https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/. Acesso em: 05 dez. 2023.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Conjuntura dos Transportes: Investimentos em Infraestrutura**, 2021. Disponível em: https://www.cnt.org.br/investimento-transporte-vem-caindo/. Acesso em: 01 dez. 2023.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 007/2003 – PRO: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da condição de superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **DNIT 442/2023 – PRO: Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial**. Rio de Janeiro, 2003.

ELAMIN, A.; EL-RABBANY, A. UAV-based image and LiDAR fusion for pavement crack segmentation. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 23, n. 23, p. 9315, 2023.

FAN, Z. et al. Use of Parallel ResNet for high-performance pavement crack detection and measurement. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1825, 2022.

FAWZY, M. M. et al. Enhancing sustainability for pavement maintenance decision-making through image processing-based distress detection. **Innovative infrastructure solutions**, v. 9, n. 3, 2024

GOPALAKRISHNAN, K. et al. Deep Convolutional Neural Networks with transfer learning for computer vision-based data-driven pavement distress detection. **Construction and building materials**, v. 157, p. 322–330, 2017.

HABIB, A.; KUNT, M. M. A framework for pavement crack detection and classification. **IOP conference series. Materials science and engineering**, v. 800, n. 1, p. 012020, 2020.

HOANG, N.-D. An artificial intelligence method for asphalt pavement pothole detection using least squares support vector machine and neural network with steerable filter-based feature extraction. **Advances in civil engineering,** v. 2018, p. 1–12, 2018.

LIMA NETO, P. S. **Uma metodologia para levantamento de defeitos em pavimentos urbanos flexíveis com o uso de aeronave remotamente pilotada.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza, CE, Brasil: Universidade Federal do Ceará, 2019.

LIU, Z. et al. Automatic intelligent recognition of pavement distresses with limited dataset using generative adversarial networks. **Automation in construction**, v. 146, n. 104674, p. 104674, 2023.

LOPRENCIPE, G.; PANTUSO, A. A specified procedure for distress identification and assessment for urban road surfaces based on PCI. **Coatings**, v. 7, n. 5, p. 65, 2017.

MAKENDRAN, C. et al. Designing an intelligent pavement maintenance and management system using drone imagery and artificial intelligence. **MATEC web of conferences**, v. 393, p. 02005, 2024.

MILLER, J.S.; Bellinger, W.Y. **Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program.** United States Federal Highway Administration, Office of Infrastructure Research and Development: Washington, DC, USA, 2014.

NASRALLAH, A. A. et al. Positioning and detection of rigid pavement cracks using GNSS data and image processing. **Earth science informatics**, v. 17, n. 2, p. 1799–1807, 2024

OLIVEIRA, H.; CORREIA, P. L. Automatic road crack detection and characterization. **IEEE transactions on intelligent transportation systems: a publication of the IEEE Intelligent Transportation Systems Council**, v. 14, n. 1, p. 155–168, 2013.

OUTAY, F.; MENGASH, H. A.; ADNAN, M. Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) in road safety, traffic and highway infrastructure management: Recent advances and challenges. **Transportation research. Part A, Policy and practice**, v. 141, p. 116–129, 2020.

ROBERTS, R.; INZERILLO, L.; DI MINO, G. Using UAV based 3D modelling to provide smart monitoring of road pavement conditions. **Information (Basel)**, v. 11, n. 12, p. 568, 2020.

ROSADA, A.; ARLIANSYAH, J.; BUCHARI, E. Evaluation pavement deteriorating condition on surface distress index (SDI) data using radial basis function neural networks (RBFNN). **Journal of physics**. Conference series, v. 1198, n. 3, p. 032008, 2019.

SIRIBORVORNRATANAKUL, T. An automatic road distress visual inspection system using an onboard in-car camera. **Advances in multimedia**, v. 2018, p. 1–10, 2018.

TAN, Y.; LI, Y. UAV photogrammetry-based 3D road distress detection. **ISPRS international journal of geo-information**, v. 8, n. 9, p. 409, 2019.

TEDESCHI, A.; BENEDETTO, F. A real-time automatic pavement crack and pothole recognition system for mobile Android-based devices. **Advanced engineering informatics**, v. 32, p. 11–25, 2017

TERVEN, J.; CORDOVA-ESPARZA, D. A comprehensive review of YOLO architectures in computer vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS. **Cornell University.** 2023.

ZANCHETTA, F. Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. 2017. Tese (Doutorado). **Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo**. 2017

YAN, H.; ZHANG, J. UAV-PDD2023: **A benchmark dataset for pavement distress detection based on UAV images. Zenodo**, out. 2023.

YUAN, Y. et al. Exploring the efficacy of sparse feature in pavement distress image classification: A focus on pavement-specific knowledge. **Applied sciences (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 18, p. 9996, 2023.

ANÁLISE PONDERADA E PARTICIPATIVA DA CAMINHABILIDADE SOB A ÓTICA INFANTO-JUVENIL

A. P. O. Freitas, L. Cardoso, R. M. Barros, I. F. Cardoso, J. A. Dias, A. C. M. Lana, A. C. Carvalho, J. A. A. Araújo e P. D. D. Viola

RESUMO

(Re)pensar a caminhabilidade com o foco no público infanto-juvenil contribui no incentivo a deslocamentos autônomos e na participação ativa na vida urbana. O objetivo deste artigo é aprimorar uma ferramenta de avaliação da caminhabilidade sob a ótica do público infanto-juvenil, que integre a percepção dos pedestres como fator determinante para o cálculo da análise do grau de importância dos indicadores, a partir do uso de uma metodologia participativa. O estudo foi desenvolvido junto a um grupo de copesquisadores estudantes de uma escola pública municipal de Belo Horizonte, com idades entre 10 e 12 anos. Sete indicadores foram considerados mais relevantes: *Arborização*, *Limpeza*, *Atratividade visual*, *Conservação do pavimento da calçada*, *Sinalização na interseção*, *Presença de pedestres* e *Iluminação*. Ainda que a diferença quantitativa dos resultados ponderados tenha sido sutil, o processo de compreender a percepção dos pedestres foi fundamental, proporcionando um ambiente de troca de aprendizado sobre o tema.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um tema complexo, que requer uma abordagem integrada no planejamento e na gestão das cidades. Nesse sentido, promover um novo modelo de mobilidade urbana, que considere pautas sociais e ambientais, bem como leve em consideração as necessidades de todos, é um tópico primordial para a agenda brasileira. Partindo deste contexto, o conceito de caminhabilidade vem se tornando vital para incentivar os deslocamentos dos pedestres e a sua apropriação do espaço, ganhando cada vez mais notoriedade nas discussões sobre mobilidade urbana e demais aspectos do urbanismo contemporâneo (Paiva, 2017).

No que diz respeito às crianças e jovens, verifica-se que a mobilidade ativa, como o caminhar, é especialmente benéfica, visto que possibilita criar oportunidades para que eles explorem sua vizinhança, descubram novos espaços, tenham contato com o ambiente urbano e se envolvam em atividades sociais. (Re)pensar a mobilidade com o foco no público infanto-juvenil, portanto, contribui no incentivo a deslocamentos autônomos e na participação ativa na vida urbana.

Em vista disso, verifica-se uma demanda com relação à adequação de métodos de análise, principalmente índices, que consigam ser sensíveis ao contexto e ao olhar do público infanto-

juvenil, não considerando a percepção somente na fase de coleta de dados, mas inclusive na inserção como fator principal do cálculo. Nesse sentido, a mensuração dos pesos, de acordo com a percepção dos usuários, compõe uma maneira de garantir uma maior especificidade e assertividade da compreensão da caminhabilidade pelas crianças e jovens que participam junto à pesquisa.

Diante do exposto, o objetivo geral do artigo é aprimorar uma ferramenta de avaliação da caminhabilidade sob a ótica do público infanto-juvenil, integrando a percepção dos pedestres como fator determinante para o cálculo da análise do grau de importância dos indicadores, por meio do uso de uma metodologia participativa. O estudo foi desenvolvido junto a um grupo de copesquisadores estudantes de uma escola pública municipal de Belo Horizonte, com idades entre 10 e 12 anos.

2 MOBILIDADE ATIVA, CAMINHABILIDADE E METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS

O conceito de mobilidade ativa implica diretamente a utilização de modos não motorizados de transporte, os quais são definidos pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) como "modalidades que se utilizam do esforço humano ou tração animal" (Brasil, 2012). É importante destacar que incentivar o uso do transporte ativo nas cidades, seja caminhando ou combinando-o com o transporte público, é uma estratégia valiosa aos problemas relacionados ao tráfego urbano e poluição ambiental, bem como traz benefícios significativos para a saúde pública.

A mobilidade ativa engloba, necessariamente, a noção de caminhabilidade e a valorização do deslocamento pedonal. A caminhabilidade, proveniente do termo inglês *walkability*, pode ser definida como a qualidade de um ambiente de caminhada, ou do ambiente dos pedestres (Park, 2008). Methorst *et al.* (2010) sugerem que, para criar espaços urbanos amigáveis ao pedestre, é necessário conhecer suas necessidades, desejos e habilidades, além das características da caminhada. A possibilidade de mensuração dessas questões, portanto, é uma forma de compreender melhor o pedestre e o espaço no qual ele circula, sendo a criação de índices uma prática cada vez mais comum para o entendimento da temática.

A discussão sobre a caminhabilidade, porém, necessita ir além da mera concepção do deslocamento do pedestre como suporte para outros modos de transporte ou como condição inicial de todos os indivíduos. Pelo contrário, busca-se estabelecer o caminhar como o principal modo de deslocamento, incentivando-o e proporcionando espaços adequados para essa atividade.

Para compreender os diferentes aspectos relacionados à caminhabilidade, é necessário empregar estudos que considerem as especificidades vivenciadas por diferentes grupos, especialmente o público infanto-juvenil. O emprego de metodologias participativas, alinhadas a uma ciência cidadã, tende a ser um elemento valioso neste contexto. Parra (2015) define a ciência cidadã como experiências de colaboração entre cientistas profissionais e cidadãos interessados, de maneira que os cidadãos contribuam ativamente através do seu esforço intelectual, seu conhecimento local ou de suas ferramentas e recursos em pesquisas científicas. Nesse sentido, um método participativo faz com que a população contribua e aprenda simultaneamente no processo, sendo que o aprendizado científico às crianças e aos adolescentes pode desenvolver a relação de cidadania, de criação de vozes próprias e de

participação democrática; produzindo, seja na infância ou na fase adulta, a cultura, o comportamento e novos paradigmas (Veloso, 2018).

O uso de metodologias participativas, portanto, tem um impacto não somente no estudo realizado e no entendimento do papel da comunidade, mas também no engajamento comunitário sobre a temática e todos os seus desdobramentos. Ademais, reconhecer crianças e jovens como sujeitos ativos, em vez de objetos de pesquisa, implica em aceitar que eles possuem a capacidade de se expressar por si mesmos e relatar visões e experiências legítimas. Green (2015) reforça que as crianças devem ser envolvidas como pesquisadoras ativas, pois têm o direito de participar em questões relevantes para elas e, adicionalmente, oferecem perspectivas únicas para compreender seus próprios ambientes.

3 METODOLOGIA

A pesquisa empregou uma metodologia que combina abordagens quantitativas e qualitativas, sendo classificada como qualitativa com tratamento quantitativo. Essa abordagem híbrida foi justificada pela necessidade de incorporar tanto conhecimentos técnicos especializados, enfatizando o tratamento quantitativo, quanto saberes populares dos copesquisadores convidados a participar do estudo, com ênfase no uso de ferramentas qualitativas. Além disso, intencionou-se que a pesquisa fosse produzida à luz de uma ciência cidadã, em vista da valorização da contribuição do cidadão no desenvolvimento científico, não só para se conseguir resultados mais assertivos sobre o tema pesquisado – aqui entendido como a caminhabilidade –, mas como um processo de aprendizado mútuo e de não hierarquização dos saberes.

Diante do exposto, o método proposto considerou os desdobramentos dos índices de caminhabilidade já produzidos para Belo Horizonte (Carvalho, 2018; Barros, 2021), somando a incorporação da aplicação de uma metodologia participativa e a ponderação da percepção do público infanto-juvenil como fator principal para o cálculo do índice. O estudo foi desenvolvido junto a um grupo de copesquisadores com idades entre 10 e 12 anos, estudantes da Escola Municipal Governador Carlos Lacerda, situada em Belo Horizonte/Minas Gerais (Brasil). Nesse sentido, uma vez selecionada a escola parceira e definida a participação dos copesquisadores, a presente pesquisa foi dividida em etapas metodológicas, seguindo: (1) a aplicação do método participativo junto aos copesquisadores; (2) a aplicação do método técnico de análise sobre a caminhabilidade; (3) o cálculo da nota do índice de caminhabilidade (com ponderação) e (4) a análise comparativa dos resultados (com e sem ponderação).

A escolha pelo público infanto-juvenil se deu por diferentes motivos, dentre estes pode-se citar: (1) intenção de reduzir os riscos de mortalidade, seja pela vulnerabilidade aos sinistros de trânsito ou pelas doenças ligadas ao sedentarismo, visto que apresentam dados mais críticos que outras faixas etárias; (2) reconhecimento do potencial envolvido nas características e necessidades específicas desse público como fator humanizador do ambiente; (3) potencial no empoderamento do público enquanto cidadãos ativos, reconhecendo suas vozes e anseios; (4) possibilidade de conscientização do público quanto à importância da mobilidade ativa, principalmente da caminhabilidade, visto que são cidadãos que podem replicar e aprimorar o conhecimento ao longo do tempo e; (5) o incentivo ao pensamento crítico e à participação do público infanto-juvenil enquanto produtores de conhecimento científico.

3.1 Aplicação do método participativo junto aos copesquisadores

A etapa inicial de aplicação do método participativo junto aos copesquisadores foi desenvolvida inteiramente dentro dos limites da escola parceira, uma vez recolhidos os aceites da instituição de ensino, dos participantes convidados e de seus responsáveis. Na aplicação do método participativo, buscou-se incorporar dinâmicas lúdicas, que dialogam melhor com público infanto-juvenil.

Visando incentivar a atuação ativa dos copesquisadores, cada participante adotou um nome fictício, denominado como "nome do copesquisador", escrito em um crachá utilizado durante todos os encontros. Essa ação incluiu também os pesquisadores que representavam a universidade, de forma a ressaltar que cada um tem um papel igualmente importante na pesquisa e desincentivar uma hierarquização entre o papel das crianças e dos adultos.

No que diz respeito à definição da área investigada, esta foi construída coletivamente junto aos alunos em uma oficina colaborativa. Para tanto, uma figura da região próxima à escola foi impressa, incluindo a pontuação de algumas localidades de referência, ligadas aos equipamentos urbanos de cultura, educação e lazer, de forma a auxiliar na assimilação do reconhecimento da região pelos copesquisadores. O estabelecimento prévio da área de entorno da escola foi feito, em função da possível identificação dos alunos com a região, visto que fazem diariamente deslocamentos que perpassam por lá. Partindo da apresentação impressa da figura, foram fornecidas canetas coloridas para que os alunos pudessem indicar o traçado sugerido para a aplicação do índice de caminhabilidade.

Uma vez definidos os nomes fictícios e a área de estudo, iniciou-se o processo de sistematização da percepção do público infanto-juvenil acerca dos indicadores do índice de caminhabilidade – método desenvolvido por Carvalho (2018) e aprimorado por Barros (2021). O objetivo da metodologia foi conseguir captar a percepção que os alunos têm para cada indicador do índice, ponderando possíveis diferenciações que podem surgir na comparação relativa entre eles.

Dessa forma, para se alcançar o entendimento dessa imagem mental dos indivíduos e da conseguinte sistematização de sua percepção, foi proposta a combinação de uma série de técnicas metodológicas, de cunho objetivo e subjetivo: (1) desenvolvimento de grupos focais, incorporando alguns elementos característicos de entrevistas estruturadas; (2) desenvolvimento de dinâmicas lúdicas, utilizando jogos e desenhos, para entendimento da percepção individual e coletiva dos participantes e; (3) aplicação do método Processo Analítico Hierárquico, ou Analytic Hierarchy Process (AHP).

Os grupos focais foram atentamente planejados, de forma a incentivar o protagonismo de cada um, usando dinâmicas e recursos com intervenção mínima da pesquisadora. Com essa abordagem, após os dois primeiros encontros, um grupo focal específico foi organizado para debater o significado de "mobilidade ativa", "caminhabilidade" e, também, para entender cada indicador e categorias incluídas no índice. Durante esses encontros, foi perguntado aos jovens o que cada termo significava para eles, permitindo que os significados fossem coletivamente construídos, sem impor uma definição técnica unilateral.

A partir do entendimento do índice de caminhabilidade, bem como de todos os indicadores que o compõem, ambos processos conduzidos no primeiro e segundo encontros; a dinâmica de sistematização da percepção foi pautada em três dinâmicas sequenciais: (1)

desenvolvimento de desenhos que representassem a rua da escola (situação atual e situação desejada pelos copesquisadores); (2) aplicação da dinâmica "rua dos sonhos" associada ao jogo da memória; e (3) aplicação das comparações pareadas, em conformidade com o Processo Analítico Hierárquico (AHP).

Partindo disso, foi requisitado aos copesquisadores, baseado nos conceitos discutidos ao longo dos encontros previamente desenvolvidos, que elaborassem dois desenhos: um contendo a rua da escola da forma como a enxergam atualmente e outro contendo a mesma rua da forma como gostariam que fossem. Essa dinâmica lúdica objetivou enfatizar os elementos que mais importam, em acordo com a percepção individual de cada um.

Em uma tentativa de sistematizar a percepção individual, foi desenvolvida uma leitura interpretativa, em que cada elemento contido em cada desenho da rua desejada foi tabulado e, posteriormente, categorizado em acordo com o indicador do índice de caminhabilidade que melhor se enquadrava. Esse exercício foi importante para conseguir identificar objetivamente quais elementos apareciam em maior quantidade nos cenários desejados e, consequentemente, tinham uma importância maior para cada copesquisador na dinâmica subjetiva.

Em seguida, foi desenvolvido um jogo da memória para continuar o processo de sistematização da percepção dos copesquisadores. Nesta dinâmica, imprimiu-se os cards do jogo da memória produzido pelo Instituto Corrida Amiga, disponibilizado em seu *website* (Instituto Corrida Amiga, 2022). Para a aplicação da dinâmica, dividiu-se a turma em grupos de quatro pessoas, sendo que, o grupo que conseguisse acertar um par no jogo, deveria preencher no quadro um elemento que se desejava e um que não se desejava para a rua dos sonhos. O grupo deveria indicar um elemento somente e, para tanto, uma decisão coletiva deveria ser tomada.

Essa dinâmica buscou reconhecer, de uma forma despretensiosa pela brincadeira do jogo, elementos que fossem importantes para a percepção coletiva da caminhabilidade em uma rua qualquer, não apenas ao contexto específico da rua da escola. Da mesma forma como foi produzido para os desenhos individuais, cada elemento listado como desejável pelos grupos foi tabulado e categorizado em acordo com o indicador do índice de caminhabilidade que melhor se enquadrava. Isso permitiu uma forma de desenvolver uma leitura sobre os elementos mais importantes para a caminhabilidade, a partir de uma sistematização da percepção coletiva.

Finalmente, partindo de toda a construção da sistematização da percepção, através do alinhamento coletivo dos conceitos, identificação dos elementos de maior relevância individual e coletiva, a avaliação de relevância de cada indicador foi desenvolvida em conformidade com os critérios estabelecidos para o método de ponderação multicritério, intitulado Processo Analítico Hierárquico (AHP), desenvolvido por Saaty (1980).

Para o caso do método aqui proposto, foi aplicada uma versão simplificada do AHP, no qual o objetivo é calcular as prioridades dos critérios, ou seja, obter os pesos de cada indicador após a análise pareada. A aplicação, portanto, foi limitada aos critérios e o objetivo que norteou as comparações pareadas pode ser entendido como: "Qual indicador é mais influente para a caminhabilidade?". Para a definição dos critérios que seriam analisados, foi feita uma triagem dos mais relevantes, em acordo com os dados tabulados nas dinâmicas lúdicas individuais e coletivas, realizadas anteriormente. Para tanto, pontuou-se os indicadores que

mais apareceram em ambas as dinâmicas e desenvolveu-se uma análise estatística de seleção, abarcando também a mediana superior dos resultados, garantindo o 3º quartil (Q3).

Além disso, para os julgamentos paritários, optou-se por utilizar uma escala numérica reduzida da proposta inicial por Saaty (1980), sendo 1/9, 1/5, 1, 5 e 9, com seus respectivos valores qualitativos: muito menos importante, menos importante, igualmente importante, mais importante e muito mais importante; respectivamente. A escolha pautou-se na crença de que, adotando o número de comparações originalmente propostos pelo autor, poderia ocasionar na dificuldade do entendimento das crianças sobre a análise e gerar uma complexidade que ocasionasse o desinteresse pela aplicação do método. Em uma tentativa de se otimizar o tempo e estimular a atratividade da dinâmica das comparações pareadas, esta foi desenvolvida por meio da aplicação em um tablet, fornecido pela escola, que foi entregue individualmente para cada copesquisador.

Uma vez obtidos todos os valores da matriz de julgamento dos indicadores selecionados na triagem, foi produzida a matriz normalizada e, através desta, o valor do peso de cada critério foi calculado através da média aritmética simples, por meio da soma de todos os valores da matriz normalizada para cada critério, dividido pelo número de critérios (no caso específico, 7). Finalmente, após verificada a razão de consistência dos valores conseguidos, obteve-se o valor da ponderação de cada indicador selecionado na triagem dos mais relevantes aos copesquisadores, de acordo com a percepção individual de cada um.

3.2 Aplicação do método técnico de análise sobre a caminhabilidade

Em seguida ao método participativo, foram desenvolvidas as atividades na etapa de aplicação do método técnico de análise sobre a caminhabilidade. Essa fase metodológica envolveu a coleta e o cálculo do índice de caminhabilidade, em conformidade com o método preconizado por Carvalho (2018), considerando as discussões e os desdobramentos feitos por Barros (2021), pautando os 27 indicadores que compõem as 8 categorias do índice. Ressalta-se que o índice utilizado foi desenvolvido considerando as características específicas da capital mineira, fazendo-se indispensável a avaliação do contexto a ser estudado, em caso de intenção de replicabilidade do método. Seguem as categorias analisadas, bem como os indicadores que as compõem:

- **Acessibilidade**: *largura efetiva do passeio, conservação do pavimento da calçada, desníveis na calçada, sinalização tátil* e *topografia;*
- **Atratividade**: *atratividade visual, permeabilidade visual, arborização, limpeza* e *poluição sonora;*
- **Conectividade**: *tamanho da quadra, acesso ao transporte público* e *infraestrutura cicloviária;*
- **Conforto**: *bancos para sentar-se, proteção contra intempéries* e *risco de inundações;*
- **Segurança pública**: *presença de pedestres (seguridade)* e *iluminação;*
- **Segurança viária**: *possibilidade de conflito entre pedestres e veículos na calçada, barreira de proteção (buffers), largura do leito carroçável* e *velocidade dos veículos;*
- **Uso do solo**: *uso misto do solo* e *parques e áreas verdes a uma distância caminhável;*
- **Travessia**: *acesso à travessia, número de ruas na interseção* e *sinalização na interseção.*

A unidade de análise do índice de caminhabilidade é o segmento de calçada que pode ser definido como a “parte da rua localizada entre cruzamentos adjacentes da rede de pedestres

– inclusive cruzamentos não motorizados –, levando em consideração somente um lado da calçada" (ITDP Brasil, 2018, p. 17). A coleta dos dados de cada indicador foi realizada *in loco* ou averiguada através do uso de plataformas e/ou documentos auxiliares, como o Google Maps.

Partindo da coleta e tabulação dos dados de cada indicador, para se obter o cálculo da nota do índice de caminhabilidade é necessário normalizar os resultados averiguados, de forma a ajustá-los a um mesmo padrão de variação, conforme Equação (1).

$$X_i = \frac{(R_i - R_{mín})}{(R_{máx} - R_{mín})} \times IN \quad (1)$$

Onde:
Xi: valor normalizado
Ri: valor da variável a ser normalizado
Rmín: valor mínimo da variável
Rmáx: valor máximo da variável
IN: intervalo normalizado

No caso do resultado das categorias, esse é obtido através da média aritmética simples dos resultados dos indicadores que a compõem, conforme Equação (2).

$$NC = \frac{\sum An}{n} \quad (2)$$

Onde:
NC: nota final da categoria
∑An: somatório da nota dos indicadores da categoria
n: número de indicadores da categoria

Finalmente, para se obter a nota final do índice de caminhabilidade para cada segmento, realiza-se a média aritmética simples de todas as categorias conforme Equação (3).

$$NIC = \frac{\sum Cn}{n} \quad (3)$$

Onde:
NIC: nota final do índice de caminhabilidade
∑An: somatório da nota das categorias
n: número de categorias

A nota calculada para cada indicador, categoria ou para o índice também apresenta uma variação qualitativa, de acordo com a faixa dos seus resultados, conforme proposto por Barros (2021): péssimo (nota 0 a 20,99); ruim (nota 21 a 40,99); regular (nota 41 a 60,99); bom (nota 61 a 80,99) e ótimo (nota 81 a 100).

3.3 Cálculo da nota do índice de caminhabilidade (com ponderação)

Através do cálculo da sistematização da percepção dos alunos, baseado na adaptação do método de ponderação multicritério AHP, os pesos de cada critério, ou cada indicador, já foram calculados, através da média aritmética simples da matriz normalizada. Estes,

portanto, já traduzem o grau de relevância de cada indicador reconhecido como mais importante, conforme a ótica individual de percepção dos copesquisadores participantes.

Nesse sentido, para se conseguir a ponderação coletiva dos indicadores, foi realizada a aplicação do método estatístico de distância concebido por Mahalanobis (1936), como tentativa de sistematizar a percepção do grupo de copesquisadores envolvidos na pesquisa. Este possui propriedades estatísticas que viabilizam testes de significância, sendo que os autores sugerem o uso de níveis conservadores, como 0,005 ou 0,001, como "valores de referência para designação como valor atípico" (Hair *et al.*, 2009, p. 79).

Partindo disso, para se conseguir a nota do índice de caminhabilidade com a ponderação, cada indicador teve peso igual a 1 e os indicadores que foram selecionados como os mais relevantes no processo de triagem da sistematização da percepção tiveram peso igual a 1 + x, sendo x o valor obtido no cálculo de distância de Mahalanobis. O fator de multiplicação, portanto, foi aplicado para cada nota do indicador já normalizada. Só então foi realizada a média simples dos indicadores para as notas da categoria e a média simples para a nota geral do índice de caminhabilidade para cada segmento.

3.4 Análise comparativa dos resultados (com e sem ponderação)

Ao final do processo, foi realizada uma análise comparativa dos resultados encontrados, tanto para a aplicação do índice de caminhabilidade sem ponderação, quanto para a proposta ponderada com os pesos da percepção dos copesquisadores. Para tanto, foram comparados os valores do índice de cada indicador, com e sem a ponderação, para averiguar a possível existência de diferenças. Em seguida, foi feita uma análise do comportamento das crianças e o nível de envolvimento durante os encontros estabelecidos, de forma a atestar se houve interesse no tema estudado e se a participação se deu de forma efetiva. Esta análise, ainda que subjetiva, de acordo com olhar da pesquisadora, se faz relevante à pesquisa, visto que apresenta um olhar crítico acerca do comportamento de todos os participantes durante o processo de interação, em conformidade com as técnicas qualitativas utilizadas.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

No que diz respeito aos resultados das dinâmicas lúdicas, foram empregadas duas formas principais de avaliação da percepção, uma focada na percepção individual de cada copesquisador (por meio da execução dos desenhos) e a outra considerando a percepção coletiva (por meio da execução do jogo da memória), conforme Figura 1 apresentada a seguir. Partindo das brincadeiras realizadas, foi desenvolvida uma leitura interpretativa dos resultados, através da tabulação e caracterização dos elementos, listando-os e enquadrando-os nos indicadores do índice de caminhabilidade.

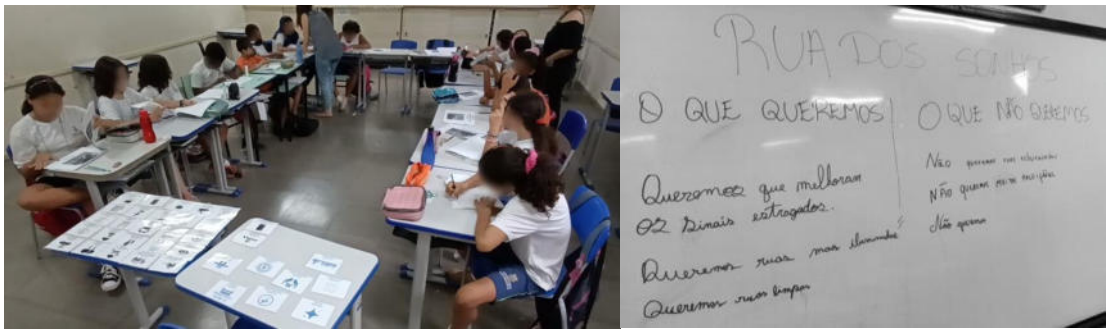


Fig. 1 Registros das dinâmicas lúdicas de percepção individual (esquerda) e de percepção coletiva (direita)

Diante da pontuação, foi possível realizar a triagem dos indicadores mais relevantes ao grupo de copesquisadores por meio de uma análise estatística de seleção da amostragem, de forma a garantir o quartil superior, ou 3º quartil (Q3), viabilizando a aplicação do método adaptado de análise multicritério AHP. As comparações pareadas foram feitas de maneira individual com cada copesquisador, através da aplicação de um formulário em um tablet. Partindo dos pesos conseguidos pela abordagem individual, para se conseguir a ponderação coletiva dos indicadores, foi realizada a aplicação do método estatístico de distância de Mahalanobis, como tentativa de sistematizar a percepção do grupo de copesquisadores envolvidos na pesquisa. Os resumos dos resultados da aplicação estatística são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 Resultado dos pesos pelo arranjo de distância de Mahalanobis

Indicador	Peso pelo arranjo de distância de Mahalanobis
Arborização	0,18336337
Limpeza	0,143179013
Atratividade visual	0,083092288
Conservação do pavimento da calçada	0,195023046
Sinalização na interseção	0,173501462
Presença de pedestres	0,076483994
Iluminação	0,145356827

Em relação à abordagem metodológica intitulada como técnica, foram providenciados o cálculo, a análise e a comparação das pontuações do índice de caminhabilidade com e sem ponderação. Partindo do resultado dos indicadores e das categorias, a seguir, são apresentados os resultados qualitativos e quantitativos da nota final do índice de caminhabilidade, demonstrados no mapa da área estudada (Figura 2) e no quadro comparativo (Figura 3).

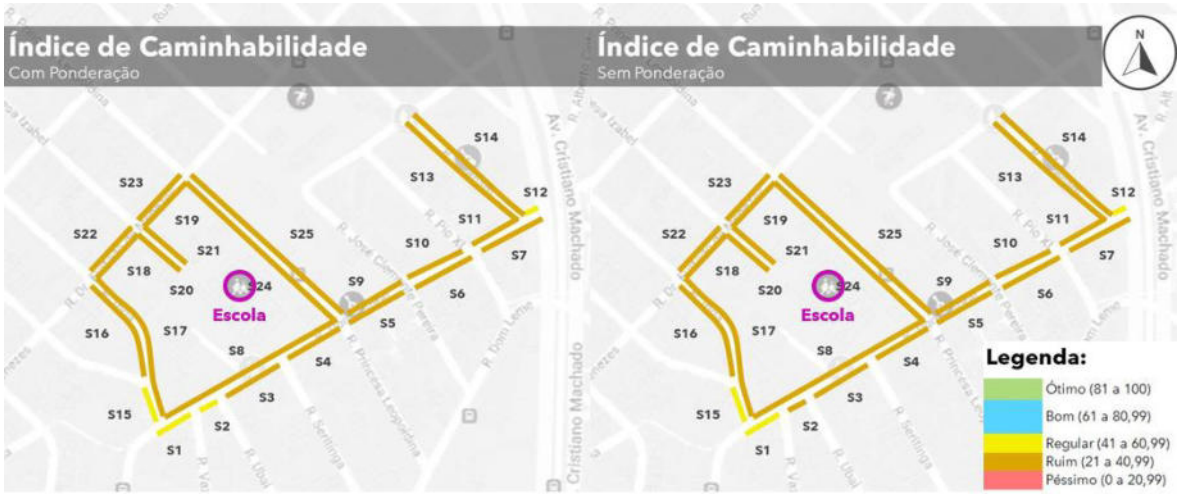


Fig. 2 Espacialização dos resultados qualitativos do índice de caminhabilidade

Resultados comparativos		
Segmento	Indice de caminhabilidade **sem ponderação**	Indice de caminhabilidade **com ponderação**
S1	49	50
S2	40	41
S3	37	38
S4	36	37
S5	37	37
S6	38	38
S7	33	33
S8	29	29
S9	35	35
S10	37	37

Resultados comparativos		
Segmento	Indice de caminhabilidade **sem ponderação**	Indice de caminhabilidade **com ponderação**
S11	37	38
S12	44	45
S13	33	34
S14	27	28
S15	45	46
S16	27	28
S17	24	25
S18	38	39
S19	38	39
S20	37	38
S21	36	37
S22	34	35
S23	37	37
S24	37	38
S25	32	33

Legenda:
Ótimo
Bom
Regular
Ruim
Péssimo

Fig. 3 Resultados comparativos do índice de caminhabilidade

No que diz respeito aos resultados, tanto do índice com ponderação, quanto do sem ponderação, verifica-se que a área, majoritariamente, foi classificada como "ruim". Os únicos segmentos que tiveram nota considerada como "regular" foram os S1, S12 e S15, para o índice sem ponderação e, somado a estes, o S2, para o índice com ponderação. Os piores indicadores observados foram: *barreiras de proteção (buffers)*, *largura efetiva do passeio*, *sinalização tátil*, *topografia*, *presença de pedestres (seguridade)*, *atratividade visual*, *bancos para sentar*, *infraestrutura cicloviária*, *acesso à travessia*, *número de ruas na interseção* e *sinalização na interseção*. Isso demonstra que a caminhabilidade ainda é muito precária na região e que há um grande potencial em melhorar aspectos relatados em cada categoria e, portanto, melhorar a avaliação final do índice.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A promoção de um novo modelo de mobilidade urbana se torna imperativa, abarcando preocupações tanto de cunho social, quanto ambiental. Nesse sentido, é de especial relevância reexaminar a mobilidade urbana sob a ótica do público infanto-juvenil,

possibilitando-lhes a autonomia em seus deslocamentos e uma efetiva participação enquanto cidadãos na vida urbana. Além disso, o entendimento dos conceitos relacionados à ciência cidadã, bem como a adoção de metodologias participativas, são essenciais para a construção de um novo paradigma na prática científica, que busca a não hierarquização do conhecimento técnico em detrimento dos conhecimentos cotidianos.

Reconhecendo a importância da mobilidade ativa e a relevância de adotar uma abordagem pautada nos princípios da ciência cidadã, o objetivo geral da pesquisa foi aprimorar uma ferramenta de avaliação da caminhabilidade sob a ótica do público infanto-juvenil, a partir dos desdobramentos dos índices de caminhabilidade já produzidos para o município de Belo Horizonte por Carvalho (2018) e Barros (2021), integrando a percepção dos pedestres como fator determinante do cálculo da análise do grau de importância dos indicadores, através do uso de uma metodologia participativa.

No que concerne à análise das diferenças nos resultados entre o método que incorpora a percepção dos pedestres como fator determinante na ponderação dos indicadores do índice de caminhabilidade, em comparação com as metodologias que desconsideram tais aspectos - um dos objetivos centrais desta pesquisa - constatou-se que, embora a diferença seja sutil, ela é existente. A partir disso, concluiu-se que a criação de um método com ponderação foi relevante para a interpretação dos resultados, visto que a perspectiva do público influenciou a métrica final.

Ademais, apesar da pequena discrepância nos resultados, a inclusão do público no processo de pesquisa trouxe benefícios além dos pesos quantitativos atribuídos às notas do índice. O processo de compreender a percepção dos pedestres foi fundamental para o entendimento de outros valores, através das interações com os copesquisadores, proporcionando um ambiente de troca de aprendizado sobre o tema para todos os envolvidos na pesquisa.

Conclui-se, diante de tudo que foi produzido e apresentado, com a mensagem de se ressaltar a importância em se desenvolver e aplicar estudos que consigam contribuir para uma mudança de paradigma na sociedade. Este se faz relevante no incentivo ao caminhar, e todas as características positivas intrínsecas a este, à produção de uma ciência cidadã, considerando sua assertividade e os impactos no engajamento da população, bem como à participação do público infanto-juvenil no entendimento de problemas estruturais e na construção de cidades melhores.

7 REFERÊNCIAS

Barros, R. M. (2021) **A infância e o pedestrianismo: um estudo exploratório da percepção de crianças sobre indicadores de caminhabilidade**. 281f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Brasil (2012) Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília: Congresso Nacional.

Carvalho, I. R. V. (2018) **Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte**. 224f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Green, C. (2015) Toward young children as active researchers: a critical review of the methodologies and methods in early childhood environmental education. **The Journal of Environmental Education**, 46, 207-229.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L. (2009) **Análise multivariada de dados**. Bookman, Porto Alegre.

Instituto Corrida Amiga (2022) **Materiais de uso livre**. Disponível em: http://corridaamiga.org/materiais/. Acesso em 06 nov. 2022.

ITDP Brasil, Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (2018) **Publicação Índice de Caminhabilidade 2.0: Ferramenta**. ITDP Relatório, Rio de Janeiro.

Mahalanobis, P. C. (1936) On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Sciences of India**, 2 (1), 49–55.

Methorst, R., Bort, H. M., Risser, R., Sauter, D., Tight, M., Walker, J. (2010) **PQN Final Report**. Walk21, Cheltenham.

Paiva, L. (2017) **Urbanismo caminhável: a caminhabilidade como prática para construção de lugares**. 215f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Park, S. (2008) **Defining, measuring, and evaluating path walkability, and testing its impacts on transit users' mode choice and walking distance to the station**. 239f. Dissertation (Doctor of Philosophy in City and Regional Planning), University of California, Berkeley.

Parra, H. Z. M. (2015) Ciência cidadã: modos de participação e ativismo informacional. In: Albagli, S., Maciel, M. L., Abdo, A. H. (ed.). **Ciência aberta, questões abertas**, 6, 121-141.

Saaty, T. L. (1980) **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. McGraw-Hill International Book Company, Nova York.

Veloso, M. T. (2018) **Crianças na cidade – participação infantil no planejamento e gestão das cidades: novas espacialidades, autonomia, possibilidade**. 408f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANÁLISE DE SINISTROS DE TRÂNSITO E AS CONTRAMEDIDAS DA METODOLOGIA IRAP: ESTUDO DE CASO PARA UM PROJETO DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA NO ESTADO DO PARANÁ

L. L. Silva, R. C. Silva, T. A. Pianezzer, C. B. M. Barreto, V. Z. Tani e W. L. Repette

RESUMO

A concessão de trechos de rodovias para exploração pela iniciativa privada é uma prática legal do Poder Público que visa otimizar a gestão, a conservação e a segurança viária. Este artigo utilizou testes de Qui-Quadrado de Pearson para avaliar a efetividade da implantação da Metodologia iRAP em um projeto de Concessão Rodoviária no Paraná. Constatou-se que os sinistros de trânsito ocorreram com maior frequência em locais avaliados, pelo iRAP, como sendo de alto risco e que o foco das contramedidas sugeridas, independentemente do tipo ou de qual usuário aborda, é estatisticamente significante com o tipo de sinistro de trânsito. Expondo uma análise mais aprofundada do iRAP, foi possível identificar a efetividade de sua aplicação em um projeto de Concessões Rodoviárias. No entanto, ressalta-se que o iRAP é sensível em relação aos dados necessários, como os sinistros de trânsito, os atributos viários, as contramedidas aplicáveis e o custo-benefício destas contramedidas.

1 INTRODUÇÃO

Em específico à segurança viária, no que tange às suas formas de avaliação, há uma abordagem considerada reativa e outra considerada preditiva. A primeira objetiva qualificar a segurança viária a partir do sinistro de trânsito que já ocorreu, enquanto a segunda visa realizar uma avaliação antes da ocorrência do sinistro de trânsito. Neste sentido, uma das possibilidades aborda a questão da infraestrutura da rodovia. Com esse foco, uma metodologia consolidada a nível internacional é a Metodologia do Programa Internacional de Avaliação de Vias (iRAP), de agora em diante denominada somente como iRAP, a qual objetiva mensurar o risco que os atributos viários oferecem aos ocupantes de veículos, aos motociclistas, aos ciclistas e aos pedestres. Essa avaliação é apresentada considerando uma Classificação por Estrelas, que varia de 1 estrela para vias de maior risco até 5 estrelas para as de menor risco.

A fim de melhorar a infraestrutura das rodovias nacionais, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) iniciou a aplicação do iRAP, considerando todas as etapas necessárias, as quais incluem a inspeção da rodovia, a codificação dos atributos viários e a obtenção do Plano de Investimentos para Vias Mais Seguras (PIVMS). Atualmente, tanto a inspeção da rodovia quanto a codificação dos atributos viários já foram realizadas pelo órgão, porém, a obtenção do PIVMS se encontra em fase de execução.

Nessa esteira, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) já prevê, nas recentes Concessões Rodoviárias, a utilização do iRAP para balizar parte dos investimentos necessários por parte da iniciativa privada. Sendo assim, este artigo objetiva avaliar a efetividade da aplicação do iRAP em relação à Classificação por Estrelas e às contramedidas propostas no PIVMS, por meio de um estudo de caso de um projeto de Concessão Rodoviária no Estado do Paraná, a qual se encontra em fase licitatória.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Sobre a criação de Programas de Avaliação de Risco a nível nacional, Zhang *et al*. (2014) avaliaram os aspectos econômicos da criação do *China Road Assessment Programme* (ChinaRAP), o qual foi criado por meio da parceria do *Research Institute of Highway* (RIOH) com o iRAP. Neste artigo, os autores avaliaram o modelo proposto pelo RIOH e sua aplicação em uma província chinesa. Os autores identificaram que intervenções no canteiro central, na travessia de pedestres e nas marcações viárias laterais possuem o maior custo-benefício em termos de reduzir os feridos em sinistros. Entretanto, os autores concluíram que, embora um programa nacional de avaliação de risco possa produzir resultados positivos, sua aplicação é considerada a longo prazo. Este prazo foi avaliado pelos autores como necessário para identificar fatores de redução de sinistros baseados na realidade chinesa, ao invés de somente aplicar fatores internacionais sem avaliação prévia.

Acerca da aplicação e da avaliação de métodos para mensuração do risco à segurança viária de rodovias, diversos estudos são encontrados na literatura científica. A fim de mensurar o impacto de intervenções de engenharia na segurança viária, Nayak *et al*. (2016) avaliaram o risco em 94 km de uma rodovia na Índia, considerando o conceito de avaliação de risco do iRAP. Para isso, os autores obtiveram quatro grupos de risco, os quais alguns englobam locais de alto risco e de baixo risco. No artigo, foram estudados os seguintes itens: delineamento; sinalização; superfície da via; velocidade de operação; pontos de acesso às propriedades; elevação da rodovia; e volume de tráfego na interseção. Os autores destacaram os principais riscos aos usuários e propuseram intervenções de engenharia para melhorar a segurança viária.

Em outro estudo analisado, Razelan (2016) comparou o iRAP com o índice composto de risco viário, ambos aplicados em rodovias da Malásia. Os autores identificaram que os dois métodos objetivam a avaliação da segurança viária, porém, sob duas óticas diferentes. A primeira metodologia foca em avaliar o risco que diversos atributos da rodovia oferecem aos seus usuários, enquanto o segundo método foca em avaliar as condições gerais da rodovia. Os autores identificaram seis características que diferenciam os dois métodos, porém, realça-se a diferença de pesos considerados em cada atributo. Enquanto no índice composto de risco viário, o peso dos atributos era calculado para cada seção estudada, no iRAP, este peso é pré-definido de forma independente à rodovia avaliada. Por fim, os autores concluíram que tanto o iRAP quanto o índice composto de risco viário são efetivos e complementares entre si, caso necessário.

Em outro estudo, Junirman e Dixit (2017) exploraram os fatores que influenciam na frequência de sinistros de trânsito na Indonésia, considerando os dados utilizados no Projeto Piloto do iRAP no país. Os autores chegaram à conclusão de que a Classificação por Estrelas do iRAP tem correlação negativa com a ocorrência de sinistros de trânsito, o que indica que os fatores de risco do iRAP precisam ser ajustados.

Por sua vez, na literatura nacional, Rodrigues *et al.* (2018) avaliaram as contramedidas do iRAP à ótica, dentre outros aspectos, do número de mortos e feridos no trânsito. Os autores identificaram que as contramedidas propostas visam, principalmente, evitar a ocorrência de sinistros de trânsito, ao invés de apenas reduzir sua severidade. Além disso, os autores realçaram as limitações da implicação do iRAP, como, por exemplo, a necessidade de análises mais profundas em áreas urbanas ou em interseções, e a não consideração de sinistros dos tipos "colisões traseiras" e "colisões transversais". Em suma, os autores realçam a efetividade da aplicação do iRAP, porém, em conjunto com a utilização de uma Auditoria de Segurança Viária.

Em outro estudo, Colonna *et al*. (2017) avaliaram a efetividade de soluções de engenharia que visem melhorar a segurança viária ao propor um protocolo de intervenções, baseado em alguns métodos, dentre eles, o aplicado pelo *Highway Safety Manual* (HSM) da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e pela *Australian Road Assessment Programme* (AusRAP). Os autores identificaram que as principais vantagens da proposição de um protocolo deste tipo é a possibilidade de melhor analisar a relação entre os problemas de segurança viária e as possíveis intervenções, além da possibilidade de quantificar os benefícios das intervenções a nível local. Entretanto, é citada como principal desvantagem da proposição deste tipo de protocolo a necessidade de dados locais para calibração, como, por exemplo, os sinistros de trânsito ocorridos e o volume de veículos.

A fim de utilizar os dados locais como parâmetros de calibração de um modelo de avaliação de segurança viária, Yannis *et al.* (2022) avaliaram e propuseram um modelo de avaliação dos custos-benefícios da implantação de melhorias em rodovias. Para isso, foram avaliados diversos projetos já implementados em rodovias da Grécia, os quais foram comparados com a quantidade de sinistros viários nos locais dos projetos ocorridos antes e após sua implementação. Os autores chegaram à conclusão de que o modelo proposto apresenta potencial para avaliar economicamente os benefícios de segurança viária mesmo em locais com poucos dados de sinistros de trânsito. Isso decorre devido ao modelo proposto não apresentar grande sensibilidade em relação aos dados de entrada, como, dentre outros, os sinistros de trânsito ocorridos.

Sobre este mesmo aspecto econômico dos modelos de avaliação da segurança viária, Byaruhanga e Evdorides (2021) realizaram uma revisão sistemática dos modelos de avaliação da segurança viária, identificando quatro: SafetyAnalyst, Modelo E^3, Modelo de Custo-Benefício e Metodologia iRAP. Ambos SafetyAnalyst e iRAP permitem modelar múltiplas contramedidas simultaneamente, enquanto os outros dois limitam a uma ou duas contramedidas. Todos os modelos avaliam o custo-benefício ou custo-efetividade, mas diferem na abordagem dos custos. O Modelo E^3 considera apenas os custos de implantação e manutenção, enquanto o iRAP inclui custos de construção e reconstrução após o ciclo de vida.

Por fim, Talbot *et al.* (2024) discorreram acerca de uma estrutura baseada em evidências de segurança viária, a qual objetiva conectar a causa do sinistro de trânsito, as contramedidas de engenharia e a gestão da segurança viária. Sobre as causas do sinistro de trânsito, os autores classificaram como importante a realização de coleta de dados relevantes. Com isso, seria possível identificar os principais fatores a serem abordados e, consequentemente, indicar possíveis contramedidas de engenharia. A partir das contramedidas relacionadas com as causas dos sinistros de trânsito, estas necessitam ser avaliadas a fim de determinar sua

efetividade. Por último, os autores discorrem sobre a gestão da segurança viária, a qual deve ser feita por órgãos dedicados a este fim, de forma a criar um ciclo de avaliação da segurança viária baseado em evidências.

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.2 Área de estudo e sinistros rodoviários

O trecho estudado para avaliar a Metodologia do iRAP faz parte da rodovia federal BR-277, localizada no estado do Paraná. O trecho em questão se encontra entre os municípios de Laranjeiras do Sul e Foz do Iguaçu, na região oeste do estado, totalizando, aproximadamente, 280 quilômetros de pista simples e dupla. Em relação aos segmentos considerados pelo iRAP, esta extensão de rodovia se traduz em 3633 segmentos de 100 metros, visto que a pista dupla é analisada nos dois sentidos de forma independente. A fim de identificar o objeto de estudo deste trabalho, a localização da rodovia é apresentada na Figura 1.

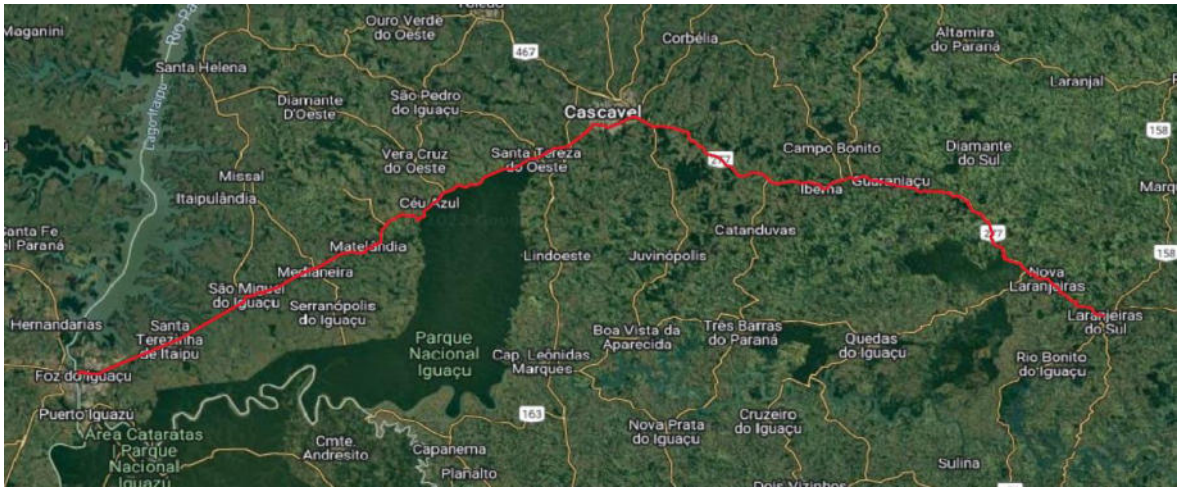


Fig. 1: Localização da rodovia da BR-277, no Estado do Paraná, entre os municípios de Laranjeiras do Sul e Foz do Iguaçu

Sobre os dados dos sinistros rodoviários, estes foram obtidos por meio da plataforma Dados Abertos da PRF - Polícia Rodoviária Federal (Brasil, 2023), considerando o período de 2017 a 2019, destacando que este período foi selecionado por ser o momento em que os estudos da concessão foram realizados. Neste período, foram registrados 2792 sinistros rodoviários, dos quais 145 foram classificados como com presença de vítimas fatais, 1912 com feridos e 735 sem vítimas.

3.2 Classificação por Estrelas e Plano de Investimentos para Vias Mais Seguras

Em relação à Classificação por Estrelas, esta é calculada baseada na Pontuação de Risco, a qual é parametrizada pelos mais de 50 atributos viários codificados pela metodologia (iRAP, 2014). Tem-se que esta Classificação por Estrelas, calculada a cada 100 metros da via inspecionada e que varia de 1 estrela para os locais de maior risco e 5 estrelas para os locais de menor risco, reflete o risco de forma separada para os ocupantes de veículos, os motociclistas, os ciclistas e os pedestres.

No que se refere ao PIVMS, destaca-se que este é composto por uma série de mais de 90 contramedidas propostas pelo iRAP, as quais objetivam reduzir a Pontuação de Risco da via

e, consequentemente, melhorar a sua Classificação por Estrelas. Estas contramedidas são consideradas conforme critérios definidos pelo iRAP, além da avaliação econômica relacionada ao potencial retorno que sua implementação traria em termos de redução de vítimas feridas ou fatais.

Ressalta-se que, como o iRAP considera os sinistros viários com vítimas feridas ou fatais para obtenção dos PIVMS, as análises propostas na sequência levarão em conta somente os sinistros com essas severidades. Além disso, as análises irão considerar somente a Classificação por Estrelas para ocupantes de veículos, visto que este usuário é o principal alvo dos estudos das rodovias federais concedidas à administração privada, que geralmente são focados no trânsito de longo percurso.

3.3 Teste de Qui-Quadrado de Pearson

As análises propostas nesse artigo foram realizadas no *software* estatístico R®, versão 4.3.1, com a utilização do pacote *Rmcdr*. Neste artigo, foram realizados três estudos, a fim de avaliar a efetividade do iRAP em relação aos sinistros de trânsito com vítimas feridas ou fatais. Neste caso, como se objetiva comparar a distribuição e a proporção dos dados oriundos do iRAP e dos dados de sinistros da PRF, faz-se válido utilizar o teste de Qui-Quadrado de Pearson. Este teste é utilizado, dentre outras aplicações, para verificar se as frequências observada e esperada dos dados categóricos e independentes em uma amostra são aleatórias. Para isso, o Qui-Quadrado de Pearson pode ser calculado a partir da Equação 1.

$$\chi^2 = \sum \frac{(obs - esp)^2}{esp} \quad (1)$$

Onde:
obs = frequência observada;
esp = frequência esperada.

O primeiro estudo realizado objetiva avaliar se a Classificação por Estrelas iRAP tem relação com a ocorrência de sinistros de trânsito com vítimas feridas ou fatais ao longo do trecho de rodovia em questão, visto que o iRAP distribui, ao longo da via avaliada, as vítimas feridas ou fatais esperadas dos sinistros de trânsito em relação ao risco da via. Para isso, a hipótese nula (H_0) deste estudo infere que a ocorrência desses sinistros de trânsito e a Classificação por Estrelas iRAP são independentes. Por sua vez, a hipótese alternativa (H_1) infere que estes dois parâmetros são dependentes.

Sobre o segundo estudo, este objetiva avaliar se a ocorrência de sinistros de trânsito com vítimas feridas ou fatais está relacionada à indicação de contramedidas iRAP, independentemente do seu tipo, ou se estas focam nos ocupantes de veículos, nos motociclistas ou nos usuários vulneráveis. Dessa forma, a hipótese nula (H_0) atesta que a indicação de contramedidas iRAP é realizada de forma aleatória, logo, as proporções esperadas desses sinistros de trânsito com ou sem contramedida iRAP indicada são proporcionais entre si. Em contrapartida, a hipótese alternativa (H_1) infere que estes dois parâmetros estão dependentes.
O terceiro estudo objetiva avaliar se o tipo de sinistro de trânsito com vítima ferida ou fatal está relacionado ao foco das contramedidas iRAP, seja em termos de usuário atendido ou de seu tipo. Sendo assim, a hipótese nula (H_0) atesta que o tipo destes sinistros de trânsito não

está associado ao foco das contramedidas iRAP. Por sua vez, a hipótese alternativa (H_1) infere que estes parâmetros estão dependentes.
Por fim, para os três estudos realizados, a inferência do teste de hipóteses é feita em relação ao *p-valor*, em que, se este for maior que o $p\text{-}valor_{crítico}$, aceita-se a hipótese nula (H_0). Caso contrário, o valor seja menor que o $p\text{-}valor_{crítico}$, rejeita-se a hipótese nula (H_0) e aceita-se a hipótese alternativa (H_1). Nas análises em questão, foi considerado o valor do $p\text{-}valor_{crítico}$ igual a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação por Estrelas do iRAP e a ocorrência de sinistros de trânsito

O primeiro estudo realizado no artigo consistiu em identificar se a Classificação por Estrelas do iRAP possui relação com a ocorrência de sinistros de trânsito com vítimas feridas ou fatais. Para isso, foi realizado o teste de Qui-Quadrado de Pearson, onde se analisou a frequência destes sinistros viários e a Classificação por Estrelas em todos os segmentos de 100 metros da via inspecionada. As frequências observadas e esperadas, apresentadas na Tabela 1, são oriundas da tabela de contingência, a qual contém o cruzamento da Classificação por Estrelas do iRAP com a ocorrência de sinistros de trânsito da PRF. Ressalta-se, ainda, que, em alguns dos segmentos de 100 metros da via inspecionada, não houve a ocorrência de sinistro de trânsito. Dessa forma, na tabela de contingência, há uma categoria de "não ocorrência de sinistro de trânsito". No que se refere à tabela de contingência, tem-se que estas frequências esperadas e observadas serão utilizadas na Equação 1 para a obtenção do valor de Qui-Quadrado.

Tabela 1: Frequências observadas e esperadas da ocorrência de sinistros viários de acordo com a Classificação por Estrelas do iRAP

Sinistro de trânsito	Frequência	Classificação por Estrelas					Total
		1	2	3	4	5	
Ocorre	Observada	167	265	273	66	10	781
	Esperada	194,8	279,9	262,7	39,3	4,3	
Não ocorre	Observada	739	1037	949	117	10	2852
	Esperada	711,2	1022,1	959,3	143,7	15,7	

Ao analisar os resultados do teste de Qui-Quadrado de Pearson por meio do software R®, observa-se que o valor de Qui-Quadrado χ^2 é igual a 39,209, considerando 4 graus de liberdade que representam o número de observações independentes que há nas amostras analisadas, e p-valor igual a 6,31 x 10-8. Devido ao p-valor ser menor do que o p-valorcrítico de 5%, pode-se rejeitar a hipótese nula (H0) e aceitar a hipótese alternativa (H1), que infere que a ocorrência de sinistros viários com vítimas feridas e fatais tem relação com a Classificação por Estrelas do iRAP e, consequentemente, com o nível de risco da rodovia.

No entanto, as Metas Globais de Segurança no Trânsito (OMS, 2017) estabelecem como um de seus objetivos que, até 2030, mais de 75% das viagens em vias já existentes ocorram em vias com alto padrão de segurança viária, ou seja, atinjam a classificação de 3 estrelas ou mais pelo iRAP. Dessa forma, a fim de que a avaliação da efetividade do iRAP seja feita em concordância com estas metas, a mesma avaliação, considerando a mesma hipótese nula (H0) e hipótese alternativa (H1), foi realizada levando em consideração os segmentos de 100 metros agrupados em 1 ou 2 estrelas e em 3, 4 ou 5 estrelas. As frequências observadas e esperadas desta análise são apresentadas na Tabela 2. Assim como na análise anterior, as

frequências observadas e esperadas, demonstradas na Tabela 2, compõem a tabela de contingência, que cruza a Classificação por Estrelas do iRAP com a ocorrência de acidentes de trânsito registrados pela PRF. Essa abordagem permite uma compreensão mais abrangente da relação entre a classificação de segurança viária pelo iRAP e a incidência de acidentes, contribuindo para a melhoria da segurança nas rodovias em conformidade com as metas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Tabela 2: Frequências observadas e esperadas da ocorrência de sinistros viários de acordo com as Metas Globais de Segurança no Trânsito

Sinistro de trânsito	Frequência	Classificação por Estrelas		Total
		1 ou 2	3, 4 ou 5	
Ocorre	Observada	432	349	781
	Esperada	474,7	306,3	
Não ocorre	Observada	1776	1076	2852
	Esperada	1733,3	1118,7	

Analisando os resultados do teste de Qui-Quadrado de Pearson, realizado no *software* R®, tem-se que o valor de Qui-Quadrado χ^2 é igual a 12,453, considerando 1 grau de liberdade como o número de observações independentes nas amostras analisadas, e *p-valor* igual a $4{,}17 \times 10^{-4}$. Como o *p-valor* é menor do que o $p\text{-}valor_{crítico}$ de 5%, pode-se rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa, que infere que a ocorrência de sinistros viários com vítimas feridas e fatais tem relação com a Classificação por Estrelas do iRAP, ou seja, que estes ocorrem em locais de rodovia com maior risco à segurança viária, indo ao encontro do proposto nas Metas Globais de Segurança de Trânsito (OMS, 2017).

4.2 Ocorrência de sinistros de trânsito e a indicação de contramedidas do iRAP

O segundo estudo realizado neste artigo consistiu em identificar se a ocorrência de sinistros de trânsito com vítimas feridas ou fatais tem relação com a indicação das contramedidas do iRAP. Para isso, cada um dos sinistros de trânsito foi analisado, identificando se havia alguma contramedida indicada, independentemente do seu tipo ou se esta focava nos ocupantes de veículos ou em outros usuários. Para realizar essa análise, foi suposto que a indicação de contramedidas ocorresse de forma aleatória. Em outras palavras, pode-se entender que a frequência esperada de sinistros de trânsito com indicação de contramedida se distribui de forma equilibrada. Dessa forma, tem-se que as frequências observadas e esperadas, apresentadas na Tabela 3, compõem o cruzamento da indicação de contramedidas do iRAP com a ocorrência de sinistros de trânsito. Ressalta-se, ainda, nesta tabela de contingência, que a indicação de contramedida é um dos resultados da aplicação do iRAP e esta ocorre para cada segmento de 100 metros da via analisada.

Tabela 3: Frequências observadas e esperadas dos sinistros viários com e sem indicação de contramedida do iRAP

	Frequência	Com indicação de contramedida	Sem indicação de contramedida	Total
Ocorrência de sinistros	Observada	798	1259	2057
	Esperada	1028,5	1028,5	2057

Analisando os resultados do teste de Qui-Quadrado de Pearson, realizado por meio do *software* R®, tem-se que o valor de Qui-Quadrado χ^2 é igual a 103,32, considerando 1 grau

de liberdade como o número de observações independentes nas amostras analisadas, e *p-valor* igual a 2,2 x 10^{-16}. Como o *p-valor* é menor do que o *p-valor*$_{crítico}$ igual a 5%, pode-se rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa, que infere que a ocorrência de sinistros viários com vítimas feridas ou fatais tem relação estatística com a indicação da contramedida, independentemente do seu tipo ou do seu foco, em termos de usuário.
A fim de aprofundar a discussão acerca das contramedidas propostas pelo iRAP, fez-se necessário avaliar se o seu foco, em termos de tipo de contramedida ou usuário envolvido, tem relação com o tipo dos sinistros registrados pela PRF, como apresentado na sequência.

4.3 Tipo de sinistro de trânsito e o foco das contramedidas do iRAP

O último estudo realizado versou sobre a relação entre o tipo de sinistro de trânsito registrado pela PRF e o foco das contramedidas do iRAP, seja em relação ao seu tipo, seja em relação ao usuário envolvido. Para isso, foi necessário identificar uma relação entre a abordagem mais específica dos sinistros de trânsito feita pela PRF e a abordagem de sinistros de trânsito do iRAP. Além disso, como o iRAP diferencia alguns sinistros de trânsito em relação ao lado do condutor e lado do passageiro, ou à sua causa, também foi realizada uma simplificação na classificação desses sinistros do iRAP, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Correspondência entre os tipos de sinistros de trânsito conforme a PRF e o iRAP

<table>
<tr><th rowspan="2">Polícia Rodoviária Federal</th><th colspan="2">iRAP</th></tr>
<tr><th>Completa</th><th>Agrupada</th></tr>
<tr><td rowspan="2">– Capotamento
– Queda de ocupante de veículo
– Saída de leito carroçável
– Tombamento</td><td>– Saída de pista devido à perda de controle – lado do condutor</td><td rowspan="2">– Saída de pista devido à perda de controle</td></tr>
<tr><td>– Saída de pista devido à perda de controle – lado do passageiro</td></tr>
<tr><td rowspan="2">– Colisão com objeto em movimento
– Colisão frontal</td><td>– Colisão frontal devido à perda de controle</td><td rowspan="2">– Colisão frontal devido à perda de controle e à ultrapassagem</td></tr>
<tr><td>– Colisão frontal devido à ultrapassagem</td></tr>
<tr><td rowspan="2">– Colisão com objeto estático
– Colisão lateral
– Colisão transversal</td><td>– Interseção</td><td rowspan="2">– Em interseção e nos acessos a propriedades</td></tr>
<tr><td>– Acesso a propriedades</td></tr>
<tr><td rowspan="3">– Atropelamento de pedestre</td><td>– Ao longo da via</td><td rowspan="3">– Envolvendo pedestres ao longo da via, na via inspecionada ou na via transversal</td></tr>
<tr><td>– Travessia de pedestres na via transversal</td></tr>
<tr><td>– Travessia de pedestres na via de inspeção</td></tr>
<tr><td>– Atropelamento de animal
– Colisão traseira
– Danos eventuais
– Derramamento de carga
– Engavetamento
– Incêndio</td><td>– Outros</td><td>– Outros</td></tr>
</table>

Em relação às contramedidas do iRAP, estas são indicadas de acordo com os atributos viários avaliados a cada 100 metros de via inspecionada, considerando, também, seu potencial benefício financeiro em relação ao número de mortes e feridos graves evitados.

Considerando a capacidade do iRAP de reduzir o risco em cada seção da via por meio de múltiplas contramedidas, foi crucial escolher uma contramedida para cada seção, priorizando aquela com o melhor custo-benefício. Dado que as contramedidas do iRAP podem variar, inclusive em relação ao lado de sua implementação, o grupo das contramedidas foi considerado como foco das análises propostas.

Em relação ao estudo realizado neste artigo, foi identificado que, das 2057 seções de via com ocorrência de sinistros de trânsito, 797 seções tiveram alguma contramedida indicada. Com isto posto, a tabela de contingência, apresentada na Tabela 4, contém as frequências observadas e esperadas dos tipos de sinistros de trânsito, já simplificados conforme apresentado anteriormente, e o foco das contramedidas propostas pelo iRAP.

Tabela 4: Frequências observadas e esperadas dos tipos de sinistros viários e o grupo das contramedidas propostas pelo iRAP

Tipo de Sinistro de Trânsito	Frequência	Barreira de Segurança na Lateral da Via	Barreira Física	Calçada para Pedestre	Canteiro Central Fictício ou Zebrado Central	Delineamento	Pista Adicional	Segurança na lateral da via – remoção de risco	Sonorizador de Pista / Poste Flexível	Travessia de Pedestres	Total
Colisão frontal devido à perda de controle e à ultrapassagem	Observada	4	8	0	19	11	0	27	1	1	71
	Esperada	3,3	11,0	0,5	14,9	9,9	0,4	28,9	1,1	1,0	
Em interseção e nos acessos a propriedades	Observada	14	48	1	67	60	3	90	3	7	293
	Esperada	13,6	45,6	2,2	61,4	40,8	1,8	119,1	4,4	4,0	
Envolvendo pedestres ao longo da via, na via inspecionada ou na via transversal	Observada	3	8	0	18	8	0	23	1	0	61
	Esperada	2,8	9,5	0,5	12,8	8,5	0,4	24,8	0,9	0,8	
Outros	Observada	6	33	1	38	13	1	64	0	2	158
	Esperada	7,3	24,6	1,2	33,1	22,0	1,0	64,2	2,4	2,2	
Saída de pista devido à perda de controle	Observada	10	27	4	25	19	1	120	7	1	214
	Esperada	9,9	33,3	1,6	44,8	29,8	1,3	87,0	3,2	3,0	

Como pode ser observado pela Tabela 4, existem algumas células da tabela de contingência que possuem frequência esperada menor que 5, como, por exemplo, a contramedida de implantação de calçada para pedestres, a implantação de uma faixa adicional, entre outras.

Entretanto, mesmo que a quantidade dessas células não seja suficiente para reduzir o poder do teste de Qui-Quadrado de Pearson, sugere-se que algumas categorias sejam agrupadas entre si. Neste sentido, os seguintes grupos de contramedidas foram agrupados como "Outros": Calçadas para Pedestres; Pista Adicional; Sonorizador de Pista/Poste Flexível; e Travessia de Pedestres. Sendo assim, a Tabela 5 apresenta as frequências observadas e esperadas com esse agrupamento citado.

Tabela 5: Frequências observadas e esperadas dos tipos de sinistros viários e o grupo das contramedidas propostas pelo iRAP

Tipo de Sinistro de Trânsito	Frequência	Barreira de Segurança na Lateral da Via	Barreira Física	Canteiro Central Fictício ou Zebrado Central	Delineamento	Segurança na lateral da via – remoção de risco	Outros	Total
Colisão frontal devido à perda de controle e à ultrapassagem	Observada	4	8	19	11	27	2	71
	Esperada	3,3	11,0	14,9	9,9	28,9	3,0	
Em interseção e nos acessos a propriedades	Observada	14	48	67	60	90	14	293
	Esperada	13,6	45,6	61,4	40,8	119,1	12,5	
Envolvendo pedestres ao longo da via, na via inspecionada ou na via transversal	Observada	3	8	18	8	23	1	61
	Esperada	2,8	9,5	12,8	8,5	24,8	2,6	
Outros	Observada	6	33	38	13	64	4	158
	Esperada	7,3	24,6	33,1	22,0	64,2	6,7	
Saída de pista devido à perda de controle	Observada	10	27	25	19	120	13	214
	Esperada	9,9	33,3	44,8	29,8	87,0	9,1	

Analisando a tabela de contingência apresentada na Tabela 5, é possível identificar que o agrupamento dos focos das contramedidas, como apresentado anteriormente, contém menos células com menos do que 5 observações. Dessa forma, o poder do teste de Qui-Quadrado de Pearson aumenta. Sendo assim, analisando os resultados deste teste a partir do *software* R®, tem-se que o valor de Qui-Quadrado χ^2 é igual a 59,919, considerando 20 graus de liberdade como o número de observações independentes nas amostras analisadas, e *p-valor* igual a 7,33 x 10^{-6}. Como o *p-valor* é menor do que o $p\text{-valor}_{crítico}$ igual a 5%, pode-se rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa, que infere que o tipo de sinistros viários e o foco das contramedidas do iRAP, seja em relação ao tipo de sinistro de trânsito, seja em relação ao usuário envolvido, são dependentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de literatura, este artigo se propôs a contribuir na discussão de modelos de avaliação de segurança viária, incluindo, por exemplo, a avaliação de risco, as contramedidas de engenharia utilizadas, a avaliação de efetividade das soluções adotadas, entre outros. Foi identificado que os autores analisados ora propuseram uma metodologia de avaliação da segurança viária, ora compararam entre si diferentes metodologias de avaliação da segurança viária. Nesse sentido, a principal contribuição deste artigo foi de explorar somente uma metodologia de avaliação da segurança viária já consolidada no mundo, a Metodologia do iRAP, discutindo suas premissas básicas, seus dados de entrada necessários e suas informações de contramedidas de engenharia e de sinistros de trânsito.

Este artigo avaliou a efetividade do iRAP como ferramenta de segurança viária em um projeto de Concessão Rodoviária da ANTT, focando na BR-277, no Estado do Paraná, em fase de licitação. Foram realizados três estudos sobre a relação entre sinistros de trânsito e os resultados do iRAP. O primeiro estudo analisou se os sinistros com vítimas ocorrem nos locais de maior risco para os usuários. O segundo estudo buscou analisar se a ocorrência de sinistros de trânsito tem relação com a indicação da contramedida proposta pelo iRAP, independentemente do seu tipo ou do usuário a quem se destina. Por sua vez, o terceiro estudo realizado analisou a relação entre o tipo de sinistro de trânsito e o foco das contramedidas propostas pela iRAP, em relação ao seu tipo ou ao usuário beneficiado. As análises realizadas neste artigo foram feitas com o Teste de Qui-Quadrado de Pearson, considerando o valor crítico de *p-valor* igual a 5%.

Os resultados indicaram que a Classificação por Estrelas do iRAP, a qual reflete o risco da rodovia, tem significância estatística com a ocorrência de sinistros de trânsito. Foi observada uma predominância de sinistros de trânsito em locais classificados com 1 ou 2 estrelas, indo ao encontro da Meta de Segurança Viária proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2017), a qual visa que, até 2030, a maioria dos deslocamentos seja realizado em vias de 3 ou mais estrelas.

Embora a maioria dos sinistros de trânsito não tenha recebido indicação de contramedida, as análises mostraram uma relação entre a ocorrência de sinistros e as contramedidas do iRAP. As contramedidas propostas estão estatisticamente relacionadas ao tipo de sinistro. Por exemplo, a remoção de risco na lateral da via é frequentemente indicada para sinistros do tipo saída de pista, enquanto melhorias no canteiro central são comuns em locais com colisões frontais.

A aplicação do iRAP como instrumento de avaliação da segurança viária em Concessões Rodoviárias é potencialmente eficaz, no entanto, requer cautela quanto aos dados analisados (como sinistros viários, atributos codificados, contramedidas e custo-benefício), podendo causar limitações em sua aplicação. Tem-se como exemplo que os tipos de sinistros considerados pelo iRAP diferem dos da PRF, sendo necessário ajustar essa avaliação para a realidade da rodovia. Além disso, a análise detalhada dos atributos viários no iRAP é crucial para identificar riscos e calcular o PIVMS, devendo seguir os procedimentos recomendados e incluir o Controle da Qualidade para garantir a efetividade do iRAP.

Por fim, em termos de cautela na aplicação da Metodologia iRAP, a análise das contramedidas do iRAP deve ser individualizada para se adequar à realidade da Concessão Rodoviária, visto que contramedidas desajustadas podem afetar significativamente sua

efetividade. Além disso, é crucial considerar o custo-benefício das contramedidas, avaliando seu potencial de reduzir vítimas na rodovia, de maneira ponderada e alinhada com a realidade da concessão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Polícia Rodoviária Federal – PRF. (2023) **Dados Abertos da PRF.** Brasília, DF. Disponível em: https://www.gov.br/prf/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-da-prf. Acesso em: 22 abr. 2024.

BYARUHANGA, Chris Bic; EVDORIDES, Harry. (2021) A systematic review of road safety investment appraisal models. **Congent Engineering,** [s. l.], p. 1-15.

COLONNA, Pasquale; INTINI, Paolo; BERLOCO, Nicola; RANIERI, Vittorio. Integrated American-European Protocol for Safety Interventions on Existing Two-Lane Rural Roads. **European Transport Research Review**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 1-21.

iRAP. **iRAP Methodology Fact Sheets**. International Road Assessment Programme. [S.l.], 2014. Disponível em: https://irap.org/methodology. Acesso em 22 abr. 2024.

JUNIRMAN, Rizky Adelwin; DIXIT, Vinayak. Factors Influencing Accident Frequency in Indonesia. **Asian Transport Studies**, Tokyo, v. 4, n. 4, 2017, p. 653-662.

NAYAK, Soumya R.; PRUSTY, Sandeep K.; PATI, Aditya A.; BARIK, Rashmi R.. (2016) Effect of Risk Assessment Model in Implementation of Transportation Infrastructure Management Strategies. INTERNATIONAL INTERDISCIPLINARY CONFERENCE ON ENGINEERING SCIENCE & MANAGEMENT, 6., 2016, Goa. **Proceedings** […]. Goa: Orissa State University, p. 155-162.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SÁUDE – OMS. (2017) **Metas globais de desempenho para a segurança no trânsito**. Geneva. Disponível em: https://www.who.int/publications/m/item/global-road-safety-performance-targets. Acesso em: 22 abr. 2024.

RAZELAN, Intan Suhana Mohd. (2017) Safer Roads: comparisons between road assessment program and composite road safety index method. **MATEC Web of Conferences**, [s.l.], v. 103.

RODRIGUES, Frederico; COELHO, Camila Silva; BATISTA, Icaro Ramos Nunes; LEITE, Thiara Gomes Galdino. (2018) Metodologia iRAP para Redução de Mortos e Feridos no Trânsito: uma visão acerca das contramedidas. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32.,2018, Gramado. **Anais** [...]. Gramado: UFGRS, , p. 3281-3292.

TALBOT, Rachel; FILTNESS, Ashleigh; MORRIS, Andres. (2024) Proposing a framework for evidence-based road safety policy-making: connecting crash causation, countermeasures and policy. **Accident Analysis and Prevention**, [s.l.], v. 195.

YANNIS, George; DRAGOMANOVITS, Anastasios; ROUSSOU, Julia; NIKOLAOU, Dimitrios. (2022) Development and implementation of a methodology for the economic appraisal of road infrastructure safety schemes. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HIGHWAY GEOMETRIC DESIGN, 6., 2022, Amsterdam. **Proceedings** […]. Amsterdam: SWOV.

ZHANG, Tiejun; TANG, Chengcheng; SMITH, Greg; WU, Lingtao. (2014) Road Assessment Model and Pilot Application in China. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, [s.l.], v. 2014, p. 1-7.

ESTUDO DE ÁREA DE INFLUÊNCIA E IMPACTO DE TRÁFEGO EM ACESSO AMBULATORIAL DE UMA INDÚSTRIA

R.R. de Castro, A. R. Cons, A. Schmitz, T.M.C. Gadda

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto de tráfego em um PGV, as consequências causadas na capacidade da via e o fluxo de passagem gerado no acesso à área ambulatorial de uma indústria da empresa Electrolux, no município de Curitiba, Paraná, Brasil. Foram coletadas informações sobre o empreendimento para então aplicá-las em simulações, considerando o Manual de Estudo de Tráfego brasileiro, métodos de contagens de tráfego e classificação do nível de serviço da via. O empreendimento está presente em uma zona residencial e gera e atrai fluxos para sua área de influência. O impacto é maior no fluxo de veículos nos horários de pico da tarde, no intervalo 17:00 às 18:00 horas. Conclui-se que o impacto direto na via devido ao ambulatório somado ao fluxo local obteve classificação no nível de serviço "LOS F", fluxo instável, durante os intervalos de horário de pico apresentam filas caracterizadas com congestionamentos.

1 INTRODUÇÃO

O estudo de impacto de tráfego pode auxiliar no planejamento urbano e na tomada de decisões, considerando os impactos do fluxo no local, por meio de métodos sistemáticos de coleta de dados. O fluxo de pessoas, produtos e veículos, quando acompanhado de planejamento que procura compreender a organização espacial das cidades, ajuda a corrigir erros administrativos e facilitar as decisões tomadas pela gestão urbana (REZENDE; ULTRAMANI, 2007).

Neste sentido, os estudos de tráfego visam obter dados a respeito dos motoristas, dos pedestres, dos veículos, da via e do meio ambiente e seu inter-relacionamento. Em conjunto com as pesquisas que fornecem os dados sobre o tráfego atual, e por meio do conhecimento da forma de geração e distribuição de viagens, obtém-se o prognóstico das necessidades de circulação no futuro, dado essencial para o planejamento da rede de transporte (DNIT, BRASIL, 2006).

A cidade de Curitiba e sua região metropolitana contam com muitas propriedades de empresas, indústrias e unidades de distribuição, que resultam na criação de novos PGVs. Por consequência, a implantação e operação destes PGVs comumente causam impacto na circulação viária. Isso requer uma abordagem sistêmica de análise e tratamento de dados, que leve em conta simultaneamente os efeitos na mobilidade e acessibilidade, de veículos e de pessoas e do aumento da demanda de estacionamentos (DENATRAN, BRASIL, 2001).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de tráfego gerado em um acesso da área ambulatorial de uma indústria localizada na cidade de Curitiba/PR (Electrolux - empresa multinacional da indústria de eletrodomésticos situada no bairro Guabirotuba). O estudo justifica-se, pois, as alterações no tráfego necessitam de análise, e se preciso, tomada de medidas com o intuito de atender o interesse dos indivíduos envolvidos, o planejamento urbano, as questões ambientais e desenvolvimento socioeconômico (REDE PGV, 2012).

2 INDÚSTRIA, PESQUISAS DE TRÁFEGO E NÍVEL DE SERVIÇO

O transporte é um elemento de ligação fundamental entre a expedição de produtos acabados de uma indústria e os seus clientes finais, pois visa movimentar pessoas e bens. Sob o aspecto econômico, um dos focos principais consiste na capacidade de disponibilizar cada tipo de bem no momento e no lugar onde exista demanda por ele, sendo o mesmo objetivo aplicado ao processo de movimentação de pessoas (RAZZOLINI, 2012). Com a expansão urbana e consequente adaptação do estilo de vida, as facilidades da indústria acarretaram a crescente necessidade de mobilidade (SILVA, 2009). Indústrias podem ser consideradas PGVs, pois há um volume expressivo na geração de deslocamento de cargas e de indivíduos (funcionários, clientes ou prestadores de serviço) (PORTUGAL E GOLDNER, 2003).

Além disso, a rápida industrialização e a urbanização em massa nas cidades geraram uma situação desafiadora para os gestores municipais manterem o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico da cidade e o ambiente sustentável para seus habitantes. Com os limites da cidade se expandindo ao longo dos anos, a duração das viagens de passageiros e cargas aumentou substancialmente. As viagens urbanas de carga geradas por vários setores dependem em grande parte do tipo de setor, da distribuição geográfica na cidade e dos requisitos da cadeia de suprimentos (Dhonde e Patel, 2021).

Segundo Silva (2006) a área de influência de um empreendimento é representada pela delimitação física do alcance do atendimento da maior parte da sua demanda. As variáveis mais relevantes para a delimitação da área de influência são a capacidade de atendimento, tipo de atividade, tempo e distância de viagem.

O Manual de Procedimentos para o Tratamento de PGVs (DENATRAN, BRASIL, 2001), sugere informações e recomendações necessárias para realizar estudos de impacto de PGVs, tais como: informações gerais sobre o empreendimento; caracterização do empreendimento; avaliação prévia dos impactos com análise da circulação na área de influência; recomendação de medidas mitigadoras e compensatórias. E ainda devem ser seguidas as demais legislações federais, regionais e municipais (PMC, 2008; PMC,2015).

Nos estudos urbanos, normalmente uma viagem é considerada como cada percurso, usando um ou vários meios de transporte, de um ponto de origem a um ponto de destino (DNIT, BRASIL, 2006). Ao processo de produção ou atração de veículos em movimento pela via é dada a denominação de geração de viagens (PORTUGAL, 2012). A geração de viagens simplificada para uma indústria pode ser obtida por meio do modelo de geração de viagens (DENATRAN, BRASIL, 2001).

Além disso, a importância do planejamento da área de estacionamento interno pode ter grande impacto tanto para o empreendimento quanto para a via pública. Conforme DENATRAN (BRASIL, 2001), os efeitos serão indesejáveis se o projeto do PGV deixar de prever um número suficiente de vagas de estacionamento em seu interior, conduzindo o

usuário ao uso irregular da via pública e, consequentemente, restringindo a capacidade da via, visto que os veículos passam a ocupar espaços destinados à circulação, reduzindo a fluidez do tráfego.

Assim, para a melhor avaliação da demanda real gerada por cada tipo de PGV e para depois serem formuladas novas exigências para os estacionamentos internos, foram desenvolvidas pesquisas para a obtenção de índices que possibilitam a estimativa das viagens a serem geradas por um empreendimento nas cidades (CET-SP, 1983). Neste sentido, as contagens volumétricas visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo. E são usadas na análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias (DNIT, BRASIL, 2006).

Em trechos onde a segurança dos pedestres pode estar em risco, os movimentos devem ser registrados, visando a análise da necessidade da construção de passagens específicas para pedestres, interseções sinalizadas por semáforos ou de uma fase especial para pedestres (DNIT, BRASIL, 2006).

Enquanto as projeções do volume de tráfego para o planejamento a longo prazo são frequentemente expressas em unidade de veículos por dia, que logo a seguir é reduzido para volume horário, a análise do nível de serviço é baseada em taxas de fluxo de pico que ocorrem dentro da hora pico (Akishino, 2005). De acordo o DNIT (BRASIL, 2006), para se ter essa taxa de fluxo de pico normalmente é realizada uma divisão da hora analisada em 4 intervalos de 15 minutos e feito a contagem de veículos anotando-se o volume para cada intervalo. Com isso, utiliza-se o maior volume registrado, multiplicando-o por 4 e normalmente encontrando um valor maior que o volume total de uma hora. Com essa relação entre o volume total em uma hora e o volume máximo de 15 minutos multiplicado por 4 é encontrado o Fator de Hora Pico (FHP). Para estudos de capacidade também pode ser conveniente também representar cada tipo de veículo em unidades de carro de passeio (UCP), ou seja, número equivalente de veículos de passeio que exerce os mesmos efeitos na capacidade da rodovia que o veículo referido (DNIT, BRASIL, 2006).

O nível de serviço define a capacidade de uma facilidade de transporte como a taxa horária máxima de pessoas ou veículos que pode ser razoavelmente esperado atravessar um ponto ou segmento uniforme de uma faixa ou via durante um determinado período sob condições prevalecentes referentes ao tráfego, à via e ao controle (ROSA, 2010). O Nível de Serviço possibilita a avaliação do grau de eficiência do serviço oferecido pela via desde um volume de trânsito quase nulo até o volume máximo ou capacidade da via (DNIT, BRASIL, 2006). Ele também pode ser expresso como a medida qualitativa da influência de vários fatores nas condições de funcionamento de uma via, sujeita a diversos volumes de tráfego. São elas, velocidade, tempo de percurso, interrupção de tráfego, liberdade de manobras, etc. De acordo com o TRB (2010), foram classificados 6 níveis de serviço, desde o A (condições ideais de escoamento livre) até o F (congestionamento completo) conforme o tempo de atraso apropriado para vias urbanas.

3 MÉTODO

As etapas da metodologia visaram: avaliar o impacto de tráfego causado pela geração de viagens da empresa em estudo; quantificar e analisar a contagem volumétrica em um acesso

de área industrial; identificar e caracterizar os acessos imediatos ao local; calcular e avaliar a capacidade de via e sua influência no empreendimento; e sugerir algumas medidas mitigatórias (Figura 1).



Fig. 1 Fluxograma das etapas de execução do trabalho
FONTE: Os autores (2023).

A caracterização geral foi realizada por meio de informações sobre: a localização do empreendimento; atividade exercida; dias e horários de funcionamento; dimensões; número acessos e vagas de estacionamento – vagas fixas e vagas flutuantes (clientes, visitas); localização dos acessos de veículos e pedestres; e características físicas e funcionais das vias existentes (sentidos de fluxo, restrições de conversão, número de faixas; permissões de estacionamento, largura das vias e passeios, etc.). Essas características foram avaliadas por meio de arquivos digitais, visitas *in loco* e utilização de croquis (térreo, acessos de veículos e pedestres etc.) gerados com auxílio do *software* AUTOCAD/QGIS.

O estudo foi realizado em um ambulatório de uma indústria já estabelecida, a Electrolux, localizada na região leste do bairro Guabirotuba, Curitiba, Paraná, Brasil (Figura 2). A fábrica conta com dois acessos situados na Av. Cel. Francisco H. dos Santos destinados à entrada e saída de carga, dois acessos ao ambulatório pela Av. Sen. Salgado Filho e mais quatro acessos na Rua Min. Gabriel Passos, sendo um deles diretamente para o acesso principal e outros três para estacionamentos distintos que atendem aos funcionários. Porém este artigo limitou-se a estudar os acessos à portaria e ao estacionamento do ambulatório localizados na Av. Senador Salgado Filho, onde a via é de pista simples, sem canteiro central.

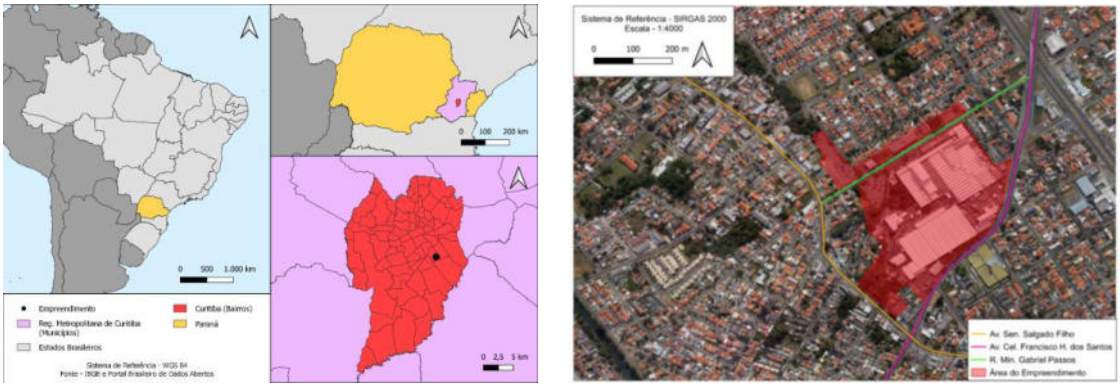


Fig. 2 Mapa de situação e localização
FONTE: Adaptado de IBGE (2023); Portal Brasileiro de Dados Abertos (2023); e SIRGAS (2000).

A coleta de dados do fluxo veicular foi feita por meio de contagem volumétrica, com a finalidade de determinar a quantidade, o sentido e a composição de veículos que passaram na região de influência e no período crítico. No estudo, a contagem foi feita em 4 quartas-feiras das 16 às 18 horas no mês de abril de 2023, atendendo ao horário de troca de turnos no ambulatório e garantindo um nível de precisão B (DNIT, BRASIL, 2006), que é satisfatória para todas as necessidades normais. As contagens foram divididas em intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico de entrada e saída no ambulatório que é de 17 às 18 horas. Considerando que com horário de funcionamento das 5:00 às 22:00, os funcionários trabalham por turnos e o intervalo das contagens volumétricas, abrange uma das trocas de turno de funcionários.

Os principais movimentos considerados para este estudo foram: (i) Av. Sen. Salgado Filho, contagem nos dois sentidos da faixa que seguiam o fluxo; (ii) Av. Sen. Salgado Filho, contagem nos dois sentidos da faixa que faziam conversão em direção ao ambulatório; (iii) Ambulatório, contagem nos dois sentidos da faixa que faziam conversão em direção a Av. Sen. Salgado Filho. Foram utilizados os fatores de equivalência (UCP) conforme DNIT (BRASIL, 2006), encontrando assim, a unidade de carro de passeio por hora (UCP/Hora).

Para a análise e apresentação de resultados foram utilizadas as seguintes ferramentas como o *software* AUTOCAD para ajustar e criar representações gráficas da área de estudo. O *software* EXCEL para criar tabelas e automatizar cálculos relacionados à contagem de tráfego feita de maneira manual in loco. O sistema SIRGAS (2000) e Google Earth Pro (2023) foram utilizados como referência geodésica para precisão em localização e levantamentos. E por fim o *software Aimsun Next Aim (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-urban Networks)* como ferramenta de simulação, análise de tráfego, níveis de serviço e para facilitar a aplicação dos procedimentos de modelagem de tráfego.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O empreendimento tem atividades no ramo da saúde como consultas e diagnósticos. A localização do ambulatório, juntamente à indústria da Electrolux, no mapa de zoneamento de Curitiba, se dá em uma zona residencial 2. Segundo o Plano de Zoneamento Uso e Ocupação do Solo de Curitiba, A “Zona Residencial 2 - ZR2” é uma zona de predominância residencial de baixa densidade de ocupação, onde se deve promover ocupação habitacional unifamiliar,comércio,serviço de atendimento vicinal e de bairro, de acordo com a infraestrutura implantada (PMC, 2000, a). Sendo a fábrica localizada em uma zona residencial ao invés de uma zona industrial, a avaliação de impacto de tráfego faz-se ainda mais necessária, para analisar e dimensionar os efeitos que ela traz à região.

O ambulatório funciona de segunda a sexta-feira das 5 às 22 horas, acompanhando os horários da fábrica. A área de influência tem um raio de aproximadamente 600 metros, que abrange a fábrica da Electrolux e sua parte administrativa. O ambulatório tem uma área de terreno de 680,00 m², onde 402,00 m² é de área construída. No terreno ao lado, há o estacionamento que atende ao ambulatório. Com aproximadamente 1.500,00 m² (Figura 4).



Fig. 3 Área de influência e local do ambulatório da Electrolux
FONTE: Adaptado SIRGAS (2000).

Na área de influência traçada há duas vias setoriais e uma coletora. Vias setoriais são caracterizadas por interseções em nível, geralmente controladas por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais. Enquanto vias coletoras são destinadas a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou setoriais.

4.1 Demandas e estudos de tráfego

Para estudo da demanda da área do empreendimento estudado foram analisados os requisitos de geração de viagens, número mínimo de vagas de estacionamento e acessos ao empreendimento. No cálculo da geração de viagens do ambulatório estudado foi utilizada a equação para indústrias (DENATRAN, BRASIL, 2001), tendo em vista que a cidade de Curitiba não possui uma metodologia própria para análise de PGV. O ambulatório da Electrolux atrai aproximadamente 10 viagens/veículos na hora de pico. Conforme Equação 1 complementada com as informações obtidas na pesquisa.

$$V=0{,}021 \times AT - 4{,}135 \quad (1)$$
$$V=0{,}021 \times 608{,}00-4{,}135$$
$$V=10{,}15 \text{ veículos}$$

Em que:
V = estimativa do número médio de viagens atraídas na hora de pico;
AT = área do terreno em m².

De posse do valor de geração de viagens, pode-se utilizar a Equação 2 para dimensionar o número mínimo de vagas internas de estacionamentos para um ambulatório (DENATRAN, BRASIL, 2001). Utilizando a área construída, tem-se:

$$NV=AC/50 \quad (2)$$
$$NV=402{,}00/50$$
$$NV=9 \text{ vagas}$$

NV = número mínimo de vagas de estacionamento de autos;
AC = área construída em m².

O ambulatório da Electrolux deve ter no mínimo 9 vagas de estacionamento. Entretanto, a empresa conta com 50 vagas de estacionamento somente para área do ambulatório e conforme roteiro de cálculo de geração de viagens e o número de vagas de estacionamentos, o empreendimento apresenta uma quantidade de vagas suficiente para suprir o número mínimo de vagas de estacionamento.

Na Figura 4 é apresentado o croqui de possíveis movimentos utilizados para as contagens em campo na Avenida Senador Salgado Filho, bem como a vista aérea e espaços destinados ao acesso e estacionamento. O ambulatório está nomeado como “C”, a região da interseção entre a Av. Cel. Francisco H. dos Santos e a Av. Sen. Salgado Filho (Setorial 1 e Setorial 2) nomeado como “A” e a direção oposta como “B”.

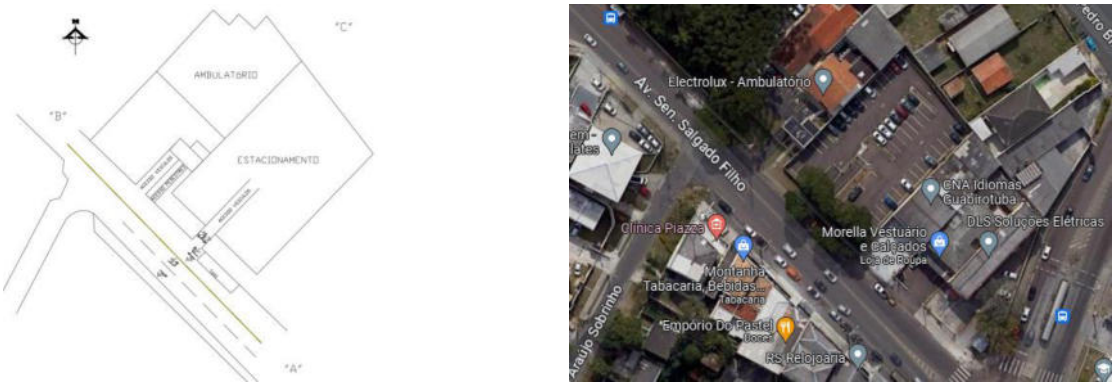


Fig. 4 Croqui e vista dos acessos e estacionamento do ambulatório
FONTE: Adaptado Google Maps (2023).

Durante a contagem volumétrica de entrada e passagem no ambulatório, a temperatura média foi de 24° Celsius, portanto não influenciando diretamente no aumento do uso de veículos particulares devido a precipitação e baixas temperaturas. Na Figura 5 é possível verificar que o horário de pico dos acessos se dá no intervalo de horas entre as 17:00 e 18:00 que é referente ao horário de pico habitual de vias urbanas. É perceptível que apenas a contagem de caminhões diminuiu entre os intervalos de 16:00-17:00 e 17:00-18:00, entre os veículos estão os caminhões que saem da fábrica da Electrolux, identificando assim uma leve contribuição na organização da frota da empresa para diminuir seu impacto negativo sobre o Nível de Serviço da via.

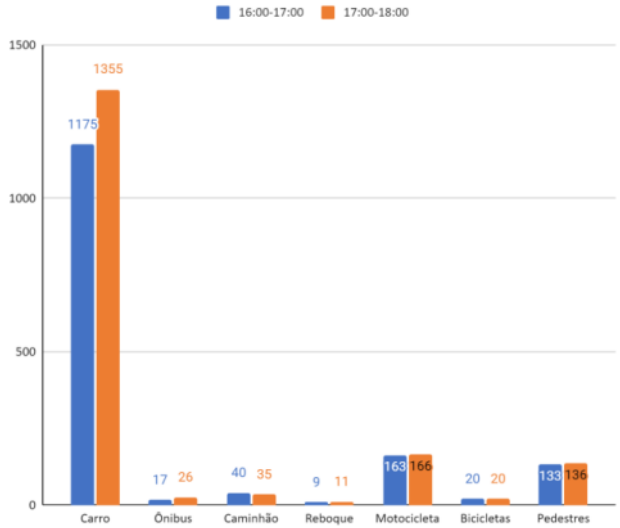


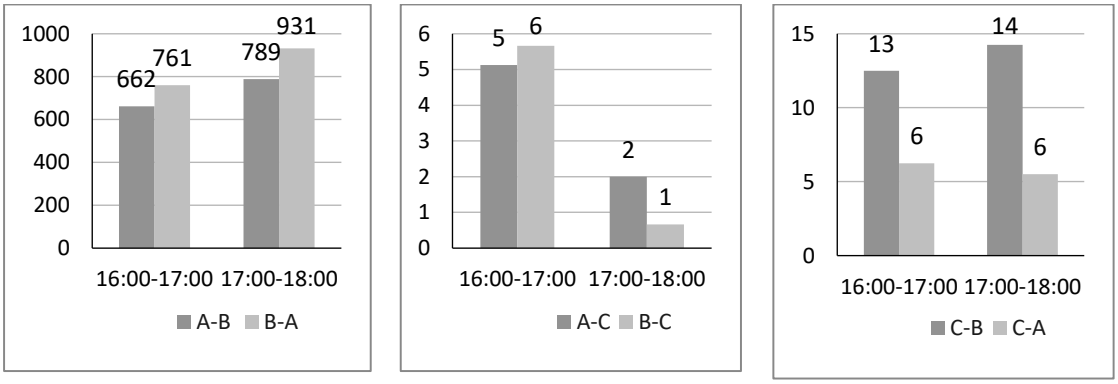
Fig. 5 Modos de transporte por intervalo
FONTE: Os autores (2023).

É possível comparar o total contabilizado nas contagens de cada uma das modalidades de transporte que passam em frente ao acesso do ambulatório. Dos 2.997 veículos

contabilizados, 85% são de veículos de passeio, com 45% sendo somente durante o intervalo das 17:00 às 18:00.

Em ambas as direções que não acessam o ambulatório (A-B e B-A, na mesma direção da via principal) o fluxo de automóveis é o mais utilizado, com quase 139 veículos vindo da interseção entre a Av. Cel. Francisco H. dos Santos e a Av. Sen. Salgado Filho e quase 132 veículos indo em direção a ela no período de contagem. Também é perceptível que nos movimentos que envolvem o acesso ao ambulatório (região "C") e a região "A", o total de número de pedestres é maior que o total de número de veículos de passeio, a atratividade de pedestres da região "A" pode ser explicada pela considerável quantia de pontos de ônibus na Av. Cel. Francisco H. dos Santos.

Quanto aos acessos à área do empreendimento estudado, todos eles ocorrem por meio da Avenida Senador Salgado Filho, sendo um de veículos e um de pedestres exclusivos no terreno do ambulatório, e um acesso somente de veículos no terreno ao lado utilizado como estacionamento do ambulatório. Os dois terrenos são ligados por meio de um portão de pedestre que divide eles na direção perpendicular à via. Na figura 6 estão demonstrados os comparativos de movimento por sentido de fluxo.



Fluxo de passagem | Em direção ao empreendimento | Saindo do empreendimento

Fig. 6 Comparativo entre movimentos
FONTE: Os autores (2023).

O acesso ao empreendimento é majoritariamente realizado por profissionais da saúde que atendem no ambulatório e funcionários que necessitam de atendimento em regime de não internação. Normalmente casos emergenciais são levados para hospitais, para isso, o ambulatório conta com uma ambulância na ocorrência de transportar funcionários em situação de emergência.

Baseado nos dados de contagem volumétrica e após aplicado seu fator de equivalência, é possível identificar o alto fluxo de veículos no sentido C-B (conversão à direita) e B-A (na mesma direção da via principal) onde apresentam, respectivamente, 27 UCP e 1692 UCP no intervalo contado, 14 UCP/hora e 931 UCP/hora na hora pico. Justificado pela troca de turno entre funcionários no empreendimento do estudo e o entorno.

Para as considerações de impacto no trânsito este trabalho foi focado principalmente no horário pico da tarde, pois há o maior fluxo de veículos na via do empreendimento. Pode-se encontrar o FHP para os dois sentidos da via da Av. Sen. Salgado Filho no período de contagem com maior fluxo, que é das 17:00 às 18:00 da tarde. Conforme a equação 3.

FHP = Vhp / (4 x V15max) *(3)*
Em que:
FHP= fator horário de pico;
Vhp = volume da hora de pico;
V15max = volume do período de 15min com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Aplicando-se a equação 3 para a hora de pico no sentido A-B, o FHP resultou em 0,94 {*FHP=[774,25/(4x207,00)]=0,935}*. No sentido B-A obteve-se o FHP 0,96 {*FHP=[899,00/(4x234,75)]=0,957}*. Já na contagem de veículos na via como um todo, sem distinguir os sentidos dela, resultou no FHP 0,96 {FHP=[1673,25/(4x441,75)]=0,957}.

Segundo DNIT (BRASIL, 2006), os casos mais comuns de FHP são na faixa de 0,75 a 0,90. Enquanto o FHP nas áreas urbanas se situa geralmente no intervalo de 0,80 a 0,90 e valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas vezes com restrições de capacidade durante a hora de pico. Para este estudo, ao analisar a via como um todo (somando-se os dois sentidos das faixas) durante o período das 17:00 às 18:00, obteve-se um FHP de 0,96, portanto está fora do intervalo ideal para áreas urbanas. Porém ao comparar com o estudo de nível de serviço da via percebe-se que o FHP por si só não caracteriza totalmente a realidade do fluxo e capacidade da via.

O empreendimento estudado não apresenta pretensões de aumentar seu complexo neste local, mas não é descartável a possibilidade de expansão da fábrica da Electrolux, o que a longo prazo demandaria aumento na estrutura do ambulatório. Portanto, o fluxo de veículos atual é a representação do efeito dessa centralização realizada e como a empresa trabalha em sua maioria com funcionários efetivos (não existindo períodos de aumento de produção), a demanda de pessoas se mantém ao longo dos anos.

4.2. Capacidade viária e Nível de Serviço

Os resultados encontrados no *software Aimsun Next,* baseado nos parâmetros do *Highway Capacity Manual* 2010 (TRB, 2010), apresentaram um nível de serviço classificado como "LOS F", ou seja, a capacidade de serviço da via está em um nível elevado e saturado. Pode-se dizer que a via estudada durante o horário de maior fluxo de veículos, que foi durante o intervalo das 17 às 18 horas é instável, apresenta um fluxo com a velocidade mais reduzida e uma dificuldade maior para realizar ultrapassagens. Vale evidenciar que foi realizada uma análise pontual da via que atende ao ambulatório, sem estudar o fluxo de veículos nos trechos adjacentes que podem representar certa interferência no estudo.

Como dados de entrada do *software*, são utilizados contagem volumétrica, características da via (inclinação, quantidade e largura das faixas, acostamento e outros) e tempo de cada fase do controle semafórico na interseção entre Av. Sen. Salgado Filho e Av. Cel. Francisco H. dos Santos. Não são todos os trechos e sentidos da via que apresentam classificação " LOS F" de nível de serviço, como demonstrado na Figura 7, está apresentado o resultado de 1 hora de simulação com dados de contagem volumétrica entre os horários de 17 às 18 horas utilizando fatores UCP de equivalência e o respectivo ábaco do nível de serviço com o tempo de atraso.

O nível de serviço " LOS F" refere-se à um trecho de via em que não há fluxo livre. O parâmetro utilizado para estudo do nível de serviço da via foi o tempo de atraso, ou *Traffic Signal Control Delay*, como recomendado pelo HCM (2010) para vias urbanas. A gravação

da simulação está disponibilizada em: <https://www.loom.com/share/676425f461174ecfa80d6d28137166f5?sid=bee05cdf-7651-4d3f-91d8-d31951fcf13f>.

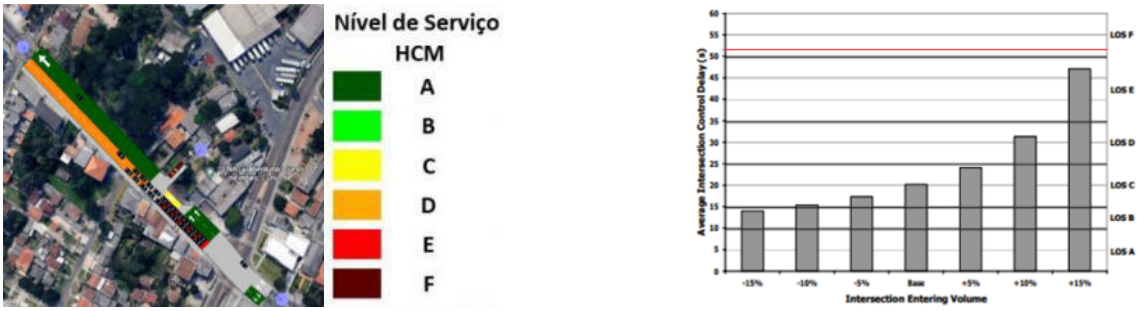


Fig. 7 Simulação Aimsun 17:00 às 18:00 e Ábaco nível de serviço x tempo de atraso
FONTE: AIMSUN (2023); HCM, Adaptado (2010).

4.3 Medidas mitigatórias

Conforme apresentado neste estudo, a centralização do ambulatório da Electrolux na zona residencial da cidade de Curitiba, PR, mais especificamente na Av. Sen. Salgado Filho, não acarreta um aumento significativo no fluxo de passagem de veículos na via citada. O impacto é maior no fluxo de veículos nos horários considerados de pico da tarde expressado neste trabalho como sendo o intervalo entre 17 às 18 horas.

Em um dos sentidos do fluxo na via há mudança de quantidade de faixa, causando um estrangulamento no fluxo. Isso ocorre pois um pouco antes da chegada dos veículos, que percorrem no sentido, ao acesso do ambulatório, há duas paradas de táxi que limitam o deslocamento dos veículos. Como medida mitigatória foi simulado o fluxo de tráfego caso não houvesse a parada para táxi que causa estrangulamento na via. Haveria uma leve melhoria do nível de serviço com a mudança. Aproveitando as facilidades em simulações que o *software* proporciona, foi simulado também o cenário em que houvesse a saída da ambulância do ambulatório, em cada um dos intervalos de 15 minutos, atendendo à uma emergência dentro do horário de pico.

O tempo de atraso pode ser um fator determinante dependendo da situação em que o colaborador se encontra. Segundo informações disponíveis no *Blog* da Saúde do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013), o tratamento de AVCs – Acidente Vascular Cerebral – o tempo é fator decisivo para a recuperação ou não do paciente. A gravidade do quadro e as sequelas do AVC têm grande influência do tempo que se demorou para iniciar o tratamento adequado, sendo a locomoção até o hospital parte decisiva. Estudar vias que atendem empreendimentos como esse é essencial para se conseguir mais rapidez, segurança e conforto no atendimento inicial de pacientes, podendo economizar minutos decisivos.

Outra medida mitigatória seria a melhoria da infraestrutura e ambiente local, principalmente da área destinada às calçadas e fluxos de pedestres, com a inclusão de mais lixeiras, arborização do local, sinalização, acessibilidade e incentivo ao uso das ciclovias e caminhadas. A área de calçamento da Av. Sen. Salgado Filho já é utilizada por parte da população como opção para realizar caminhadas e exercícios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Curitiba, PR, conta com empreendimentos que podem ser considerados como PGVs e um exemplo disso foi apresentado ao longo deste trabalho. A partir do auxílio de

referências e metodologias adotadas foi possível desenvolver um estudo para identificar o impacto no tráfego da via e região de influência. Analisou-se o alto fluxo de veículos na via, desta forma, o ambulatório estudado contribui parcialmente no tráfego da via.

Foi possível identificar que o empreendimento – ambulatório e fábrica – mesmo que presente em uma zona residencial, se torna um polo atrativo devido a suas dimensões e o fluxo de viagens que atrai para sua área de influência direta. Assim, sugere-se um estudo mais amplo dos impactos em via e também revisão no plano diretor do município, incluindo estudos e ações mais efetivas a este tipo de empresas que geram e atraem demanda de tráfego.

Por meio das contagens volumétricas foi identificado que a intersecção entre as vias Av. Cel. Francisco H. dos Santos e Av. Sen. Salgado Filho é a região de mais geração e atração de viagens, em comparação as demais envolvidas nas contagens. O transporte individual por veículos foi o mais utilizado, porém foi identificada uma cota relevante de ciclistas e pedestres na via, representando uma alternativa a ser incentivada, as modalidades de transporte ativas.

O FHP para via foi de 0,96, considerado dentro do normal, não causando grandes congestionamentos fora do horário de pico da tarde. O impacto na via devido ao ambulatório é pequeno se comparado ao impacto causado pela interseção semafórica logo na proximidade. Sua classificação como uma via de nível de serviço " LOS F" demonstra o resultado atual da via, que durante seus intervalos de horário de pico apresentam filas que já se caracterizam com congestionamentos, impossibilitando ultrapassagens e limitando sua velocidade. Sendo considerada como uma via instável, é necessário um controle maior do seu fluxo de veículos, com maior uso de outros meios de transporte ou ajustes no tempo do controle semafórico, a fim de diminuir a demanda durante os horários de pico. O trabalho possui limitações da calibragem do *software* e no que tange a análise pontual do impacto de tráfego, sem considerar a rede como um todo.

Cada vez mais é incentivado a utilização de transportes ativos (não motorizados), com a implementação de ciclovias e calçadas em boas condições, onde os benefícios vão desde a melhoria do fluxo do trânsito até aspectos financeiros e do bem-estar da pessoa que opta por este meio de transporte. Recomenda-se um estudo sobre a possibilidade de implementação de ciclovia na Av. Sen. Salgado Filho, que além de trazer benefícios aos funcionários e população, contribuiria para a melhoria do fluxo de trânsito da via nos horários de pico. Outra recomendação é que se estudem as demais vias que dão acesso à fábrica da Electrolux, de forma a promover sustentabilidade à região, conforto e segurança.

6 REFERÊNCIAS

AKISHINO, P (2005) **Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Estudos de Tráfego.** Universidade Federal do Paraná (UFPR).

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Blog* da Saúde (2013) **Identificar sintomas iniciais do AVC é decisivo para o tratamento.** 2013. Disponível em: http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/32001-identificar-sintomas-iniciais-do-avc-e-decisivo-para-o-tratamento. Acesso em: 14 abr. 2021.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET-SP) (1983) **Polos geradores de tráfego.** São Paulo.

DENATRAN/FGV – Departamento Nacional de Trânsito/Fundação Getúlio Vargas (2001) **Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego.** Brasília.

DHONDE, B.; PATEL, C. (2021) **Assessing the impacts of city sprawl on urban freight transport in developing countries.** Architecture and Engineering, Vol. 6.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006) **Manual de Estudos de Tráfego.** Rio de Janeiro.

PORTUGAL, L. da S. (2012) **Polos Geradores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida Ambiental: Modelos e Taxas de Gerações de Viagens.** Rio de Janeiro, RJ.

PORTUGAL, L. Da S.; e GOLDNER, L. G. (2003) **Estudos de Polos Geradores de Tráfego e de Seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes.** Edgard Blucher.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (PMC, a) CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA (2000) **Zoneamento, uso e ocupação do solo no município de Curitiba.** Curitiba.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (PMC, b) IPPUC; IPPUC-CONSECON; FGV-ISAE (2008). **Plano municipal de mobilidade urbana e transporte integrado.** Curitiba.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (PMC, c) (2015) **Plano diretor de Curitiba.** Disponível em: https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-curitiba-pr. Acesso em: 10/11/2022.

RAZZOLINI FILHO, E. (2012) **Transporte e Modais com suporte de TI e SI.** Curitiba: InterSaberes.

REDE PGV - **Polos Geradores de Viagens. Estudos de Impactos de PGVs**. Disponível em: http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/conceitos/estudode-impactos-dos-pgvs. Acesso em: 18/11/2022.

REZENDE, D. A.; ULTRAMANI, C. (2007) **Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual.** Rio de Janeiro.

ROSA, R. A. (2010) **Engenharia de Tráfego – Departamento de Engenharia Civil.** Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

SILVA, L. R. (2006) **Metodologia de delimitação da Área de Influência dos Polos Geradores de Viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de caso nos supermercados e hipermercados.** 184 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília, DF, 2006.

SILVA, S. A. (2009) **Mobilidade urbana sustentável - o campus da UTAD.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, SU, Departamento de Engenharia, Vila Real, Portugal.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (2010) **Highway Capacity Manual 2010**. Washington, DC.

MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE USO A PARTIR DO BIG DATA DE TRANSPORTE PÚBLICO: UMA ABORDAGEM BASEADA EM APRENDIZADO DE MÁQUINA

**K. G. A. Mesquita, L. P. Holanda, K. L. Rocha,
G. A. R. Nobre, F. Rodrigues**

RESUMO

Dados automáticos de tarifação e de localização automática de veículos têm sido explorados para apoiar o planejamento e análise de sistemas de transporte público. Contudo, existem vários desafios na utilização destes dados, como a identificação dos locais de embarque e desembarque em sistemas abertos em redes multimodais e do tipo tronco-alimentadas, através do padrão de uso do sistema. Este trabalho propõe um método de identificação dos locais de embarque das viagens utilizando aprendizado de máquina a partir do Big Data do Sistema Integrado de Transporte Público de Fortaleza, para padrões habituais de uso do sistema. Aplicou-se o método k-means para identificar padrões de uso do sistema, e partir destes padrões, diferentes modelos supervisionados (Naive Bayes, Random Forest, Rede Neural) foram aplicados para prever a probabilidade de um usuário validar ao embarcar na primeira viagem do dia. Os resultados mostraram que padrões habituais podem apoiar a identificação do embarque de passageiros.

1 INTRODUÇÃO

Padrões de deslocamento (p. ex., fluxos origem-destino - OD) são em geral identificados a partir de pesquisas domiciliares. Contudo, estas coletas manuais demandam elevados recursos de tempo e custo para sua realização. No final da década de 1990, os sistemas de pagamento com cartão inteligente, ou Sistemas de Bilhetagem Eletrônica – SBE, foram incorporados em algumas cidades, como Washington D.C. e Tóquio, permitindo o pagamento da tarifa (i.e., validação da viagem) através de Cartões Eletrônicos e equipamentos de leitura instalados nos veículos (Zhao *et al*., 2023; Pelletier *et al*., 2011; Munizaga e Palma, 2012). Devido ao seu caráter contínuo e abrangente de coleta, estes dados têm sido tratados e considerados para se obter os padrões de deslocamento da população usuária do transporte público. Assim, dado que o SBE não é projetado para coletar dados de viagens, uma série de tratamentos são necessários para inferir atributos das viagens, tais como a origem, o destino e o motivo, assim como a obtenção de matrizes OD em diferentes níveis de agregação espacial (Chen *et al*., 2016; Kurauchi e Schmöcker, 2017).

Em várias cidades do mundo que contam com SBE, a coleta da tarifa, ou validação do cartão eletrônico, é realizada somente na entrada do veículo. Vale ressaltar, entretanto, que a validação não necessariamente ocorre no momento da realização do embarque, especialmente em sistemas em que a coleta da tarifa é também controlada por meio de

catraca dentro do veículo ou em que a coleta é feita a partir de validadores distribuídos no veículo (Arbex e Cunha, 2020). Em cidades brasileiras, por exemplo, existe um espaço de acomodação entre a porta de embarque e a catraca, o que pode influenciar no comportamento de validação em diferentes condições de ocupação veicular (Arbex e Cunha, 2020). Esta limitação com relação ao conhecimento sobre o local exato de embarque pode limitar a aplicação de métodos de encadeamento de viagens em que se admite o conhecimento exato local de embarque. Arbex e Cunha (2020) foram os pioneiros no Brasil a identificar esta limitação.

Em Fortaleza, estudo de caso desse artigo, o SBE é também do tipo aberto, em que o pagamento pode ser efetuado durante o percurso. Algumas características operacionais do sistema e de configuração da rede podem afetar o comportamento de validação. Primeiro, o sistema permite integração tarifária dentro de um intervalo de duas horas entre validações, o que pode induzir a realização de validações próximo ao destino das viagens. Segundo a configuração da rede é tronco-alimentada, em que linhas alimentadores conectam os bairros à sete terminais de integração física, de onde partem linhas troncais para área central de comércio e serviços da cidade. Esta configuração pode também induzir a realização de validações próximas aos terminais de integração. Por fim, não se sabe também como a lotação dos veículos afeta o comportamento de validação. Os padrões habituais de uso do sistema podem influenciar os padrões de validação no sistema. De acordo com Habib e Weiss (2014), a maioria das viagens que ocorrem no Transporte Público é realizada por viajantes pendulares. Embora diversos estudos tenham aplicado técnicas de mineração de dados para identificar padrões de uso do sistema de transporte público, são ainda incipientes os estudos que consideram os padrões espaciais (localidade das validações e linhas utilizadas) e temporais (horários e frequência de uso) de uso do sistema para identificar atributos das viagens nos dados de Big Data (Cui *et al.,* 2014). Assim, a análise e modelagem de atributos do deslocamento a partir de padrões usuais do sistema é uma lacuna ainda pouco explorada.

2 PADRÕES DE IDENTIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS DO TRANSPORTE PÚBLICO

Tradicionalmente o método de identificação de atributos das viagens a partir de SBE tem como base o encadeamento de viagens (Arbex e Cunha, 2020). Neste método, adota-se a premissa de que a primeira validação do dia é considerada a origem, enquanto a última validação do dia é considerada próxima ao destino da primeira viagem. O método de encadeamento é, portanto, um método para identificação ou estimação dos destinos, de modo a fechar a cadeia de viagens. Um dado de entrada importante para este método são os locais exatos de embarque dos passageiros, o que pode não ser coletado em muitos sistemas.

A informação do local de embarque é importante para aplicação de técnicas de identificação dos atributos das viagens. Assim, alguns estudos têm proposto métodos para identificar os locais de embarque mais prováveis a partir de técnicas de aprendizado de máquina (Shalit *et al*., 2022; Tang *et al*., 2023). Estes modelos são treinados, por exemplo, com dados em que se conhece as trajetórias e locais de embarque de um conjunto de usuários, e aplicados para prever embarques de usuários de uma amostra teste.

A identificação de padrões de uso do sistema para inferir atributos das viagens é outra técnica ainda pouco explorada. A principal hipótese é que os usuários regulares do sistema tendem a repetir certos comportamentos na rede que podem ser identificados através de técnicas de

mineração, e que podem auxiliar na identificação de características dos deslocamentos. De acordo com Habib e Weiss (2014), a maioria das viagens que ocorrem no Transporte Público é realizada por viajantes pendulares. Considerando estas características regulares de uso do sistema devido à realização de atividades compulsórias é que vários estudos têm proposto identificar padrões espaciais e temporais de uso do sistema de transporte público a partir de dados de SBE. Em geral, adotam-se diferentes atributos temporais (p. ex., frequência de uso, horários de uso) e espaciais (p. ex., distâncias de deslocamento, locais de embarque) para categorizar os diferentes usuários (Faroqi *et al*., 2019; Cats e Ferranti, 2022; Zhao *et. al*., 2023). Os usuários são classificados de acordo com a regularidade e uso do sistema entre padrões regulares e esporádicos de uso (Ma *et al*. 2013, Cui e Long, 2014; Cats e Ferranti, 2022; Zhao *et. al*., 2023).

Com relação aos principais métodos de aprendizado de máquina que vem sendo aplicados para identificar atributos das viagens, destacam-se os seguintes: (i) Árvore de decisões – baseadas em estágios de decisões (nós) e na separação de classes e subconjuntos de forma hierárquica e (ii) Redes Neurais – Modelos inspirados na fisiologia do cérebro, no qual o "conhecimento" é fruto do mapa de conexões neurais, representadas por funções não lineares e nos pesos dessas conexões. Já o principal método de mineração de dados não-supervisionado que tem sido adotado para identificar padrões nos dados de SBE é o método k-means. Neste método, a principal discussão diz respeito a quais atributos utilizar para representar os diferentes grupos que podem existir nos dados, conforme será discutido no método.

3 MATERIAIS E MÉTODO

O método deste trabalho está representado na Figura 1, sendo divido em três etapas: (i) Extração, transformação, carregamento dos dados e delimitação da arquitetura do banco de dados; (ii) Identificação dos padrões de uso do sistema; e (iii) Modelagem categórica supervisionada. A primeira etapa consiste na construção do modelo de entidade-relacionamento do banco de dados, bem como a contextualização dos dados, os meios de transformação aplicados, e o carregamento no Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (SGBDR).

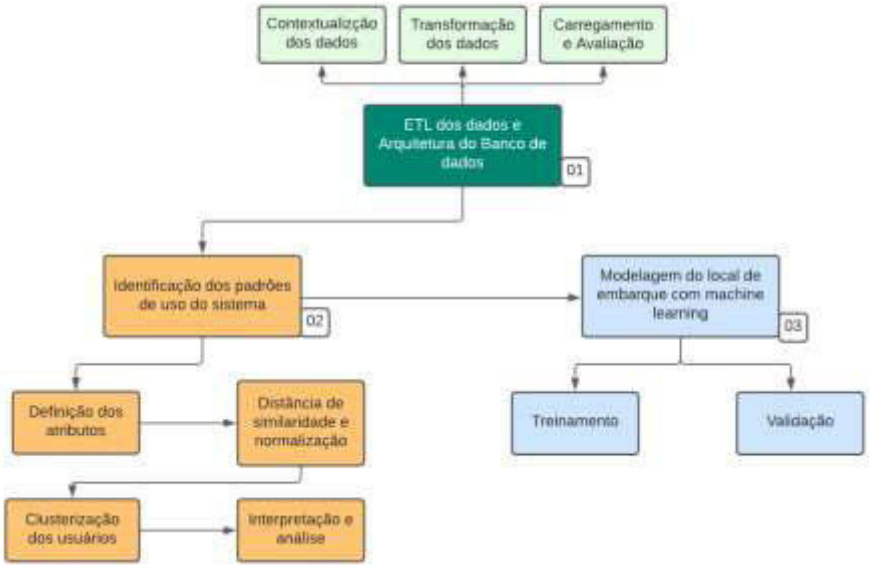


Fig. 1 Método para identificação dos padrões de uso

Na etapa 2, a partir de análises exploratórias dos dados de validação, foram definidos atributos a serem utilizados para identificação dos padrões de forma a representar os hábitos de uso do sistema. Esses padrões foram identificados a partir do método k-means de agrupamento de dados. Por fim para cada padrão encontrado foram especificados modelos para prever a probabilidade de um dado usuário validar ao embarcar na primeira viagem do dia. Considerando a complexidade de prever tal fenômeno, os seguintes modelos supervisionados foram testados: Random Forest (RF), Naive Bayes (NB) e Rede Neural (RN).

3.1 Definição das hipóteses de partida

Algumas hipóteses norteadoras foram definidas, como segue: (i) Uma parcela considerável de usuários não valida no momento do embarque, o que foi verificado a partir dos locais de validação em relação as paradas de embarque para usuários em que se conhece o endereço da residência; (ii) As regiões prováveis de residência e atividades podem ser identificadas a partir dos padrões de regularidade (temporal e espacial) de uso do sistema. Tais padrões serão identificados a partir de técnicas de mineração de dados e utilizados para inferir o real local de embarque dos passageiros; (iii) Os tipos de atividades realizadas e o nível de serviço das linhas influenciam os padrões temporais de validação, e os locais das atividades e da residência influenciam os padrões espaciais relacionados às linhas/rotas escolhidas para realizar as viagens; (iv) Usuários regulares do sistema tendem a repetir certos comportamentos na rede que podem ser identificados através de técnicas de mineração, e que podem auxiliar na identificação de características dos deslocamentos. A principal hipótese deste estudo é, portanto, de que os locais de validação para usuários regulares seguem um padrão espacial e/ou temporal que podem ser identificados e utilizados para ajustar o real local de embarque.

3.2 Tratamento e estruturação do banco de dados

As principais bases de dados para o ano de 2018 utilizadas são descritos a seguir. A principal base utilizada foi a de Bilhetagem Eletrônica que contém todos os registros diários de validação dos usuários, incluindo a hora de validação e linha utilizada por cada usuário. Dados da programação do serviço ofertado pelo SIT-FOR em 2018 no formato GTFS – General Transit Feed Specification – foram utilizados para identificar os locais de embarque para os usuários do cadastro com endereço válido e que usaram o sistema em 2018. As localizações geográficas a cada de 30 segundos dos veículos da frota durante a operação por meio de equipamentos de GPS – Global Positioning System – foram utilizadas para identificar as coordenadas geográficas das validações no SBE, já que os dados de GPS e do SBE não são integrados em Fortaleza. Por fim, outra base de dados importante para realização do estudo foi a base de Cadastro dos Usuários, atualizada em 2018, que contém informações sobre os usuários cadastrados no SBE.

A principal informação do Cadastro dos Usuários para esta pesquisa foi o endereço dos usuários. Vale ressaltar, que devido a confidencialidade dos dados de cadastro, informações pessoais dos usuários não foram fornecidas pelo órgão gestor do sistema. Os endereços completos atualizados em 2018 foram georreferenciados, utilizando uma API do Google Maps. Como os endereços registrados podem estar desatualizados, considerou-se como endereços válidos aqueles cujas distâncias euclidianas à parada de embarque sejam menores do que 1000 m, assumindo-se como distância máxima que um usuário estaria disposto a

caminhar. Ao final, obteve-se uma amostra de 21,6 mil usuários com endereções válidos, dentre os 330 mil que usaram o sistema em 2018.

3.3 Identificação dos padrões de uso

Para identificar os possíveis grupos, adotou-se o método k-means de clusterização de acordo com as seguintes etapas: (i) Definição dos atributos; (ii) Definição de uma distância de similaridade; (iii) Normalização dos dados aplicando o z-score; (iv) Definição do número de clusters pelo método do cotovelo e método da silhueta; (v) Aplicação do algoritmo de clusterização; e (vi) Interpretação dos padrões identificados.
Os atributos foram definidos com base nos dados disponíveis e em sete aspectos que podem influenciar esses padrões, conforme segue: (i) Localização da residência; (ii) Localização das atividades; (iii) Tipo de atividade; (iv) Duração da atividade; (v) Horário de realização das atividades; (vi) Número de atividades realizadas por dia e (vii) Oferta em termos de itinerário, conectividade da rede, e nível de serviço (frequência e lotação). Acredita-se, portanto, que estes aspectos afetam o padrão de deslocamento dos usuários do sistema, e por conseguinte os seus padrões de validações. O período de análise foi definido com o período de junho a novembro de 2018, considerando somente dias típicos da semana. Assim, definiram-se os seguintes atributos: **Atributos I1-I5 (validações/dia)** – Frequência média de validações por dia da semana (Segunda à Sexta), representando o aspecto (vi) Número de atividades. Estes atributos correspondem a frequência média de validações por dia útil da semana, sendo calculados separadamente para a amostra de usuários válidos do cadastro; **Atributo I6 (validações/dia)** – Validações próximas aos terminais, sendo associado à (ii) Localização das atividades. Este atributo corresponde ao número de vezes em média que o usuário utiliza o terminal, ou seja, realiza transferências entre linhas, sendo um aspecto importante do deslocamento, possibilitando viagens mais longas dentro do sistema. Este atributo é calculado identificando as zonas dos terminais e as imediatamente vizinhas, obtendo-se a frequência média diária de validações nessas regiões. Para tanto, adotou-se um zoneamento hexagonal com 1 km de lado; **Atributos I7-I11 (horas)** – Distância temporal média entre as primeiras e últimas validações por dia da semana (Segunda à Sexta), tendo relação com o (iii) Tipo de atividade e (iv) Duração da atividade. Estes atributos correspondem as distâncias temporais médias, medida em horas, entre as primeiras e últimas validações para cada um dos dias da semana; **Atributos I12-I13** – Faixa Horária de maior frequência das primeiras e últimas validações, relacionadas aos aspectos (iii) Tipo de atividade e (v) Horário de realização das atividades. Para determiná-los, divide-se o dia em 24 faixas horárias, sendo contabilizado em qual faixa horária o usuário apresenta maior número de validações para as primeiras e últimas validações, respectivamente, especificando sempre pelo limite superior da faixa horária; **Atributos I14-I16** – Espaço de atividades e seus atributos espaciais, relacionados às características da: (i) Localização da residência, (ii) Localização das atividades e (vii) Aspectos operacionais do sistema. O atributo I14 corresponde a área (km2) de atividades definida a partir do conjunto convexo formado pelos pontos de validação para o período de análise. Já os atributos I15 e I16 correspondem as distâncias máximas (km) horizontal (leste-oeste) e vertical (norte-sul) da área de atividades. Estes atributos auxiliam na compreensão da extensão e cobertura dos deslocamentos dentro do município de Fortaleza; **Atributos I17-I20** – Proporção de validações por tipo de linha (Alimentadora, Troncal, Convencional e Complementar), relacionados aos aspectos (vii) operacionais de conectividade da rede e nível de serviço da oferta. A partir destes atributos, busca-se evidenciar a influência de aspectos operacionais da tipologia (configuração espacial e função da linha) das linhas do sistema no padrão de uso dos usuários. Ele é obtido pelo

número de validações por tipo de linha em relação ao total de validações do período de 6 meses.

A distância de similaridade utilizada foi a distância Euclidiana (Hastie *et al*., 2017). Uma desvantagem sobre essa medida de distância pode acontecer se houver diferença de escala entre as dimensões; por isso a importância de se normalizar os dados. Para normalização de cada atributo, optou-se pela normalização por z-score, também conhecida como padronização, em que os valores de cada atributo são transformados em valores z de desvios padrões acima ou abaixo da média. Este tipo de normalização garante principalmente que os atributos tenham a mesma importância na formação dos grupos. Para aplicar o k-means, definiu-se o número de grupos pelos métodos do cotovelo e da silhueta (Hastie *et al*., 2017). No método do cotovelo, o número de grupos é definido como o ponto na curva da relação entre a variação dentro dos grupos (SQD – soma das distâncias quadráticas dentro dos grupos) e o número de grupos (k) em que a SQD inicia a estabilizar. No método da silhueta, o número de grupos é definido como o valor que maximiza o índice de silhueta, o qual é um indicador que relaciona as médias das distâncias dos pontos de dados entre e dentro dos agrupamentos. Dessa forma foi executado o k-means variando o número de clusters, k, de 1 a 20. Os grupos foram então interpretados a partir da Análise dos Componentes Principais (ACP) e de análise descritivas dos seus atributos. A ACP é uma técnica de redução de dimensionalidade dos dados ou transformação linear ortogonal na qual os dados são projetados para um novo conjunto de variáveis não correlacionadas chamadas componentes principais, tal que o padrão de variabilidade dos dados é concentrado nos primeiros componentes (Hastie *et al*., 2017; Zhao et. al, 2023). Assim, analisou-se graficamente como os dois primeiros componentes principais (CP) estão distribuídos em cada grupo. A análise descritiva dos atributos consistiu em analisar medidas de tendência central e dispersão, permitindo interpretar que tipos de padrões de deslocamento podem ser evidenciados e as diferenças entre os grupos. Avaliou-se também em cada grupo como se comporta o padrão das primeiras validações do dia com base na distância mínima de validação (entre a residência e a primeira validação do dia) para o período de análise de seis meses.

3.4 Identificação dos padrões de uso

Nesta etapa, especificou-se modelos supervisionados para modelar a probabilidade de um usuário validar ao embarcar. Então, busca-se avaliar modelos para prever o comportamento de validação para cada padrão identificado na etapa anterior. A variável a ser modelada é a probabilidade de validar ao embarcar, sendo uma variável numérica, onde o valor 1 significa que o usuário valida ao embarcar e 0, caso contrário. O modelo calcula uma probabilidade que se acima de 50% é transformada no valor 1, e abaixo é transformada no valor 0. Para tanto, utilizou-se a variável distância da primeira validação do dia, a qual é a distância euclidiana entre o local de embarque para os usuários com endereços válidos e o local de validação. Considerando que a distância média entre paradas na rede do SIT-FOR é próxima a 500m, assumiu-se que um usuário valida ao embarcar se sua distância mínima de validação durante um período de 6 meses de análise for inferior a 500m. Dado que as distâncias de validação apresentam elevada variabilidade, mesmo para um mesmo usuário, adotou-se os seguintes modelos supervisionados fundamentados em aprendizado de máquina: Naive Bayes (NB), Random Forest (RF), e Rede Neural (RN) (Hastie *et al*., 2017).

O modelo de NB é um modelo de previsão comum para aplicações de classificação quando não se sabe ao certo as relações entre as variáveis. O modelo baseia-se na premissa “naive” de independência das variáveis, prevendo a classe que pertence os valores das variáveis de

acordo com as suas distribuições de probabilidades, que são predefinidas baseada nas características da amostra. Nos modelos RF e RN, assume-se uma forma estruturada para as funções de previsão, que pode criar algum tipo de viés, mas reduzir variância nas estimativas de previsão. Nestes métodos, a premissa principal é a de que a curva de separação entre os grupos é não linear. Esta premissa parece razoável para o caso de padrões de validação já que a decisão de validar no momento do embarque pode variar consideravelmente na rede, não sendo possível definir uma função de classificação global linear.

Optou-se por uma modelagem baseada em Aprendizado de Máquina, definindo um grupo de treinamento e outro para teste, seguindo um método de validação cruzada com a seguinte proporção 7:3. Foram definidos modelos para cada padrão de uso do sistema, assim como considerando todos os dados sem segmentação por grupo. As variáveis utilizadas para treinar os modelos foram os atributos. Os modelos foram avaliados a partir dos indicadores de sensibilidade (que mede a capacidade dos modelos de classificar corretamente todas as unidades de uma dada categoria), de precisão (que mede a proporção de unidades classificadas numa dada categoria que são realmente classificadas corretamente), e o F1-Score (que combina os indicadores de sensibilidade e precisão numa única métrica, e mede a capacidade do modelo de reduzir falsos positivos e falsos negativos).

4 RESULTADOS

De acordo com dados do Censo de 2022, Fortaleza cresceu de 270 mil habitantes em 1950 para quase 2,4 milhões em 2022. Essa expansão trouxe grandes desafios aos planejadores da cidade no que se refere aos transportes dessa nova massa de habitantes. O sistema SIT-FOR, que registrava em 2018 mais de 1 milhão de validações diariamente, contava com 279 linhas de ônibus regulares e 22 linhas complementares. De acordo com os dados de GTFS de 2018, a extensão total da rede era de 4.969 km, com uma média de 11 km por linha. O sistema conta também com 7 terminais fechados de integração física, localizados na periferia, e 2 terminais abertos de integração tarifaria no centro da cidade.

4.1 Padrões de uso do sistema

Os métodos do cotovelo e o score de silhueta (Figura 2) indicaram a existência de 3 ou 4 grupos nos dados. Adotou-se 4 grupos para análise após observar, com base nos atributos, a existência de dois grupos distintos com maior intensidade de uso e outros dois grupos com menor intensidade.

Os quatro grupos gerados foram numerados de 0 a 3. As proporções de usuários em cada grupo foram de 15,8%, 26,2%, 20,7% e 37,3%, respectivamente. A Figura 3 apresenta o gráfico relacionando o primeiro e o segundo componente principal dos dados, assim como as direções (autovetores) de maior variação positiva dos atributos relacionados aos componentes principais 1 (CP 1) e 2 (CP 2), respectivamente. Os 6 primeiros componentes principais agregam 87% da variância nos dados. Atributos com componentes dos autovetores na mesma direção são perfeitamente correlacionados, afetando a separação dos grupos da mesma forma. Pode-se destacar o efeito de alguns atributos em cada grupo.

O Atributo I19 (proporção de validação em linha convencional), por exemplo, apresenta maior efeito no Grupo 0. O Atributo I10 (relacionado a distância temporal) apresenta maior contribuição no Grupo 1. Da mesma forma, os atributos I20 (proporção de validação por linha complementar) e I12 (faixa horária da primeira validação) tem uma maior intensidade

nos grupos 2 e 3, respectivamente. Assim, o principal aspecto evidenciado pelo CP1 nas características dos grupos são aspectos temporais de uso do sistema, dado pelos maiores vetores (atributos I10 e I12), enquanto o CP2 captura aspectos operacionais das linhas, como a sua funcionalidade.

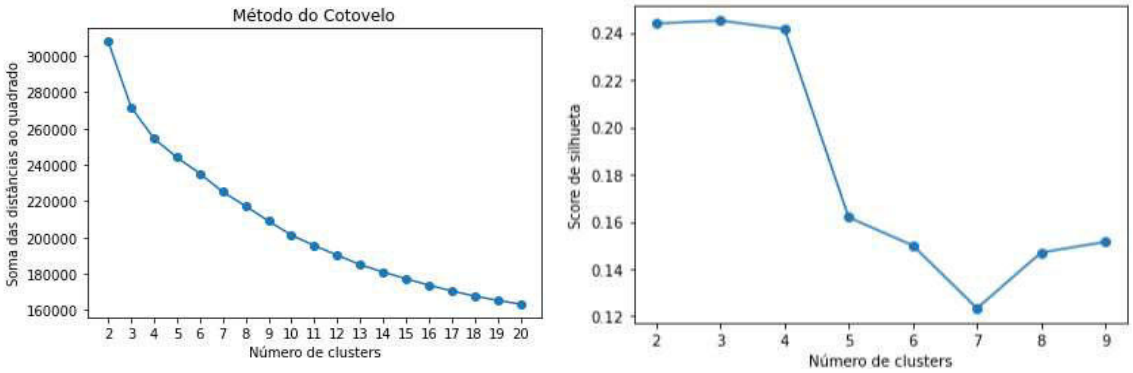


Fig. 2 Resultado do número de grupos pelo método do a) cotovelo e da b) silhueta

A Tabela 1 apresenta um resumo dos valores médios dos atributos de cada grupo. O Grupo 0 é formado por usuários que não tem um padrão regular de validação ao longo dia, com usuários realizando atividade em diferentes horários (faixas de maior frequência 10-11hrs e 13-14hrs, com um elevado desvios padrão de 4 horas). As atividades realizadas por estes usuários podem incluir atividades de média duração, como atividades de estudo, considerando a média em torno de 3 horas de distância temporal, até atividades bem curtas com menos de duas horas.

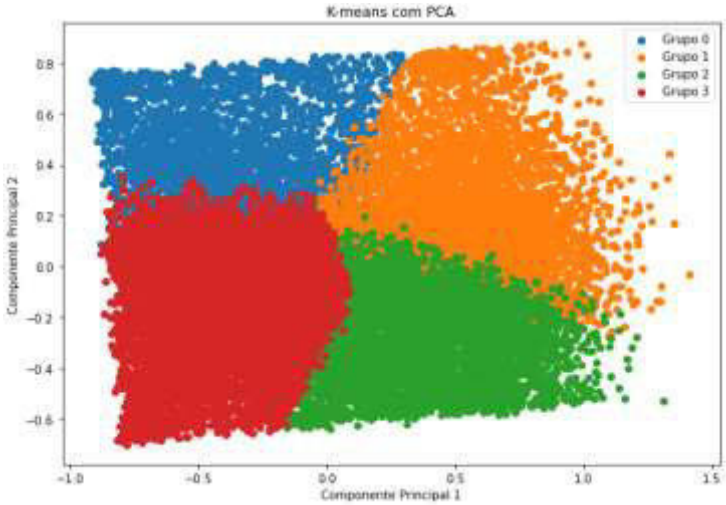


Fig. 3 Distribuição do clusters pelo CP1 e CP2

O Grupo 1 parece ser formado por usuários com uso regular do sistema (maiores frequências de validação diária, sendo maior do que 2,6) e que usam o sistema para acessar diferentes atividades, incluindo trabalho (distância temporal média maior do que 9 horas e desvio padrão maior do que 2 horas). Outro indício de que seja um grupo regular de uso do sistema é que os horários de maior validação (faixas horárias de maior frequência estão entre 6-7hrs e 16-17hrs) correspondem aos horários de pico do dia. Muitos destes usuários parecem estar distantes das atividades, na região periférica, conforme indicam os atributos dos espaços de validações, e parecem realizar integrações em terminais físicos, conforme a proporção de validações em linhas alimentadoras e complementares neste grupo. O Grupo 2 apresenta características similares ao Grupo 1, contudo com uma tendência mais pendular (com

frequência diária de validação pouco acima de 2,0 e com menor variação, distância temporal com média em torno de 8 horas). Possivelmente é formado por usuários que usam o sistema predominantemente para acessar atividade de trabalho. Muitos usuários deste grupo estão também mais próximos das atividades do que os do Grupo 1 (Figura 4), e assim acessam o sistema do SIT-FOR um pouco mais tarde do que os do Grupo 1 (faixa horária da primeira validação em torno de 7-8hrs). Por fim, o Grupo 3 é provavelmente formado por usuários que acessam o sistema para realizar atividades esporádicas (grupo com menor frequência de validações, abaixo de 2,0, e menores distâncias temporais, com média abaixo de 3 horas). Assim como os usuários do Grupo 0, é também constituído por usuários que utilizam o sistema em diferentes horários do dia.

Tabela 1 Resumo dos indicadores para os grupos de uso

ID	Atributos	Grupo 0	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1	Freq_Dia_Segunda (Validações/Dia)	1,94	2,63	2,34	1,89
2	Freq_Dia_Terça (Validações/Dia)	1,98	2,64	2,37	1,96
3	Freq_Dia_Quarta (Validações/Dia)	1,95	2,65	2,37	1,93
4	Freq_Dia_Quinta (Validações/Dia)	1,98	2,64	2,37	1,96
5	Freq_Dia_Sexta (Validações/Dia)	1,92	2,62	2,32	1,91
6	Frq_Validacao_Terminal (Validações/Dia)	0,20	0,41	0,34	0,19
7	Dist_Tempo_Segunda (Horas)	2,99	9,11	7,88	2,34
8	Dist_Tempo_Terça (Horas)	3,09	9,37	8,20	2,42
9	Dist_Tempo_Quarta (Horas)	3,05	9,26	8,08	2,49
10	Dist_Tempo_Quinta (Horas)	3,12	9,29	8,11	2,48
11	Dist_Tempo_Sexta(Horas)	2,97	8,86	7,61	2,41
12	Faixa_Horaria_Primeira_Validacao	10,45	6,74	7,62	11,53
13	Faixa_Horaria_Ultima_Validacao	13,73	16,80	16,51	13,85
14	Area_Validacao (Km^2)	3,55	11,08	7,59	5,05
15	Dist_Horizontal_Max (Km)	4,97	7,31	7,11	6,09
16	Dixt_Vertical_Max (Km)	3,69	5,14	4,34	4,36
17	Prop_Dia_Alimentadora (Proporção/Dia)	0,05	0,25	0,07	0,18
18	Prop_Dia_Troncal (Proporção/Dia)	0,04	0,10	0,05	0,11
19	Prop_Dia_Convencional (Proporção/Dia)	0,65	0,28	0,09	0,13
20	Prop_Dia_Complementar (Proporção/Dia)	0,16	0,25	0,71	0,45

4.2 Modelagem dos embarques

A Tabelas 2 apresenta os desempenhos de previsão dos modelos em cada grupo. Para cada grupo, apresentam-se inicialmente os resultados considerando os modelos treinados e testados com dados do próprio grupo. Em seguida, são apresentados os modelos treinados sem considerar os dados do grupo específico e aplicados aos dados do grupo. A comparação destes modelos em cada grupo, permite verificar se os modelos treinados para cada grupo têm um melhor desempenho do que um modelo generalizado sem considerar separação por grupos. Na discussão a seguir, os modelos treinados sem considerar os dados do próprio grupo serão chamados de modelos do Grupo X. Ao comparar os modelos em cada grupo com os modelos do Grupo X, nota-se que os modelos por grupo apresentam uma maior capacidade em prever os usuários que não validam ao embarcar. Como pode ser visto nos

modelos dos Grupos X, os resultados dos indicadores de sensibilidade, precisão e F1-Score mostram que os modelos NB e RN não apresentaram desempenho satisfatório.

Tabela 2: Modelagem da probabilidade de validar ao embarcar em cada grupo

Modelagem para o Grupo 0									
	Naive Bayes			***Random Forest***			***Rede Neural***		
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,60	0,50	-	0,60	0,45	-	0,56	0,40	-
Sensibilidade	0,99	0,01	-	0,89	0,13	-	0,04	0,95	-
F1- Score	0,75	0,02	0,60	0,72	0,20	0,58	0,08	0,57	0,41
Modelos treinados com os Grupos 1, 2, 3 e testados no Grupo 0									
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,60	0,00	-	0,60	0,42	-	0,60	0,44	-
Sensibilidade	1,00	0,00	-	0,81	0,21	-	0,95	0,06	-
F1- Score	0,75	0,00	0,60	0,69	0,28	0,57	0,73	0,10	0,59
Modelagem para o Grupo 1									
	Naive Bayes			***Random Forest***			***Rede Neural***		
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,67	0,23	-	0,69	0,52	-	0,70	0,41	-
Sensibilidade	0,99	0,01	-	0,92	0,19	-	0,74	0,36	-
F1- Score	0,80	0,01	0,66	0,79	0,28	0,67	0,72	0,38	0,61
Modelos treinados com os Grupos 0, 2, 3 e testados no Grupo 1									
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,67	0,00	-	0,71	0,45	-	0,67	0,44	-
Sensibilidade	1,00	0,00	-	0,78	0,36	-	1,00	0,01	-
F1- Score	0,80	0,00	0,67	0,74	0,40	0,64	0,8	0,01	0,67
Modelagem para o Grupo 2									
	Naive Bayes			***Random Forest***			***Rede Neural***		
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,59	0,49	-	0,63	0,57	-	0,58	0,48	-
Sensibilidade	0,87	0,17	-	0,81	0,34	-	0,97	0,04	-
F1- Score	0,71	0,26	0,58	0,71	0,43	0,62	0,73	0,08	0,58
Modelos treinados com os Grupos 0, 1, 3 e testados no Grupo 2									
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,58	0,00	-	0,62	0,53	-	0,58	0,00	-
Sensibilidade	1,00	0,00	-	0,81	0,30	-	1,00	0,00	-
F1- Score	0,74	0,00	0,58	0,70	0,38	0,60	0,74	0,00	0,58
Modelagem para o Grupo 3									
	Naive Bayes			***Random Forest***			***Rede Neural***		
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,61	0,42	-	0,62	0,48	-	0,62	0,43	-
Sensibilidade	0,97	0,03	-	0,91	0,13	-	0,86	0,17	-
F1- Score	0,75	0,06	0,61	0,74	0,21	0,61	0,72	0,24	0,59
Modelos treinados com os Grupos 0, 1, 2 e testados no Grupo 3									
	1	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**	**1**	**0**	**Acurácia**
Precisão	0,61	0,39	-	0,62	0,42	-	0,61	0,42	-
Sensibilidade	0,76	0,24	-	0,84	0,18	-	0,98	0,02	-
F1- Score	0,68	0,30	0,56	0,71	0,25	0,59	0,75	0,05	0,61

Obs. 1 – valida ao embarcar, 0 – não valida ao embarcar.

Para os grupos 0, 1 e 2, estes modelos não foram nem mesmo capazes de classificar os usuários que não validam ao embarcar. Porém, os modelos RF para os Grupos X

apresentaram desempenho comparável aos dos modelos por grupo, com pelo menos 42% dos usuários classificados como 0 sendo classificados corretamente. Vale destacar que alguns atributos podem não apresentar independência, desta forma sendo necessário reavaliar a utilização do *naive bayes* em outros estudos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, mostrou-se que existe uma limitação nos dados de Bilhetagem Eletrônica que são em geral usados para inferir atributos das viagens para complementar as pesquisas domiciliares. Embora os dados automáticos tenham um potencial para gerar atributos dos deslocamentos numa escala quase populacional e de forma contínua no tempo, ainda existem alguns desafios que precisam ser superados para sua utilização. Especialmente, em contextos em que o momento da validação pode ocorrer ao longo da vigem, não se sabe exatamente qual o local de embarque dos usuários quando realizam viagens no sistema de transporte público. A análise dos locais de validações em Fortaleza, neste artigo, mostrou que uma parcela considerável de usuários não valida no momento do embarque, o que impede a aplicação direta de técnicas de encadeamento para prever destinos e transferências das viagens. O estudo, então, fundamentado na hipótese de que a regularidade de uso do sistema por parte de alguns usuários pode auxiliar na previsão dos padrões de embarque, identificou padrões de uso e propôs modelos para prever o fenômeno de validação a partir dos padrões identificados. Embora os resultados sugiram que separar os usuários em grupos conforme um conjunto de atributos observados para um certo período e gerados a partir dos dados de bilhetagem, GPS, e GTFS, pode ser um caminho para inferir os embarques, o desempenho dos modelos gerados ainda não parece ser satisfatório para garantir que os dados de previsão de embarque possam ser usados num nível operacional ou tático de planejamento do sistema. Contudo, os resultados mostraram que os modelos de previsão apresentaram melhores desempenhos para os usuários com padrões de uso regulares, o que corrobora com a hipótese deste estudo. Notou-se também que os atributos que mais contribuíram para formação dos grupos e para previsão do embarque são do tipo temporal, como distância temporal entre validações e hora de utilização, indicando uma influência dos horários das atividades no padrão de uso e consequentemente no comportamento de validação. O estudo aqui proposto pode ser replicado em qualquer contexto em que a tarifa seja coletada por meio de bilhetagem eletrônica e a frota veicular seja monitorada por GPS. Algumas direções para estudos futuros podem ser a investigação de atributos relacionados ao nível de serviço das linhas no momento dos embarques, como a lotação dos veículos, assim como investigar atributos relacionados a características dos usuários ou das viagens. Suspeita-se também que a utilização de dados longitudinais para analisar o comportamento dia a dia dos usuários poderia ser uma direção promissora.

5 REFERÊNCIAS

Arbex, R. O. e C. B. Cunha (2020) Estimating the influence of crowding and travel time variability on accessibility to jobs in a large public transport network using smart card big data. Journal of Transport Geography, v. 85. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102671.

Cats, O. e F. Ferranti (2022) Unravelling individual mobility temporal patterns using longitudinal smart card data. Research in Transportation Business & Management, v. 43. DOI: 10.1016/j.rtbm.2022.100816.

Chen, C.; J. Ma; Y. Susilo; Y. Liu e M. Wang (2016) The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 68, p. 285-299. DOI: 10.1016/j.trc.2016.04.005.

Cui, C. L.; Y. L. Zhao e Z. Y. Duan (2014) Research on the stability of public transit passenger travel behavior based on smart card data. In 14th COTA International Conference of Transportation Professionals, p. 1318–1326. DOI: 10.1061/9780784413623.128.

Faroqi, H.; M. Mesbah e J. Kim (2019) Comparing sequential with combined spatiotemporal clustering of passenger trips in the public transit network using smart card data. Mathematical Problems in Engineering, v. 2019, p. 1–16. DOI: 10.1155/2019/5070794.

Habib, K. N. e A. Weiss (2014) Evolution of latent modal captivity and mode choice patterns for commuting trips: A longitudinal analysis using repeated cross-sectional datasets. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 66, p. 39–51. DOI: 10.1016/j.tra.2014.04.013.

Hastie, T.; R. Tibshiranu e J. Friedman (2017) The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. 2nd Edition, New York: Springer.

Kurauchi, F. e J. D. Schomocker (2017) Public transport planning with smartcard data . 1st Edition, Boca Raton: CRC Press.

Ma, X.; Y. J. Wu; Y. Wang; F. Chein e J. Liu (2013) Mining smart card data for transit riders' travel patterns. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 36, p. 1-12. DOI: 10.1016/j.trc.2013.07.010.

Munizanga, M.A. e C. Palama (2012) Estimation of disaggregate multimodal public transport origin–destination matrix from passive smart card data from Santiago, Chile. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 24, p. 9-18. DOI: 10.1016/j.trc.2012.01.007.

Pelletier, M.-P.; M. Trépanier e C. Morency (2011) Smart Card Data Use in Public Transit: A Literature Review. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 19, n. 4, p. 557–568. DOI: 10.1016/j.trc.2010.12.003.

Shalit, N.; M. Fire e E. Ben-Elia (2022) A supervised machine learning model for imputing missing boarding stops in smart card data. Public Transport, v. 15, p. 287–319. DOI: 10.1007/s12469-022-00309-0.

Tang, T.; R. Liu; C. Choudhury; A. Fonzone e Y. Wang (2023) Predicting hourly boarding demand of bus passengers using imbalanced records from smart-cards: a deep learning approach. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, v. 24, n. 5, p. 5105 - 5119. DOI: 10.1109/TITS.2023.3237134.

Zhao, X.; M. Cui e D. Levinson (2023) Exploring temporal variability in travel patterns on public transit using big smart card data. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, v. 50, n. 1, p. 198–217. DOI: 10.1177/23998083221089662.

POLOS GERADORES DE VIAGENS: ANÁLISE DO IMPACTO CAUSADO PELOS EMPREENDIMENTOS ALTEZZA E NEW LIFE EM JATAÍ-GO.

E. C. M. Soares, C. D. A. Gentil, M. R. Pires

RESUMO

Com o objetivo de trazer a discussão sobre polos geradores de viagens (PGVs), realizou-se uma pesquisa com o objetivo de estudar os impactos de trânsito causados pelos edifícios residenciais Altezza e New Life, situados na cidade de Jataí-GO, considerados PGVs. Como metodologia de pesquisa foram realizadas as seguintes etapas: contagens veiculares nos pontos críticos; adaptação da Metodologia de Grando e Método HCM para avaliar o nível de serviço nas rotatórias; comparação dos resultados dessas vias de acesso, por meio do tempo de atraso (delay) e da espera total para cada trecho da rede. Os resultados da pesquisa sugerem que as rotatórias operam em um dos níveis de serviço. Não foi possível concluir a natureza de aumentos dos fluxos veiculares nos pontos críticos de acesso, porém, é indispensável associar que eles se encontram em níveis de serviço e desempenhos insatisfatórios em razão das influências dos contingentes de viagens gerados pelo PGV.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com GONÇALVES (2012), os PGVs são locais ou instalações de distintas naturezas que possuem em comum o desenvolvimento de atividades em escala e portes capazes de exercer grande atratividade sobre a população, além de produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, promovendo, consequentemente, potenciais impactos na malha viária urbana (SILVA, 2010). Segundo KNEIB (2004), esses impactos ocorrem tanto no sistema viário quanto no uso do solo em sua área de influência.

Os PGVs são capazes de gerar também impactos positivos, como o crescimento econômico e a valorização socioespacial de uma região, todavia também estejam associados a reflexos negativos sobre a estrutura viária, mobilidade urbana e sistemas de transporte. Esses impactos são classificados como: congestionamentos (aumento nos tempos de viagens nas vias do entorno); problemas ambientais (aumento da poluição); e conflitos entre viagens e o acesso ao empreendimento.

Este artigo apresenta os dados de uma pesquisa que foi realizada em Jataí-GO e que teve como objetivo analisar o impacto dos edifícios NEW LIFE e ALTEZZA na geração de viagens, na região de implantação e influência do empreendimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Polos geradores de viagens – caracterização

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), o termo PGV é aplicado aos empreendimentos que possuem a capacidade de atrair um grande contingente de viagens, o que, muitas das vezes, carregam consequências negativas para o tráfego viário nas imediações do mesmo (SOARES, 2016). O PGV coloca em risco a acessibilidade de toda a região e prejudica as condições de segurança dos veículos e pedestres (DENATRAN, 2001)

As caracterizações da nomenclatura PGV foram sustentadas por PORTUGAL & GOLDNER (2003), cuja principal preocupação era o número de viagens motorizadas geradas por esses empreendimentos. De acordo com esses autores, o PGV "[...] está associado a locais ou instalações de distintas naturezas que tem em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de produzir um contingente significativo de viagens.".

Tal conceito ganhou significados e representações mais sólidas. A evolução desse conceito deixou de considerar apenas o tráfego individual motorizado proveniente do empreendimento, passando a considerar as viagens em geral; além dos impactos relacionados ao polo não mais somente nos sistemas viário e de transportes, como também no uso, ocupação e valorização do solo (KNEIB, 2006). São exemplos de PGVs empreendimentos comerciais, prédios, shopping centers, universidades, entre outros, com usos industriais, institucionais, educacionais, habitacionais.

Como citado, a preocupação para com os PGVs estendeu-se a outros fatores como uso do solo, mobilidade urbana, impactos ambientais e qualidade de vida (KNEIB, 2006). A fim de minimizar esses impactos, os PGVs podem ser controlados por meio de leis que obrigam que novas construções e/ou ocupações com determinadas características sejam submetidas a avaliações dos órgãos competentes de trânsito e transporte. Tal obrigação deverá ser acompanhada da definição de poder de veto sobre os empreendimentos que possam ser considerados como inadequados. Desde que foi inserido nos planos diretores de diversas cidades, a avaliação de impactos de PGVs tem sido objetos de constantes estudos e pesquisas, com a busca comum de estabelecer meios de avaliação de impactos de forma eficiente e precisa.

ORTÚZAR & WILLUMSEN (2011) definem viagem como um movimento unidirecional de um ponto de partida a um ponto do destino. Dessa forma, as viagens realizadas por automóveis e atraídas pelos PGVs, são definidas por PORTUGAL & GOLDNER (2003) como sendo de três diferentes tipos: primárias, desviadas e de passagem, conforme descrição na Tabela 1.
De acordo com CUNHA (2009), a implantação de um PGV causa impactos nas vias próximas ao entorno, afetando não somente os novos usuários, mas também os habitantes da esfera de influência do empreendimento. É de destaque ainda que, quando o polo é implantado de forma planejada e ordenada, pode trazer vantagens à área, melhorando a trafegabilidade, acessibilidade e valorização dos aspectos socioculturais do local. Com base no exposto, é imprescindível avaliar os impactos negativos oriundos da implantação de um novo empreendimento a fim de mitigá-los ou eliminá-los do sistema viário.

Tabela 1 Definição das categorias de viagens geradas por PGV

CLASSIFICAÇÃO DA VIAGEM	DEFINIÇÃO
Primária	Possuem como principal objetivo a visita ao empreendimento.
Desviada	Acontecem em vias adjacentes ao empreendimento e realizam um ligeiro desvio de sua rota original para acesso ao polo.
Passagem	Não desviam do percurso original e podem ser caracterizados como uma parada intermediária no caminho entre a origem e o destino.

2.2 Método de avaliação de impactos causados pelos PGV

O Estudo de Impacto de Tráfego (EIT) é pré-requisito para a implantação de um PGV em várias cidades brasileiras. Há também alguns municípios que exigem, junto ao EIT, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

Para determinar o impacto das viagens pelos PGVs e mitigá-lo no sistema viário e de transportes, uma das fases mais importantes é estimar o número de viagens geradas pelo empreendimento e analisar como a divisão modal desses veículos afetará a trafegabilidade.

O estudo para identificar os problemas oriundos da implantação de novos empreendimentos pode ser realizado por meio de diferentes metodologias. De acordo com CYBIS & GIUSTINA (2003), existem vários métodos de avaliação dos impactos causados por PGVs no sistema viário e de transportes onde cada um destes busca se adequar à sua realidade local, a saber: metodologia do Departamento de Transportes dos EUA, metodologia do Institute of Transportation Engineering (ITE), metodologia do CET-SP e Metodologia de Grando. Para esta pesquisa, utilizou-se a metodologia de Grando com adaptações, que consiste nas seguintes etapas: conhecimento do problema local, delimitação da área de influência, aspectos gerais dos sistemas viários, divisão modal, geração de viagens, distribuição de viagens, delimitação da área crítica, estudos de pontos críticos, alocação de tráfego gerado aos pontos críticos, levantamento da situação atual e cálculo da capacidade, determinação dos volumes totais de tráfego, definição dos níveis de desempenho e análise dos resultados, dimensionamento do estacionamento. A metodologia estabelece que seja realizado o levantamento do volume de tráfego existente e o cálculo da capacidade das vias nas aproximações das interseções próximas ao empreendimento. Assim, deve-se obter o volume total de tráfego, adicionando-se os volumes gerados pelo PGV, nos cenários atual (com e sem o empreendimento) e futuro, analisando o local com o crescimento da frota urbana. As adaptações da metodologia para esta pesquisa serão descritas no item 3.

3 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa utilizou-se as seguintes etapas metodológicas: i) Caracterização geral do empreendimento: compreendeu análise geral do empreendimento quanto a área e classificação do objeto de estudo (de acordo com as normativas do DENATRAN (2011) e vias de acesso ao PGV; ii) Análise da Influência do PGV por meio de adaptação da Metodologia de Grando dividida em sete etapas, a saber: a) exploração espacial da ocupação da região. Definição do raio de influência: 500m (caracterização da região do entorno dos edifícios após a implantação do empreendimento); b) Exploração

espacial do tipo de uso do solo/atividades da Região onde o raio de influência definido foi de 500 m; c) Estudo dos sentidos de circulação viária dentro do raio de influência de 500 metros; d) Levantamento do número de vagas de estacionamento presentes do entorno da quadra; e) Exploração espacial da acessibilidade à região (correspondendo à verificação da quantidade de Faixas de Travessia para Pedestres e levantamento dos terminais de transporte coletivo); f) Contagem Veicular nos pontos críticos do entorno, definidos como rotatórias físicas, em horários definidos de pico discernindo os tipos veiculares e o intervalo de travessia. Essa contagem foi realizada por meio do Método HCM (*Highway Capacity Manual*) (2010) – para definir o nível de serviço (NS).

O cálculo do NS serviço foi realizado por meio do método do HCM. Esse procedimento permitiu analisar o desempenho operacional dos pontos críticos nos cruzamentos que dão acesso à quadra do PGV. Essas intersecções são caracterizadas por rotatórias/rótulas físicas, onde foram feitas contagens veiculares, em horários de pico (compreendido entre 07:00 – 08:00 e, 17:00 – 18:00) analisando todos os movimentos realizados nesses pontos.

O critério de Nível de Serviço (NS) foi avaliado por meio do *delay*, isto é, o tempo de espera médio para fazer o percurso da rotatória e, também pelo critério relativo à relação entre o Volume de veículos e a Capacidade dos trechos que interligam a rotatória. Sendo que o NS foi definido considerando os critérios estabelecidos na Tabela 2:

Tabela 2 Critério de nível de serviço

Atraso (s/veic)	***NS de acordo com a relação volume-capacidade***	
	v/c ≤ 1,0	*v/c > 1,0*
0 - 10	A	F
> 10 - 15	B	F
> 15 - 25	C	F
> 25 - 35	D	F
> 35 - 50	E	F
> 50	F	F

NS-A: A maioria dos veículos no fluxo de tráfego pode passar livremente pela interseção praticamente sem demora. ***NS-B:*** A capacidade de deslocamento dos veículos de desvio é afetada pelo fluxo preferencial. Os tempos de espera são curtos. **NS-C:** Os motoristas dos fluxos secundários precisam estar cientes de um número significativo de veículos advindos da corrente principal. Os tempos de espera são sensíveis. As filas de veículos começam a se formar, mas sem grande extensão ou duração. ***NS-D:*** A maioria dos motoristas da corrente secundária é forçada a efetuar paradas, com considerável perda de tempo. Para alguns dos veículos os tempos de espera podem ser elevados. Mesmo que se formem retenções de maiores extensões, estas voltam a ser reduzidas. Fluxo de trânsito segue estável. ***NS-E:*** Formam-se filas de veículos, que não se reduzirão enquanto permanecerem os mesmos volumes de tráfego. Os tempos de espera podem se tornar muito longos. Pequenos aumentos das interferências entre veículos podem provocar colapso do tráfego. A capacidade foi atingida. ***NS-F:*** O número de veículos que chegam ao cruzamento por um período prolongado excede a capacidade. Há longas e crescentes filas de veículos com longos tempos de espera. Esta situação é mitigada apenas por uma diminuição significativa do tráfego. O cruzamento está congestionado.

Ainda de acordo com HCM (2010) e algumas adaptações para essa pesquisa, os dados necessários para análise da rotária foram: número e configuração das faixas em cada aproximação; volume de demanda para cada entrada de veículos durante 15 minutos; porcentagem de veículos pesados definidos para os intervalos de tempo analisados; distribuição do volume através das faixas de entrada.

O primeiro passo foi calcular o Fator Hora Pico (FHP) para os intervalos de tempo da contagem. Extraiu-se o maior valor de contagem veicular registrado nos intervalos de uma hora. Em seguida, multiplicou-se esse valor por quatro, superlativando a contagem. Por fim, dividiu-se esse valor pela soma total das contagens no intervalo analisado.

Após esse passo, a próxima etapa consistiu em converter o volume de veículos oriundos da contagem em taxa de fluxo. Para obtenção dessa taxa de fluxo veicular deve-se aplicar a Equação 1, apresentada a seguir.

$$v_i = \frac{V_i}{FHP} \tag{1}$$

Onde,
$v_i =$ taxa de fluxo de demanda para o movimento i analisado,
$V_i =$ volume de demanda para movimento i, e
FHP = fator hora – pico (será calculada à média para os dois turnos analisados, isto é, matutino e vespertino)

Posteriormente, foi necessário ajustar a taxa de fluxo para os veículos pesados analisados. Os veículos pesados incluem ônibus, caminhões, carretas e quaisquer outros veículos que trafegam acima de 03 eixos.

Para esse ajuste, levou-se em consideração a Tabela 3, onde pode-se observar os Fatores de Equivalência recomendados pelo HCM (2010):

Tabela 3 Fator de Equivalência para Veículos de Passeio

Tipo de Veículo	Fator de Equivalência
Veículo de passeio	1
Veículo pesado	2

O cálculo para incorporar esses valores é descrito por meio das Equações 2 e 3 abaixo:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_t(E_t - 1)} \tag{2}$$

$$V_{i,pce} = \frac{V_i}{f_{HV}} \tag{3}$$

Onde,
$f_{HV} =$ fator de ajuste de veículo pesado,
$V_{i,pce} =$ taxa de fluxo de demanda para movimento analisado,
$v_i =$ taxa de ajuste de demanda para o movimento analisado,

P_T = porcentagem do volume de demanda composto por veículos pesados, e
E_T = fator de equivalência para veículos pesados

O próximo passo consistiu em determinar a capacidade de cada faixa de entrada. Como as rotatórias encontradas nos pontos críticos do PGV são do tipo "Faixa Única", isto é, comportam apenas um veículo por vez em seu contorno, a equação que estima a capacidade para as diferentes faixas que interceptam as rotatórias fez-se por meio da Equação 4:

$$c_{e,pce} = 1130 \times e^{(-10^{-3}) \times v_{i,pce}} \quad (4)$$

Onde,
$c_{e,pce}$ = capacidade da faixa, equivalente em veículos de passeio (pc/h) e,
$v_{i,pce}$ = taxa de fluxo conflitante (pc/h)

A Equação 5 abaixo dá a capacidade para cada faixa de entrada conflitando com uma circulante do seguinte modo:

$$c_{e,pce} = 1130 \times e^{(-10^{-3}) \times v_{c,pce}} \quad (5)$$

Onde,
$c_{e,pce}$ = capacidade da faixa, equivalente em veículos de passeio (pc/h) e,
$v_{c,pce}$ = taxa de fluxo conflitante (pc/h)

A capacidade para entrada de rotatórias com uma faixa conflitando com duas circulantes é dada pela Equação 6:

$$c_{e,pce} = 1130 \times e^{(-0{,}7 \times -10^{-3}) \times v_{c,pce}} \quad (6)$$

Onde,
$c_{e,pce}$ = capacidade da faixa, equivalente em veículos de passeio (pc/h) e,
$v_{c,pce}$ = taxa de fluxo conflitante (pc/h)

As Equações 7 e 8 abaixo dão a capacidade para as faixas da direita e da esquerda, respectivamente, para uma rotatória com entrada com duas faixas conflitando com duas circulantes:

$$c_{e.R.pce} = 1130 \times e^{(-0{,}70 \times -10^{-3}) \times v_{c,pce}} \quad (7)$$

Onde,
$c_{e,R,pce}$ = capacidade da pista de entrada a direita, em veículos de passeio (pc/h) e,
$c_{e,L,pce}$ = capacidade da pista de entrada a esquerda, em veículos de passeio (pc/h) e,

$$c_{e.L.pce} = 1130 \times e^{(-0{,}75 \times -10^{-3}) \times v_{c,pce}} \quad (8)$$

Onde,

$c_{e,R,pce}$ = capacidade da pista de entrada a direita, em veículos de passeio (pc/h) e,
$c_{e,L,pce}$ = capacidade da pista de entrada a esquerda, em veículos de passeio (pc/h) e,
$v_{c,pce}$ = taxa de fluxo conflitante (total de ambas as faixas) (pc/h)

Posterior, fez-se necessário calcular as razões entre o volume a capacidade, para cada faixa de entrada, conforme Equação 9:

$$x_i = \frac{v_{i,pce}}{c_{e.pce}} \tag{9}$$

Onde,
x_i = razão do volume pela capacidade da faixa i,
v_i = taxa de fluxo de demanda da faixa i (veh/h) e,
c_i = capacidade da faixa i (veh/h).

Com os valores obtidos por meio dessa relação, foi possível analisar, individualmente, os níveis de serviço para cada faixa. Depois disso, foi calculada a média do atraso da rotatória como um todo. Através deste coeficiente foi possível analisar os fluxos veiculares nas rotatórias sob influências do PGV.

O atraso para as faixas de entrada foi calculado da seguinte maneira:

$$d_i = \frac{3600}{c} + 900T\left[x_{NB} - 1 + \sqrt{(x_{NB}-1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right) \times x_{NB}}{450T}}\right] + 5 \tag{10}$$

Onde,
d_i = média de atraso (*delay*) (s/veh),
x = razão volume pela capacidade da faixa em questão,
c = capacidade da faixa em questão (veh/h), e
T = período de tempo (h) [T=0,25h para uma análise de 15 minutos).

Posteriormente, foi realizada a média dos atrasos considerando a rotatória como um todo com objetivo de calcular seu Nível de Serviço. Essa média de atraso foi calculada conforme a equação abaixo:

$$d_{Rj} = \frac{\sum_1^n v_i \times di}{\sum_1^n vi} \tag{11}$$

Onde,
d_{Rj} = média de atraso (*delay*) (s/veh),
v_i = taxa de fluxo de demanda da faixa i (veh/h) e,
d_i = média de atraso (*delay*) (s/veh),

Dessa forma, foi possível calcular o nível de serviço da rotária analisada e as particularidades enfrentadas para sua travessia, considerando as faixas de entradas calculadas (SANTOS, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização geral do empreendimento

Os objetos tomados para este estudo compreendem os edifícios Altezza e New Life construídos pela incorporadora Habitat, no município de Jataí-GO, entre os anos de 2018 e 2021. Por meio da Figura 1a, é possível ver o edifício Altezza à esquerda e os dois edifícios New Life à direita. A fim de tratar o empreendimento de forma totalitária, sua denominação PGV tratará dos três edifícios e todas suas dependências em conjunto. A quantidade de moradores dos edifícios foi estimada em aproximadamente 1032 pessoas.

O local escolhido para sua construção fica localizada no entorno dos logradouros R. Elter Pedrosa Silva, Rua Bento Paniago, Rua João Rosa Soares e Rua Duque de Caxias, lotes 01-A, 01-B e 02-A, na região central de Jataí. Os cruzamentos que dão acesso à quadra do PGV estão ilustrados na Figura 1b. Todos esses cruzamentos são constituídos por rotatória física. Com a implantação do empreendimento (habitacional, de grande porte – área superior a 400m²) passaram a receber de forma direta o impacto causado pelo fluxo do mesmo.



Fig. 1a Vista aérea dos edifícios, Fig. 1b Representação, em planta baixa, da quadra do PGV com destaque a seus cruzamentos

4.2 Análise do PGV e cálculo do NS

O raio de influência considerado foi de 500 metros tendo em vista a abundância analítica de dados sobre a extensão e progressividade dos impactos viários causados ao longo do entorno. A partir desse raio, foram analisados os aspectos viários referentes ao uso do solo nas imediações do PGV; mapa de circulação viária das vias do entorno; a quantidade de faixas de pedestres individuais e em cruzamentos semafóricos; as rotas de ônibus que contemplam o raio do PGV.

A Tabela 3 sintetiza no raio de influência considerado o uso e ocupação do solo. o tipo de ocupação de solo predominante é residencial, porém, o número de pequenos comércios,

instituições hospitalares, religiosas e financeiras trazem consigo um grande contingente de viagens geradas para a área de influência crítica do PGV.

Tabela 3 Ocupação do Solo no Entorno Imediato do PGV

•	Quantidade	Área
Empreendimento (PGV)	1	7297,97
Residência	1492	300190,4
Pequeno Comércios	78	7386,6
Instituição Hospitalar	4	16521,7
Instituição Religiosa	5	30781,9
Instituição Financeira	3	3460,4
Instituição Educacional	6	62099,86
Grande Comércio	2	5550,24
Posto Policial	1	797,06
Área de Poder Público	1	7480,49
TOTAL	**1593**	**441566,62**

O sentido de circulação das vias que fazem perímetro à quadra do PGV é relacionado por meio da Tabela 4. Esse resultado permitiu avaliar que existe uma certa tendência de movimento anti-horário para acesso da quadra do PGV, os veículos que transitam nessa região realizam um movimento de contorno da quadra. Isso garante aspectos positivos aos estabelecimentos contidos na quadra, tendo em vista à sequência em cadeia do fluxo do perímetro, mas, por outro lado, limita a quantidade de movimento possíveis a serem realizados por quem frequenta àquelas vias mesmo não almejando à visita aos empreendimentos.

Tabela 4 Sentido de Circulação das Vias de Acesso ao PGV

LOGRADOURO	SENTIDO DE CIRCULAÇÃO
Rua Duque de Caxias	Sentido Duplo
Rua Bento Paniago	Sentido Único
Rua Elter Pedrosa Silva	Sentido Único
Rua 022	Sentido Único

Para a análise da acessibilidade na região, destacou-se dois aspectos: as rotas de transporte coletivo junto a seus respectivos abrigos físicos, localizado no raio de influência imediata do PGV e a existência de Faixas de Travessia de Pedestres (FTP), sendo individuais ou pertencentes à cruzamentos semafóricos, na região de estudo. Observou-se que existem algumas faixas de pedestre no entorno, totalizando 23 FTPs individuais e 28 FTPs pertencentes à cruzamentos semafóricos. Nota-se que a abundância dessas faixas ocorre onde o fluxo de pedestres é maior como em locais de grande comércio, instituições escolares, instituições religiosas e instituições bancárias pois dessa forma, os pedestres possuem um amparo para fazer sua travessia segura.

A impedância e a presença de pedestres são alguns dos fatores que devem ser incorporados à Metodologia HCM (2010). Porém, para essa pesquisa, não foi considerado em detrimento de que a quantidade de pedestres circundantes não fora significativa.

Em relação às rotas de ônibus existentes dentro da área de influência, foi registrada, por meio de colaboração de dados da Superintendência Municipal de Trânsito, que existe apenas uma Linha que contempla essa travessia denominada por “Linha 02 (Residencial Cidade Jardim 2 – Conjunto Estrela D’Alva)”. Essa rota é caracterizada por ligar a porção norte à porção sul do município de Jataí através dos bairros periféricos Residencial Cidade Jardim 2 e Conjunto Estrela D’Alva em um trecho de 23,7 Km. No raio de influência citado, foi medido uma distância de 2,28 Km de trecho de ônibus, ou seja, 9,62% da extensão linear contemplada pela linha encontra-se na área crítica do objeto de estudo.

Levantou-se também a quantidade de vagas ofertadas na área de influência das edificações em estudo destinadas aos diversos públicos, entre os quais tem-se: veículos de passeio, motos, carga e descarga, bombeiros, idosos, PNE e as vagas exclusivas existentes em detrimento do Supermercado estabelecido na quadra. Assim, os quantitativos de vagas estão relacionados na Tabela 5:

Tabela 5 Relação de vagas por logradouro na quadra do PGV

VIA	VAGAS							
	Veículos de passeio	Motos	Carga e Descarga	Bombeiros	Idosos	PNE	Exclusiva	Total
RUA DUQUE DE CAXIAS	25	0	1	0	0	0	15	41
RUA 022	35	6	1	0	1	1	14	58
RUA BENTO PANIAGO	34	11	0	1	0	0	0	46
RUA ELTER PEDROSA SILVA	36	15	1	0	0	0	0	52

As contagens veiculares foram realizadas no dia 11 de outubro de 2022, terça-feira, nos pontos críticos já citados (intersecções, 1, 2 3 e 4 ilustradas na Figura 1b), ou seja, nas rotatórias que dão acesso imediato ao empreendimento. O levantamento foi realizado de forma manual, em horário de pico, simultaneamente, das 07:00 às 08:00 e, novamente, das 17:00 às 18:00. Foram identificados todos os possíveis movimentos veiculares nas aproximações veiculares das rotatórias. Esta identificação ocorreu levando em consideração todos os movimentos permitidos conforme sinalização horizontal e vertical regulamentadoras no local.

Para melhor compreensão do método utilizado para definição do Nível de Serviço, segundo o HCM, foi selecionado o cruzamento do ponto 01 para ilustrar as aproximações. O cálculo do NS das demais interseções localizadas nos pontos críticos foram realizadas utilizando o método e fórmulas descritas no item 3 da metodologia deste artigo. O mapa contendo os movimentos veiculares existentes no ponto crítico 1 está representado na Figura 2.

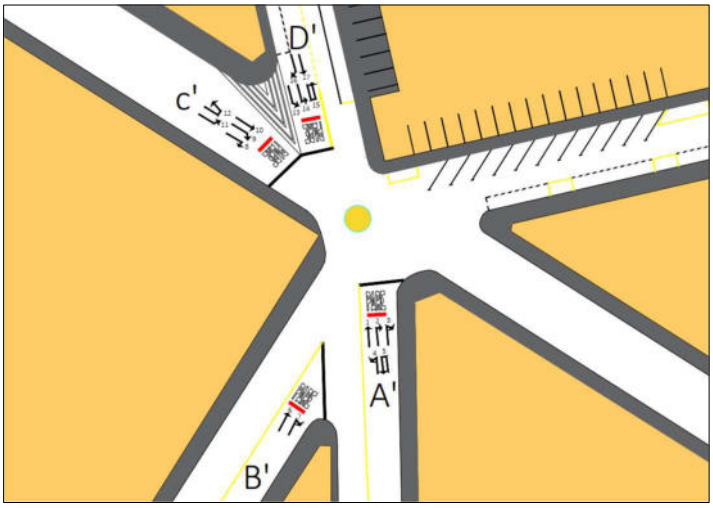


Fig. 2 Representação do Ponto Crítico 1

Para simplificação dos resultados a Tabela 6 correlaciona todos os níveis de serviço obtidos por meio da metodologia HCM conforme etapas descritas no item 3 deste artigo.

Tabela 8 Nível de Serviço Geral dos Pontos Críticos (rotatórias) do PGV

PONTO CRÍTICO	Atraso (*delay*) (s/veh)	Nível de Serviço
1	30,38	D
2	14,89	B
3	32,13	D
4	11,79	B

5 CONCLUSÕES

A caracterização e definição da área de influência crítica apresentada para o PGV foi realizada de forma a contextualizar muitos aspectos viários, utilizando a Metodologia de Grando que foi adaptada para esta pesquisa com o propósito de trazer clareza a respeito dos impactos existentes em função do PGV.

Por meio da contagem veicular utilizando o Método HCM (2010), realizada nos pontos críticos foi possível verificar que, as rotatórias físicas não possuem níveis de serviço satisfatórios para interligar as vias de acesso ao PGV e que, faz-se necessário intervenções do órgão de trânsito municipal para que aquelas travessias possam se tornar fluídas e seguras.

Os resultados indicam que as rotatórias como um todo operam em um dos níveis de serviço, todavia, algumas faixas operam em níveis de serviço inferiores à rotatória pertencente. Por estas razões, faz-se necessário que o analista considere mudar alguns dos fluxos veiculares de acordo com a razão volume-capacidade pois, alguns trechos encontram-se insuficientes para comportar a quantidade veicular contabilizada.

Como não há registros de contagens anteriores à edificação dos empreendimentos existentes na quadra, não é possível concluir a natureza de aumentos dos fluxos veiculares nos pontos críticos de acesso, porém, é indispensável associar que os mesmos se encontram em níveis

de serviço e desempenhos insatisfatórios em razão das influências dos contingentes de viagens gerados pelo PGV.

6 REFERÊNCIAS

CUNHA, R. F. F. (2009) **Uma Sistemática de Avaliação e Aprovação de Projetos de Pólos Geradores de Viagens.** COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

CYBIS, H. B. B.; GIUSTINA, C. D. (2003) **Metodologias de Análise para Estudos de Impactos de Pólos Geradores de Tráfego**. UFRG, Porto Alegre-RS.

DENATRAN. (2001) **Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego**. [S.L.] Departamento Nacional de Trânsito.

GONÇALVES, F. D. S. (2012) **Polos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos e Taxas de Geração de Viagens: Módulo 1 Caracterização dos Polos Geradores de Viagens**. Editora Interciência, RIO DE JANEIRO - RJ.

TRB. (2010) **Highway Capacity Manual**. Transportation Research Board, Washington, D.C.

JATAÍ, **SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO** (**SMT). (**2022). Disponível em: HTTPS://WWW.JATAI.GO.GOV.BR/SUPERINTENDENCIA-DE-TRANSITO/. Acesso em: 14 de junho de 2022.

SILVA, L.R; KNEIB, E. C.; SILVA, P.C.M. (2006) **Proposta Metodológica para Definição da Área de Influência de Polos Geradores de Viagens Considerando Características Próprias e Aspectos Dinâmicos de seu Entorno**. PLURIS 2006, Braga: Portugal.

KNEIB, E. C. (2004) **Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de Seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano.** Dissertação de mestrado em transportes: UnB, Brasília-DF.

ORTÚZAR, J. DE D.; WILLUMSEN, L. (2011) **Modelling Transport**. Fourth. ED. [S.L.] JOHN WILEY & SONS, LTD.

PORTUGAL, L. D. S.; GOLDNER. (2003) **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de Seus Impactos Nos Sistemas Viários e de Transporte**. [S.L.] Editora São Paulo, São Paulo - SP.

Silva, M. O., & Goldner, L. G. (2010). Determinação dos padrões de viagens e taxas de geração de viagens de automóveis e caminhões para indústrias: o caso de Tubarão/SC. **TRANSPORTES**, 18(1). https://doi.org/10.14295/transportes.v18i1.384.

Soares, E. C. M. (2016). **Centralidades e transformações na avenida Rio Verde em Aparecida de Goiânia**. Dissertação de Mestrado: UFG, Goiânia-GO.

PLANEJAMENTO TERRITORIAL E O DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS METROFERROVIÁRIOS: HÁ EVIDÊNCIAS DE IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO URBANO? O CASO DO VLT DE FORTALEZA

C. B. Cavalcante, N. T. S. Frota, R. F. Assis, M. B. Tavares, C. P. M. Pinheiro, S. F. Rodrigues, C. M. L. França, J. S. Penna

RESUMO

No contexto de modernização dos parques metroferroviários no Brasil, este artigo buscou evidenciar mudanças tanto na ocupação do território como no paradigma de planejamento urbano formal de Fortaleza, considerando as estratégias de adensamento no entorno das estações. Para este fim, utilizamos como estudo de caso o ramal por onde circula o Veículo Leve sobre Trilhos que incrementou o sistema metroferroviário da cidade, na ocasião dos preparativos para a Copa do Mundo de 2014. No estudo, realizamos dois momentos de análise documental: primeiro, a leitura dos planos urbanos (diretores e de transportes) que foram elaborados ao longo dos últimos 60 anos e, depois, analisamos as imagens aéreas de três períodos distintos - 1995, 2010 e 2023. Nossos resultados revelaram que as mudanças de ocupação territorial que foram observadas não resultaram de estratégias de ordenamento contidas nos esforços de planejamento formal da cidade.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, a academia tem apontado reiteradamente para a capacidade que os transportes possuem de promover desenvolvimento urbano, especialmente em termos de ocupação territorial (Wegener e Fürst, 1999; Bertolini, 2017). Em geral, a lógica por trás dessa associação é que lugares com melhores níveis de acessibilidade são considerados mais atrativos, tornando-se, assim, objeto de desejo durante as decisões locacionais, isto é, o processo em que famílias e firmas decidem onde se localizarem, dadas as alternativas de disponíveis (Miller, 2003). Nesse sentido, torna-se importante notar que o discurso científico não se encontra eminentemente fundamentado na presença de uma infraestrutura propriamente dita e, sim, na capacidade que, em geral, os sistemas de transporte possuem de facilitar o alcance dos indivíduos às atividades urbanas. Essa distinção se torna crucial para o delineamento de discussões que partem da observação de uma relação oposta, reconhecendo que certas infraestruturas são capazes de promover, na verdade, o abandono de algumas regiões, principalmente, quando trazem consigo características indesejáveis (Ibraeva et al., 2020).

Nessa perspectiva, convém notar que, em cidades brasileiras, os crescentes investimentos no sistema rodoviário foram acompanhados pelo declínio do transporte de passageiros sobre trilhos, especialmente no caso das modalidades que circulam sobre a superfície (Lanza, 2020). Assim, após um longo período de dedicação exclusiva ao transporte de

carga, a presença desse tipo de infraestrutura no contexto urbano passou a ser interpretada como uma barreira física e visual, impondo restrições aos deslocamentos diários e atravancando, em algum nível, o desenvolvimento imobiliário. Como consequência, ao longo do tempo, assistiu-se à transformação de suas áreas adjacentes em espaços residuais, pouco convidativos à ocupação formal.

Contudo, nas duas últimas décadas, cidades como Rio de Janeiro, Fortaleza, Cuiabá e Santos assistiram à modernização de seus parques ferroviários, com a incorporação dos Veículos Leve sobre Trilhos (VLTs) e o consequente reaproveitamento das antigas linhas férreas para o transporte de passageiros. Nesse sentido, nota-se que a projeção e a consolidação dos sistemas metroferroviários nessas cidades poderiam ter levado a um ponto de inflexão no padrão de ocupação urbana que vinha sendo observado no entorno de linhas férreas. Isso porque, com a melhoria dos níveis de acessibilidade urbana, seria esperado que os bairros no entorno das estações experimentassem processos graduais de adensamento populacional, rompendo com o histórico de deterioração de espaços que outrora foram evitados. Trata-se de uma expectativa que poderia ser prevista e impulsionada por mudanças de paradigmas nos esforços de planejamento urbano, seguindo a crescente defesa por um Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável - DOTS (Portugal, 2017).

Diante disso, considerando não só o papel dos planos territoriais sobre as dinâmicas de produção do espaço urbano, como também do próprio mercado imobiliário, este artigo busca responder às seguintes questões de pesquisa: (i) *No contexto de modernização dos parques metroferroviários no Brasil, existem evidências de mudanças consideráveis no planejamento urbano formal?* (ii) *A implantação de VLTs no contexto brasileiro tem induzido o desenvolvimento urbano no entorno das estações?* Para responder a tais questões, realizamos um estudo de caso na cidade de Fortaleza. Como ponto de partida, contextualizamos a evolução do transporte ferroviário no Brasil e apontamos a sua relação com os instrumentos de planejamento urbano (Seção 2). Em seguida, procedemos dois momentos distintos de pesquisa documental (Seção 3): primeiro, realizamos a leitura dos planos urbanos - uso do solo e transportes - que foram desenvolvidos para Fortaleza ao longo dos últimos 60 anos e, depois, analisamos as imagens aéreas de três períodos distintos - 1995, 2010 e 2023. Os nossos resultados revelaram que as mudanças de ocupação territorial não foram precedidas por mudanças significativas nas estratégias de controle e ordenamento territorial da cidade (Seção 4).

2 OS PLANOS TERRITORIAIS E O TRANSPORTE FERROVIÁRIO NAS CIDADES BRASILEIRAS

Neste capítulo, são apresentados tanto os principais agentes responsáveis pelo planejamento e pela operação dos sistemas metroferroviários no Brasil como os instrumentos de planejamento territorial que orientam as políticas urbanas setoriais, incluindo a pasta da mobilidade.

2.1 O papel do Governo Federal, políticas públicas e investimentos no setor

A atuação da União, um dos três poderes federativos estabelecidos na Constituição Federal brasileira, se materializa através de políticas públicas que buscam promover o desenvolvimento e a modernização do transporte metroferroviário (Brasil, 1988), visando melhorar a conectividade e a eficiência dos sistemas de transporte nas cidades brasileiras e regiões metropolitanas. Essas políticas englobam desde incentivos fiscais para

investimentos em infraestrutura ferroviária até programas de concessões e parcerias público-privadas para o desenvolvimento e operação de novas linhas e serviços.

Os investimentos do Governo Federal no setor metroferroviário têm sido direcionados para diversas frentes, incluindo a construção de novas linhas, a modernização da infraestrutura existente, a aquisição de equipamentos e tecnologias, e o incentivo à pesquisa e inovação no campo ferroviário. Esses investimentos buscam impulsionar o crescimento e a competitividade do transporte ferroviário, contribuindo para a expansão e melhoria em áreas urbanas. Entretanto, nas últimas décadas, o Brasil deixou de investir neste modo para priorizar o transporte rodoviário, expandindo a malha de rodovias tanto federais, como estaduais, em detrimento da expansão de sistemas metroviários, nomeadamente em grandes metrópoles brasileiras, cujos efeitos sentiram-se na super dependência do transporte rodoviário para passageiros e cargas. O Ministério dos Transportes, responsável pela formulação e implementação de políticas de transporte, deveria desempenhar um papel central na promoção do transporte ferroviário nas cidades brasileiras. Através de programas e projetos estratégicos, o Ministério dos Transportes promove o desenvolvimento e a modernização da infraestrutura ferroviária urbana, bem como a melhoria dos serviços e da operação dos sistemas ferroviários. O GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes), órgão vinculado ao Ministério dos Transportes e que funcionou entre as décadas de 1960 e 2000, teve como objetivo principal a realização de estudos e projetos de planejamento de transportes, incluindo o transporte ferroviário, visando subsidiar as políticas públicas e os investimentos no setor (Brasil, 1981). Por meio de análises técnicas e estudos de viabilidade, o GEIPOT contribuiu para o desenvolvimento de diversos planos de transportes para metrópoles brasileiras nas décadas de 1980 e 1990.

Além do Ministério dos Transportes, diversos órgãos viabilizam recursos para projetos de infraestrutura de transporte ferroviário urbano, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Caixa Econômica Federal e o Banco do Brasil, ao oferecerem linhas de crédito e financiamento para projetos de transporte ferroviário. A integração desses diferentes atores e instrumentos deveria garantir uma abordagem abrangente e coordenada para o planejamento e implementação de políticas de transporte ferroviário, contribuindo assim para uma mobilidade urbana mais eficiente, acessível e sustentável em todo o país. Entretanto, a situação do transporte de passageiros por trilhos no Brasil não cobre todas as capitais brasileiras, além de ter formas de operação e concessão diferentes entre Estados, seja por empresas estaduais como no caso do Ceará, operado pelo METROFOR, seja operada pela CBTU, no caso de Recife e João Pessoa, por exemplo (ANTP, 2023).

2.2 O papel dos planos territoriais

O plano diretor, principal instrumento de planejamento urbano brasileiro (Brasil, 1988), determina o uso do solo, a localização de atividades econômicas e a infraestrutura do sistema viário. O artigo 182 da Constituição Federal (CF) estabelece os princípios da política urbana no Brasil, incluindo a obrigatoriedade de plano diretor para municípios com mais de 20 mil habitantes e a função social da propriedade urbana. A CF estabelece que o Governo Federal é responsável por instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano e transportes urbanos (art. 21) e os serviços de transporte ferroviário (art. 20). É importante ressaltar que a relação entre os planos diretores e os investimentos do Governo Federal no transporte ferroviário nem sempre são claros.

Questões como desigualdades regionais, interesses políticos e econômicos locais podem influenciar a implementação e efetividade das políticas públicas e dos investimentos, resultando em cenários diferenciados de expansão ou declínio do transporte ferroviário em diferentes cidades brasileiras. Diante desse cenário, a promoção de uma abordagem integrada e coordenada entre os diferentes níveis de governo e os diversos atores envolvidos no planejamento e gestão do transporte ferroviário urbano seria recomendada. A articulação entre as políticas territoriais, as estratégias de desenvolvimento urbano e as políticas de transporte é fundamental para garantir a efetividade das ações e maximizar os benefícios do transporte ferroviário para as cidades e seus habitantes. Nesse sentido, a participação da sociedade civil, das instituições acadêmicas, do setor privado e de organizações não governamentais também se mostra relevante, contribuindo com conhecimentos, experiências e propostas que possam enriquecer o debate e influenciar as decisões relacionadas ao transporte ferroviário urbano. A abordagem integrada e participativa, que busca enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades relacionadas ao transporte ferroviário urbano, visa contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades e a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes (Cavalcante, 2023).

O Estatuto das Cidades (Brasil, 2001), estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano no Brasil, busca promover a integração entre os diferentes modos de transporte, a valorização do transporte público e a redução das desigualdades socioespaciais, contribuindo para a expansão sustentável do transporte ferroviário nas cidades brasileiras. O Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015), por sua vez, visa promover uma abordagem integrada e coordenada para o planejamento e gestão das grandes regiões metropolitanas do país. Ao reconhecer a importância estratégica do transporte público, incluindo o transporte ferroviário, para a mobilidade e o desenvolvimento das metrópoles, o Estatuto das Metrópoles reforça a necessidade de políticas e investimentos direcionados para a melhoria e expansão dos sistemas ferroviários urbanos. Em conjunto, esses instrumentos legais deveriam fornecer um arcabouço normativo abrangente para orientar o planejamento e a implementação de políticas de transporte ferroviário nas cidades brasileiras. Ao considerar esses elementos de forma integrada, seria possível promover uma expansão sustentável do transporte ferroviário, contribuindo para o desenvolvimento urbano equitativo e a melhoria da qualidade de vida nas cidades do Brasil.

A nova agenda urbana (ONU, 2019), por sua vez, reforça a importância da integração entre os diferentes modos de transporte e o desenvolvimento urbano sustentável. Ao adotar uma abordagem centrada nas necessidades das pessoas e na promoção da acessibilidade, a agenda urbana incentiva a priorização do transporte coletivo, incluindo o transporte ferroviário, como uma solução eficaz para os desafios de mobilidade enfrentados pelas cidades brasileiras. Os planos de transportes deveriam desempenhar um papel fundamental na integração e coordenação das políticas de transporte com o desenvolvimento urbano e territorial. Esses planos, muitas vezes elaborados em nível nacional, estadual ou regional, estabelecem diretrizes e metas para o desenvolvimento de infraestrutura de transporte, incluindo o transporte ferroviário, e sua integração com outros modos de transporte, como rodoviário, aquaviário e aéreo.

3 ESTUDO DE CASO: O VLT DE FORTALEZA (RAMAL PARANGABA – MUCURIPE)

Nesta seção, procedemos um estudo de caso, na cidade de Fortaleza, com o objetivo de buscar evidências empíricas que possam endereçar as duas questões de pesquisa que foram

apresentadas na Seção 1. Escolhemos essa cidade não só por sua relevância no cenário nacional, tendo em vista ser a quarta capital mais populosa do país, como também por esta ter experimentado, como parte dos preparativos para a Copa do Mundo 2014, a introdução do subsistema de VLT Parangaba-Mucuripe nas antigas linhas férreas da cidade.

3.1 O objeto de análise e o delineamento metodológico

Em Pinheiro et al. (2015), consta que o "Projeto Copa" foi divulgado já em junho de 2009, em palestra ministrada por representantes da Secretaria de Planejamento do Estado do Ceará. De forma geral, estavam previstas 9 grandes obras de infraestrutura neste pacote de ações. Dentre essas ações, que também incluíam a requalificação e a implantação de equipamentos recreativos, as intervenções de mobilidade urbana (Figura 1) representavam, juntas, aproximadamente, um terço dos recursos que haviam sido previstos, os quais se propunham a cobrir: (1) a construção de três corredores BRT's (acrônimo de *Bus Rapid Transit*); (2) a expansão da estrutura ferroviária associado ao VLT (Veículo Leve sobre Trilhos); (3) duas estações da Linha Sul do metrô; (4) um terminal de passageiros no porto do Mucuripe; e (5) a reforma da Arena Castelão.

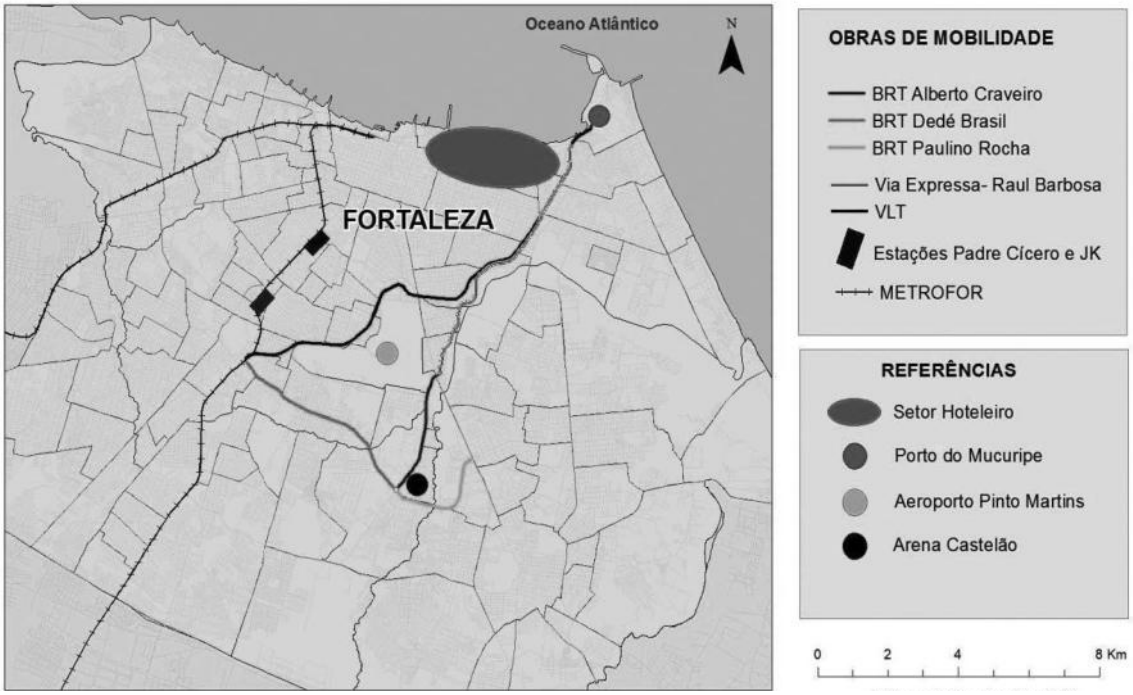


Fig. 1 Balanço da Copa - Ministério dos Esportes (2013). Elaboração: Cleiton Nogueira.

Em seu texto (Pinheiro et al., 2015), os autores argumentam que parte das obras do Projeto Copa não estava prevista, de forma explícita, em nenhum instrumento prévio de planejamento urbano, configurando, portanto, investimentos isolados e circunstanciais. Contudo, os autores também observam que os recursos federais concedidos, em razão do evento, também desempenharam o papel de viabilizar a execução de propostas antigas, para as quais ainda não se encontravam, até a ocasião, soluções de financiamento. Esse foi o caso tanto do VLT, objeto de interesse deste artigo, como dos corredores que compunham o sistema BRT, cujo desenho original foi definido durante a administração do ex-prefeito Juraci Magalhães (1997-2004), no Plano de Transporte Urbano de Fortaleza (2001).

Especificamente no caso do VLT, convém notar que o período em que este foi desenhado coincide com o avanço das discussões sobre a integração entre os esforços de planejamento de transportes e uso do solo, tendo como plano de fundo a consolidação das estratégias-chave relacionadas ao DOTS. Nesse contexto, propomos, na subseção 3.2, a leitura longitudinal dos planos urbanos que versam tanto sobre a ocupação e o adensamento territorial de Fortaleza, como sobre a pasta de mobilidade urbana. Buscamos, nesse momento, identificar se houve uma mudança de paradigma na virada do século, quando houve a decisão pela modernização do parque ferroviário na cidade. Para tanto, consideramos o intervalo dos últimos 60 anos, pois entendemos ser tempo suficiente para conseguirmos avaliar padrões e rompimentos conceituais e técnicos no histórico de produção de planos urbanos.

Já na subseção 3.3, realizamos uma análise longitudinal das mudanças que foram observadas no entorno das estações ao longo do tempo. Buscamos, nesse momento, identificar se a implantação do VLT resultou em mudanças no padrão de ocupação das áreas adjacentes ao traçado ferroviário. Para tanto, utilizamos as imagens áreas georreferenciadas de três períodos distintos - 1995, 2010 e 2023. De forma geral, após a montagem do Sistema de Informações Georreferenciadas e a sobreposição das ortofotos, realizamos uma atividade comparativa para identificar as mudanças espaciais entre cada período.

3.2 O VLT e o planejamento urbano formal de Fortaleza

Para responder à primeira questão da pesquisa, analisamos qualitativamente dois grupos de planos, os planos diretores e os planos de transporte. Tais planos foram:

i. Planos Diretores:
   - Plano Diretor de Fortaleza elaborado por Hélio Modesto em 1963;
   - Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (PlanDIRF) entre 1973 e 1979;
   - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza (PDDU) em 1992;
   - Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDPFor) 2009.

ii. Planos de Transporte:
   - Plano de Transporte Urbano de Fortaleza (PTUF) em 2001;
   - Plano de Mobilidade de Fortaleza (PlanMob) em 2015.

Em ambos grupos, buscamos extrair e analisar os trechos que fazem referência ao sistema ferroviário da cidade e seu entorno imediato. Uma vez extraídos, tabulamos as informações de acordo com as categorias abaixo:

i. CONTINUIDADE **(C)** é aquela ação que demonstra adequação (melhoria e modernização) ou ampliação do sistema de ferrovias ou de metrô
ii. DESCONTINUIDADE **(D)** é aquela ação desfavorável que incentiva a desarticulação do sistema de ferrovias ou de metrô

Os resultados se encontram dispostos a seguir, nas tabelas 1 (Sistematização dos Planos Diretores) e 2 (Sistematização dos Planos de Transportes).

Tabela 1 Sistematização dos Planos Diretores

	AÇÃO PROPOSTA	MODO	CATE-GORIA
Plano Diretor De Fortaleza (1963)			
1	Retirada da estrada de ferro	trem	D
2	Instalação de novo trecho ferroviário	trem	C
3	Remanejando de estações ferroviárias	trem	C
4	Reaproveitamento de trechos da linha férrea	trem	C
5	Insustentabilidade financeira do sistema ferroviário	trem	D
6	Instalação de cancelas ao longo da linha férrea	trem	D
Plano De Desenvolvimento Integrado Da Região Metropolitana De Fortaleza (1973)			
7	Retirada da estrada de ferro do transporte coletivo	trem	D
8	Conversão da rede viária cearense para o transporte de carga e de passageiros de longa distância	trem	C
9	Remoção de trecho ferroviário para construção de vias urbanas	trem	D
10	Construção de metrô ou aerotrem	trem	C
11	Ligação entre ramais ferroviários	trem	C
Plano Diretor De Desenvolvimento Urbano De Fortaleza (1992)			
12	Criação do Trem Metropolitano de Fortaleza - METROFOR	trem	C
13	Existência de capítulo dedicado ao Transporte Ferroviário de Passageiros	trem	C
14	Existência de capítulo dedicado ao Transporte Ferroviário de Cargas	trem	C
15	Previsão de transporte coletivo complementado com ferrovias para os subúrbios	trem	C
16	Previsão de ampliação da infraestrutura para o transporte de cargas	trem	C
17	Previsão de adequação do sistema ferroviário de modo a permitir a separação do transporte de carga do transporte de passageiros de subúrbio	trem	D
18	Previsão do aproveitamento da infraestrutura ferroviária existente, adequando-a a demanda do transporte coletivo	trem	C
Plano Diretor Participativo De Fortaleza (2009)			
19	Vinculação do METROFOR ao zoneamento de uso do solo através da Zona de Requalificação Urbana	metrô	C
20	Vinculação da área de influência do METROFOR à implantação de planos e projetos estratégicos de desenvolvimento socioambiental	metrô	C
21	Definição do METROFOR como área prioritária para as operações urbanas consorciadas	metrô	C

A análise dos planos diretores que foram desenvolvidos para Fortaleza revela uma aparente oscilação das intenções e iniciativas públicas em relação ao sistema ferroviário e, posteriormente, metroferroviário. A evolução dos primeiros planos diretores não caminha para um entendimento único sobre o futuro do traçado ferroviário; contudo guardam entre si o caráter de orientação, tendo em vista que as menções ao sistema ferroviário aparecem majoritariamente na forma de diretrizes e objetivos. Já os planos mais recentes, especialmente a partir de 1992, trazem consigo não só a defesa pela modernização do parque ferroviário como pela sua readaptação, a fim de suportar a circulação de veículos de passageiros. Estes planos possuem um caráter mais propositivo prevendo a realização de

ações concretas. Especificamente no último plano, que sucede a proposta do VLT, define-se a área de influência do METROFOR, isto é, do sistema metroviário da cidade, como uma zona prioritária para o desenvolvimento de Operações Urbanas Consorciadas - OUCs, um instrumento brasileiro que viabiliza uma forma de parceria público-privada para fins de financiamento de transformações urbanísticas e socioambientais

Em certa medida, essa estratégia pode ser considerada como um estímulo ao adensamento territorial, tendo em vista que as OUCs se sustentam, na prática, através da venda de "solo criado" para a iniciativa privada, permitindo que os interessados possam construir para além daquilo que seria permitido, mediante o pagamento de contrapartida financeira. Vale notar que, no portal da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), constam três estudos de viabilidade para operações no entorno do sistema metroferroviário. Contudo, até a presente data, nenhuma OUC foi implementada na região de interesse, mesmo depois do aniversário de 15 anos do último plano diretor.

Tabela 2 Sistematização dos Planos de Transporte

	AÇÕES PROPOSTAS	MODO	CATE-GORIA
Plano De Transporte Urbano De Fortaleza (2001)			
22	Previsão de integração tarifária e de transbordo entre ônibus municipais e outros modos de transporte	trem/ metrô	C
23	Citação da malha ferroviária da região	trem	C
24	Uniformização do sistema viário englobando eixos viários, aneis expressos, eixos arteriais e as ferrovias na mesma categoria	trem	D
25	Implantação de sistema de transporte público integrado física e tarifariamente com o METROFOR e com os serviços de ônibus intermunicipal da região metropolitana	metrô	C
26	Reformulação completa de terminal de ônibus para promover a integração física e tarifária com o METROFOR;	metrô	C
27	Reconhecimento da estação de metrô de alta complexidade como um ponto estratégico que necessita reformulação	metrô	C
28	Criação e implantação do METROFOR	metrô	C
29	Criação do Programa de Reorganização das Linhas Metropolitanas	metrô	C
Plano De Mobilidade De Fortaleza (2015)			
30	Implantação da Linha Sul do METROFOR	metrô	D
31	Início da implantação da Linha Leste do METROFOR	metrô	D
32	Instalação do VLT Parangaba-Mucuripe	metrô	C
33	Integração intermodal com bicicleta	metrô	C
34	Prioridade de execução de operações urbanas consorciadas na área de influência das estações do METROFOR	metrô	C
35	Reordenamento das linhas de ônibus concorrentes ao metrô da Linha Sul	metrô	D

A análise dos Planos de Transporte mais recentes demonstra um avanço em relação à reestruturação do transporte de passageiros sob trilhos à medida que propõe a integração intermodal física e tarifária e a integração metropolitana. Especialmente o PlanMob prevê

as ações de incentivo ao sistema metroferroviário citando o VLT como parte do processo de implantação do METROFOR. Nele também é perceptível a tentativa de compatibilização com as ações do Plano Diretor de 2009, visto que incorporou o discurso que define como áreas prioritárias para a execução de OUC as áreas de influência das estações de metrô. Na prática, isso significaria que essas regiões poderiam ser alvo de projetos de requalificação urbana e de flexibilização de parâmetros urbanísticos mediante pagamento de contrapartidas, demonstrando, assim, um pretenso adensamento populacional no entorno do sistema. Contudo, nunca foram publicadas as regulamentações que seriam necessárias para viabilizar tal estratégia. Desse modo, na prática, essa área de influência permanece, até os dias atuais, seguindo o regramento urbanístico do zoneamento urbano convencional, que divide o território de Fortaleza em 18 macrozonas, sobre as quais a área de influência mencionada se sobrepõe. Vale notar que este regramento não se distancia das possibilidades de construção (gabarito, taxa de aproveitamento, dentre outros) que já eram alcançáveis através do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU).

Observa-se, portanto, que os planos territoriais aplicados em Fortaleza alteram sua abordagem acerca da infraestrutura metroferroviária com frequência gerando uma descontinuidade nas ações de médio e longo prazo. Compreendemos que os planos mais recentes procuram resgatar a importância do sistema metroferroviário para o desenvolvimento urbano, enquanto os planos anteriores estão muito baseados no rodoviarismo e suas ações acabam por desarticular os trens da época. Os planos mais recentes também estão focados em ações de implantação do METROFOR, dentre elas a instalação do VLT. Entretanto, raramente inserem em seu discurso a repercussão possível que este tipo de infraestrutura pode acarretar ao uso do solo. A sistematização dos dados deixa claro que os planos mais recentes incentivam um maior dinamismo nas proximidades das linhas metroferroviárias. A subseção a seguir discute essa temática com foco nas mudanças recentes de uso do solo nas proximidades das estações de VLT.

3.3 Análise longitudinal da ocupação urbana no entorno das estações

Nesta subseção, buscamos analisar a evolução da ocupação e do adensamento urbano no entorno das estações, considerando que a virada do século trouxe consigo a decisão pela manutenção da linha férrea. Aqui, busca-se evidências que suportem o esboço de uma resposta para a seguinte questão: *apesar da inconsistência entre os próprios planos, há evidências de impactos no desenvolvimento urbano após a implantação do VLT?* Na Figura 2, dispusemos os resultados da análise longitudinal comparativa, realizada com base em ortofotos referentes aos anos de 1995, 2010 e 2023. Em geral, encontramos mudanças que se enquadram nas seguintes categorias: Aumento ou Redução da Densidade Construtiva, Alteração da Malha Viária e Implantação de Área de Lazer. Como pode ser observado, entre os anos analisados, novas construções residenciais e comerciais (sinalizadas em vermelho) foram erguidas no entorno das estações, principalmente, naquelas que estão situadas próximo a centralidades urbanas, como é o caso tanto da Parangaba, no extremo sudoeste do ramal, como das regiões mais próximas à vertente marítima, no extremo nordeste. De acordo com o nosso mapeamento, a construção das novas edificações foi acompanhada pela implantação de novas áreas de lazer (em verde) e pela execução de obras na malha viária (em rosa), as quais envolveram desde ampliações até mudanças significativas na geometria das vias mediante introdução de viadutos e outros elementos. Adicionalmente, também mapeamos alguns assentamentos precários no entorno das estações (em amarelo), que foram alvo de desapropriação, tendo em vista as obras de readequação do sistema metroferroviário.

No ano de 2010, já é possível observar o surgimento de alguns novos empreendimentos em relação ao ano base: nesse primeiro recorte de tempo, 29 edificações de grande porte foram mapeadas, dentre condomínios multifamiliares e estabelecimentos comerciais. Já no segundo intervalo, outras 28 edificações de grande porte foram contabilizadas. Vale notar que, entre 2010 e 2023, mudanças na malha viária e na oferta de áreas de lazer se tornaram ainda mais significativas, em comparação com as mudanças verificadas entre os anos de 1995 e 2010. Na prática, isso pode ser mais um indício do adensamento populacional da região, o qual pode ter exigido incrementos na malha de transporte e na disposição de espaços recreativos.

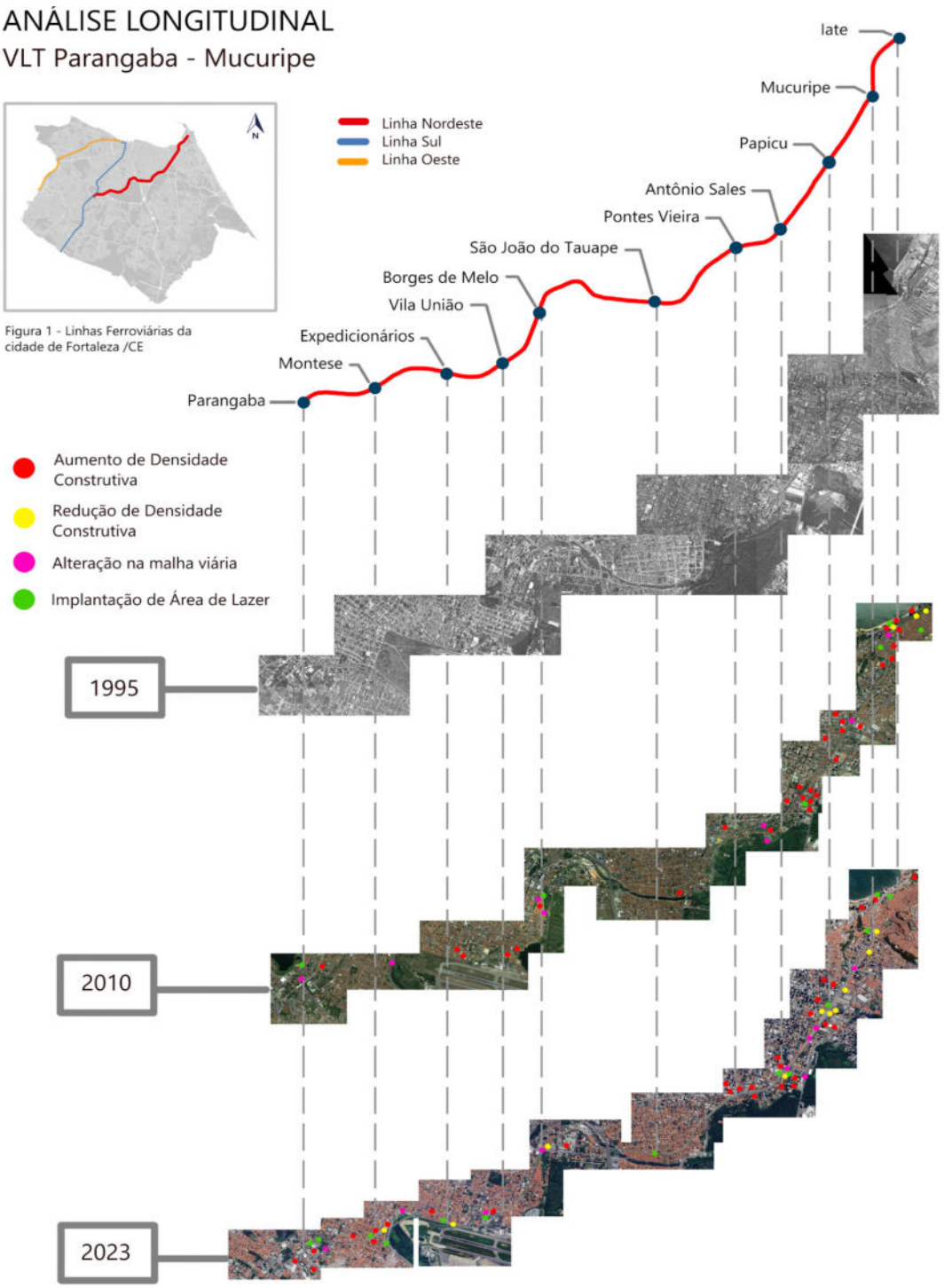


Fig. 2 Análise longitudinal – VLT Parangaba/Mucuripe em 1995, 2010 e 2023

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os nossos resultados revelam que tanto os planos diretores como os de transporte passaram a incentivar, a partir de 1990, a modernização do sistema ferroviário de Fortaleza, com o intuito de adequá-lo ao transporte de passageiros. Entretanto, nota-se que essa intenção não foi acompanhada por definições de regramento urbanístico que pudessem estimular o processo de adensamento populacional no entorno das atuais estações. Esse incentivo se manteve limitado à definição das áreas que são lindeiras ao traçado férreo como regiões prioritárias para projetos de requalificação urbanística, com menções, inclusive, ao instrumento das Operações Urbanas Consorciadas.

Apesar disso, de acordo com as análises espaciais, as áreas de entorno imediato das estações do VLT passaram por modificações significativas, como a construção de condomínios residenciais e o surgimento de estabelecimentos comerciais. Existem, portanto, evidências de desenvolvimento urbano, em termos de ocupação territorial, ao longo do ramal. Entretanto, não foi possível estabelecer uma relação direta desta ocupação com o planejamento formal, ou seja, não parece adequado afirmar que as mudanças observadas resultaram de estratégias de desenvolvimento que tenham sido desenhadas especificamente para a área.

Desse modo, apesar de termos observado um ponto de inflexão nos planos urbanos analisados, com a previsão de áreas de adensamento no entorno das estações, não é possível interpretar as novas formas construtivas que foram mapeadas como um resultado desses planos. Isso porque, como foi salientado na Seção 3, as estratégias de adensamento populacional previstas pelo PDPFOR careciam de regulamentação posterior - condição que nunca se concretizou. Assim, efetivamente, as possíveis mudanças no regramento urbanístico, entre os marcos de 1992 (PDDU) e 2009 (PDPFOR), não repercutiram especificamente sobre o entorno das estações, visto que a chamada área de influência do METROFOR permanece seguindo o regramento convencional das macrozonas urbanas até hoje, da mesma forma como ocorria no final do século passado.

Como desdobramento da pesquisa realizada, parece oportuno expandir esta análise para outras cidades brasileiras que também tenham sido palco de processos de modernização de antigas linhas férreas. Isso se torna relevante não só para compreender o real poder de transformação que as estruturas metroferroviárias têm desempenhado no contexto brasileiro, como também para avaliar se os planos territoriais brasileiros têm se aproximado da noção de planejamento urbano integrado, em coerência com as estratégias de DOTS.

5 REFERÊNCIAS

ANTP (2023) **Balanço do setor metroferroviário do Brasil 2023**. Disponível em: https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2024/04/anptrilhos-balanco-setor-2023.pdf

Bertolini, L. (2017) **Planning the mobile metropilis: Transport for People, Places and the Planet.** London: Palgrave - MacMillan.

Brasil (1981) Ministério dos Transportes. **Estudos de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Fortaleza.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte.

Brasil (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 2022. 496 p.

Brasil (2001) **Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001.** Diário Oficial da União.

Brasil (2015) **Estatuto da Metrópole: Lei nº 13.089.** Diário Oficial da União.

Cavalcante, C. B., (2023) **Crítica ao planejamento urbano e de transportes em Fortaleza à luz do paradigma do planejamento da acessibilidade e mobilidade na urbe sustentável.** Tese, Universidade Federal do Ceará.

Ibraeva, A., Correia, G.H. de A., Silva, C., Antunes, A.P., (2020) Transit-oriented development. A review of research achievements and challenges. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**. 132, 110–130. https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.10.018

Lanza, J. F. R. (2020) **Ferrovias, Mercado e Políticas Públicas.** São Paulo, Editora Labrador.

Miller, E. J., (2003) Land Use - Transportation Modeling. In: K. G. Goulias (Ed.), **Transportation systems planning: Methods and applications.** CRC PRESS, 155–178.

Fortaleza (1963) **Lei ordinária nº 2.128**. Aprova o Plano Diretor da Cidade de Fortaleza e dá outras providências. Diário Oficial do Município. Fortaleza.

Fortaleza (1972) Serviço Federal de Habitação e Urbanismo. **Relatório PLANDIRF - Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza.**

Fortaleza (1979) **Lei ordinária nº 5.122.** Dispõe sobre o parcelamento, o uso e a ocupação do solo. Diário Oficial do Município. Fortaleza.

Fortaleza (1992) **Lei n. 7.061.** Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Diário Oficial do Município. Fortaleza.

Pinheiro, V.; Freitas, C. S.; Nogueira, C. M. L.; Pereira, A. Q. (2015). Os Impactos da Copa do Mundo da FIFA 2014 em Fortaleza. In: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos; GAFFNEY, Cristopher; RIBEIRO, Luiz Cesar de Queiroz (org.). **Brasil: os impactos da Copa do Mundo 2014 e das Olimpíadas 2016.** Rio de Janeiro: E-papers. p. 301-323.

Portugal, L. (2017) **Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano.** Rio de Janeiro: Elsevier.

Wegener, M. & Fürst, F. (1999) **Land-Use Transport Interaction** disponível em: http://hdl.handle.net/2003/26574

ESTUDO DE ASPECTOS PARA ESCOLHA DE TRANSPORTE PÚBLICO ANTES E APÓS A PANDEMIA: ANÁLISE EM UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA

L. A. Pavinato, J. B. Z. Souza, P. S. Rhoden e A. Ruiz-Padillo

RESUMO

Entender como os usuários de transporte público em cidades de tamanho pequeno e mediano, assim como aquelas relacionadas às atividades universitárias, percebem e avaliam suas viagens é fundamental para melhorar sua experiência de deslocamento. Este estudo buscou analisar os fatores que afetam a satisfação dos passageiros de ônibus que viajam para a Universidade Federal de Santa Maria, no sul do Brasil. Para isso, foram aplicadas técnicas fatoriais exploratórias e confirmatórias, tendo como base dados obtidos de um questionário aplicado a estudantes, professores e funcionários da universidade. Foram apontados seis fatores, sendo eles: qualidade do deslocamento no ônibus, externalidades, infraestrutura das paradas e dos veículos, tendência ao uso do carro, aspectos derivados da pandemia de Covid-19, características pessoais e tecnologia aliada à segurança. Os resultados demonstram homogeneidade da população, mostrando que a maioria considera o tempo gasto como fator fundamental na hora da escolha do meio de transporte.

1 INTRODUÇÃO

A situação atual em termos de concentração de pessoas e fluxos, é uma das maiores adversidades dos governantes nos dias atuais. Nesse sentido, um dos importantes componentes do "metabolismo urbano" é a mobilidade (Wang et al., 2021). A mobilidade urbana é um desafio constante para as autoridades, vista a limitada capacidade para resolver os desafios, como pela crescente demanda, que aumenta em ritmo superior da capacidade de investimentos, principalmente em países latino-americanos (Lyons, 2018).

Planejar a mobilidade urbana sustentável é conciliar ideias diferentes, considerando tanto aspectos econômicos quanto critérios de respeito e socioambientais. Nessa lógica, novos investimentos em infraestrutura de rodovias tendem a aumentar seu uso, gerando mais poluição, trânsito e custos associados (Zhou, 2012). Além disso, o incremento da poluição sonora através do ruído e o crescente número de acidentes de trânsito e a consequente demanda de saúde pública mostram-se como impactos negativos de incentivos em transportes rodoviários (Aletta et al., 2020; Lyons, 2018).

Nesse contexto, destacam-se os polos geradores de viagem (PGVs), que são locais ou atividades, que promovem grande atratividade de viagens, podendo gerar saturação do sistema viário. No entanto, também produzem muitos benefícios socioeconômicos,

culturais e acesso a variados produtos e serviços em uma determinada área (Bandeira e Kneib, 2017). Nesse sentido, as universidades mostram-se como importantes PGVs para a cidade onde se inserem, gerando emprego na região e abrigando uma comunidade numerosa e diversificada, que tem comportamento característico do modo de deslocamento, muitas vezes voltado excessivamente ao uso do carro (Zhou, 2012).

Em relação aos aspectos envolvidos nas escolhas do modo de transporte, muitas variáveis ficam envolvidas (Mahmoud and Hine, 2016), e algumas delas são mensuráveis e passíveis de análise, no entanto existem variáveis aleatórias, que não apresentam tendência de repetição constante, como é o caso da recente pandemia da COVID-19. Com a mudança significativa de deslocamento, severas restrições foram impostas para reduzir a propagação do vírus, reduzindo drasticamente os números de viagens realizadas diariamente (Ceccato et al., 2021; Oestreich et al., 2023).

Além de alterar os fluxos de trânsito, a pandemia da COVID-19 afetou diretamente o comércio local, com severas restrições de funcionamento, o que obrigou diversas pessoas a trabalharem de forma remota e outras foram demitidas pelo fechamento de estabelecimentos comerciais (Oestreich et al., 2023). Por outro lado, também se identificaram mudanças na forma como as pessoas se deslocavam, pois muitos usuários frequentes de transporte público optaram por migrar para modos de transporte com menor risco de contaminação, como o carro, a bicicleta ou a pé (Ceccato et al., 2021). No entanto o impacto mais significativo foi nas famílias de mais baixa renda, que não tiveram a opção de aderir ao teletrabalho ou, no caso de estudantes incluídos em faixas de renda mais baixas, que continuam precisando se deslocar de transporte público, onde a possibilidade de contaminação é maior (Szmelter-Jarosz e Suchanek, 2021).

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi identificar os aspectos que influenciam na tomada de decisões por parte da população, para seus deslocamentos, buscando entender onde se encontram os principais incentivos e problemas no uso do transporte público (ônibus), no contexto menos explorado na literatura de universidades de cidades latino-americanas de pequeno e médio tamanho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos aspectos podem impactar as percepções dos usuários sobre escolha, preferência, avaliação e satisfação do transporte público (de Oña e de Oña, 2023). Nesse sentido, foi evidenciado que existem dois tipos de variáveis que afetam o usuário: as variáveis subjetivas, como cuidado, importância, confiança no transporte e satisfação em geral; e as variáveis objetivas, como custo, relação custo carro/ônibus, acesso ao transporte público ou relação tempo gasto entre carro e ônibus (De Vos et al., 2016). Dentre esses aspectos, destaca a qualidade do serviço de transporte público oferecido, pois está relacionada com a percepção do usuário, de forma que quanto maior a satisfação dos usuários, menor é a tendência de escolha do carro (Mahmoud e Hine, 2016).

Por um lado, e especificamente para os sistemas de ônibus urbanos, os aspectos de infraestrutura influenciam na percepção de qualidade dos serviços, como são as paradas, tanto no sentido de conservação da parada como no aspecto de distância da origem até a parada (de Oña e de Oña, 2023). Outro aspecto de suma importância é a iluminação da parada, diretamente relacionada à sensação de segurança contra assaltos (Robin Liggett, 1996). Igualmente, os usuários de ônibus mostram grande preocupação em relação à

segurança pessoal quando estão dentro do veículo (Susilawati e Nilakusmawati, 2017). Ainda no âmbito da infraestrutura, as condições das calçadas são fatores cruciais para conectar os locais de origem e destino das pessoas e as paradas de ônibus, de forma que calçadas sem a qualidade adequada acabam sendo um obstáculo, especialmente para usuários com deficiência física (Gamache et al., 2020).

Do mesmo modo, o conforto dentro dos veículos coletivos mostra-se como um aspecto dominante que afeta a satisfação do usuário (Susilawati e Nilakusmawati, 2017). Igualmente, a percepção de qualidade do serviço depende do serviço fornecido por motoristas e cobradores, pois se relaciona com sua eficiência (Mahmoud e Hine, 2016), assim como o acesso à informação, tanto sobre horários como de localização dos ônibus, pois permite otimizar o tempo de deslocamento da residência até a parada e, portanto, até o destino final (Wang et al., 2021). Ônibus com atrasos podem gerar superlotação nas paradas e mais tempo de embarque e desembarque, de modo que encontrar maneiras capazes de estimar a disponibilidade e a pontualidade dos ônibus é fundamental para aumentar a confiança nesse modo de transporte (Chen et al., 2009), sendo a tecnologia uma grande aliada (Wang et al., 2021).

Precisamente, o aspecto tempo de viagem é crucial na hora da escolha do modo, pois muitas pessoas optam pelo deslocamento de carro alegando que é menor o tempo de viagem, no entanto, o tempo de deslocamento de ônibus em alguns contextos é menor (Oestreich et al., 2023). Além do tempo de espera na parada e o tempo de viagem no ônibus, soma-se o tempo de deslocamento até a parada, que depende de onde o usuário inicia seu trajeto mas também da distância até os pontos de embarque e desembarque, considerada em muitos estudos como de 400 metros idealmente (Hess, 2012).

Assim, desde o ponto de vista da operação do sistema, a escolha pelo transporte público está influenciada por uma combinação de fatores que unem conforto, custo e tempo de deslocamento (De Vos et al., 2016). A mobilidade particular apresenta aspectos vantajosos no quesito comodidade e tempo, visto que não depende dos horários e linhas oferecidas, sobretudo nos casos de áreas da cidade comumente não atendidas, de forma que se os usuários que possuem veículos particulares não se mostram satisfeitos ou não percebem uma adequada qualidade do serviço optam pelo uso do veículo particular, mostrando uma tendência de lealdade a este modo no futuro (de Oña e de Oña, 2023).

Por outro lado, além da agilidade, um dos aspectos que mais influenciam na satisfação do usuário é a percepção de segurança, tanto no aspecto pessoal como relacionado a acidentes dentro do ônibus (Susilawati e Nilakusmawati, 2017). Sendo assim, estudos têm demonstrado que os usuários de ônibus têm propensão a sofrer menos acidentes que usuários de carros, vinculando a relação transporte público com a segurança contra acidentes (Nævestad et al., 2022). No entanto, outra externalidade de grande relevância na hora da escolha do transporte é o ruído, na qual normalmente os ônibus apresentam maior grau de emissão, tanto interna como externamente (Aletta et al., 2020).

Desde o ponto de vista das características pessoais, estudos têm identificado que o estado civil interfere na maneira com que as pessoas se deslocam, pois pessoas com companheiros(as) tendem a fazer mais viagens utilizando o carro como modo de transporte, principalmente considerando jovens adultos (Zhou, 2012). Além disso, no caso do sexo feminino, se possuem filhos em idade escolar, tendem a usar mais vezes o transporte e fazer viagens mais curtas para deixar seus filhos na escola, e na sequência,

para se direcionar ao local de trabalho, e, no caso das classes econômicas mais baixas, são mais dependentes do ônibus para se deslocar (Szmelter-Jarosz e Suchanek, 2021). Além disso, outro aspecto que influencia diretamente na escolha do modo de transporte é a escolaridade, pois pessoas com maior nível de escolaridade tendem a apresentar maior nível de renda, o que lhes permite morar em locais mais centralizados e assim se deslocar a pé ou de bicicleta (De Vos et al., 2016). Por outro lado, no caso de usuários de carro, estas pessoas também tendem a mudar de transporte, mais ainda se são jovens, maioritários no âmbito universitário, pois são mais propensas a romper com tendências (Szmelter-Jarosz e Suchanek, 2021). Portanto, é notório que estudar os aspectos que influenciam o padrão de escolha das pessoas no deslocamento faz-se fundamental, visto que planos de mobilidade com o objetivo de melhorar o deslocamento são fundamentados em estudos de satisfação dos usuários analisando tais variáveis.

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta de dados

O presente estudo foi conduzido dentro dos quatro campi da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), instituição de ensino superior situada no estado do Rio Grande do Sul, que se destaca pela sua relevância como primeira universidade federal implantada no interior do Brasil. A UFSM está presente em diferentes municípios, tendo sua sede em Santa Maria, de médio porte, e os demais campi distribuídos em cidades menores, sendo Cachoeira do Sul, Palmeira das Missões e Frederico Westphalen (Figura 1). As cidades só contam com o ônibus como modo de transporte público (ANTP, 2018). Similarmente a outras universidades, a maioria da comunidade acadêmica da UFSM é composta por estudantes, que totalizam 27,040 membros, além dos 2,459 profissionais técnicos administrativos em educação (TAEs) e 2,020 docentes (UFSM, 2024).

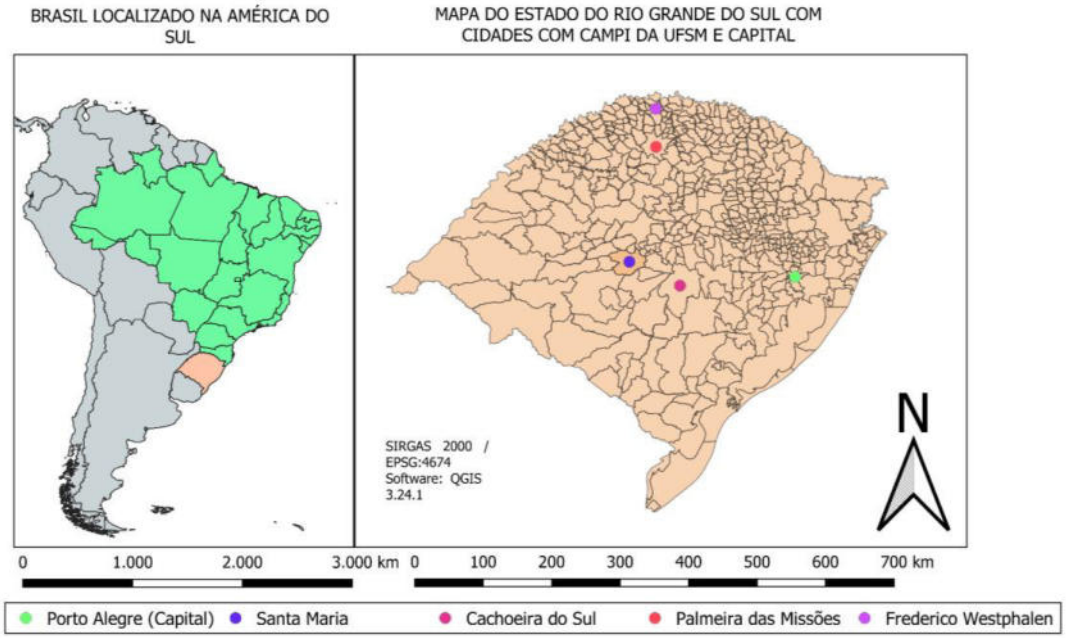


Fig. 1 Mapa de localização das cidades de estudo. Fonte: IBGE (2022)

Para a realização deste estudo, um questionário direcionado à comunidade acadêmica da UFSM esteve disponível, por meio do portal institucional da universidade, no mês de dezembro de 2020. Esse questionário buscou analisar informações quanto às rotinas dos

deslocamentos até a instituição de ensino em função das atividades acadêmicas antes da pandemia da Covid-19. Ao todo, foram registradas 6065 respostas, incluindo estudantes, docentes e TAEs. No entanto, tendo em vista que o foco da pesquisa é o deslocamento de ônibus, foi extraída a amostra exclusiva a esse modo de transporte, resultando em 2577 respostas representativas da população do cenário de estudo.

Ainda, os participantes foram solicitados a indicar seu nível de satisfação com diversas características do deslocamento identificadas na literatura, como infraestrutura viária, operação do serviço e veículos, além da segurança e a satisfação geral com a viagem. A avaliação foi realizada através de uma escala Likert de 5 graus de concordância. Além disso, foram coletadas informações sobre as características socioeconômicas e demográficas dos entrevistados, tais como gênero, idade, renda familiar mensal, posse de habilitação para dirigir, disponibilidade de veículo, tempo de moradia na atual residência e campus onde exercem suas atividades acadêmicas.

3.2 Análise de dados

As estatísticas multivariadas são consideradas apropriadas para analisar simultaneamente um conjunto de variáveis e obter informações sobre a estrutura e inter-relações entre as variáveis. A Análise Fatorial Exploratória (*Exploratory Factor Analysis* - EFA) é uma técnica popular entre as técnicas exploratórias de análise multivariada de dados, e é particularmente adequada quando se busca sintetizar as variáveis e encontrar uma estrutura de fatores ou padrões de relações multidimensionais (Hair et al., 2009; Kline, 2018). Na sequência, o estudo utilizou a Análise Fatorial Confirmatória (*Confirmatory Factor Analysis* - CFA) para avaliar a importância relativa das variáveis contidas em cada um dos fatores, considerados como variáveis latentes nos quais as relações com as variáveis observadas são representados em diagramas e analisados por meio de um modelo de medição e para verificar que existe um único conjunto de estimativas de parâmetros (Kline, 2018; Oestreich et al., 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos em relação às características socioeconômicas e demográficas da amostra estudada a partir das respostas ao questionário de pesquisa são apresentados na Tabela 1. Destaca-se que das 6065 pessoas que responderam o questionário, 64.18% possuem habilitação para dirigir e 65.42% disse ter carro disponível para uso, o que demonstra um elevado grau de motorização que predispõe a comunidade acadêmica a adopção de modos motorizados individuais (Ceccato et al., 2021). A amostra de respondentes foi composta por 80.14% de alunos, 11.52% de docentes e 8.33% de TAEs, seguindo a distribuição da comunidade de estudo (UFSM, 2024).

Dentre os atributos de mobilidade urbana que os respondentes têm como critérios para escolha do modo de transporte, destacam aqueles relacionados aos aspectos de risco para transmissão do vírus da Covid-19 na época da aplicação da pesquisa, como são a segurança sanitária, higiene e lotação dos veículos (OESTREICH et al., 2023). Do mesmo modo, ressalta a relevância da segurança pública, caracterizado como um problema generalizado no âmbito das cidades latinoamericanas (Robin Liggett, 1996).

O diagrama de Sankey (Figura 2) mostra a evolução das proporções de uso e intenção antes e após a pandemia para o cenário de estudo. Além disso, tem-se a tendência de

comportamento, onde as pessoas tendem a usar mais meios de transporte individuais, pelo medo de contaminação com a COVID-19, além do conforto e menor tempo gasto no deslocamento, como já reportado na literatura por (Ceccato et al., 2021).

Tabela 1 Distribuição da amostra segundo as características avaliadas

Variável	Característica pessoal	% da amostra
inf_03	Estado civil	40.02% sem parceiro
inf_10	Veículo disponível	65.42% com carro disponível
inf_40	Parada de ônibus próxima	87.45% tem parada próxima
inf_36	Tem filhos	15.41% possui
bus_03	Transbordo de ônibus	10.59% fazem baldeação
Variável	Intenção de uso no futuro	% da amostra
mob_14	De carro	38.10%
mob_16	De bicicleta	6.83%
mob_17	A pé	12.38%
mob_18	De ônibus	35.80%
mob_19	Não se deslocar	6.90%
Variável	Fator de escolha de modo de transporte	% da amostra
ger_21	Segurança pública	31.88%
ger_22	Segurança viária	11.76%
ger_23	Segurança sanitária	41.13%
ger_25	Higiene	38.32%
ger_26	Lotação	34.88%
ger_27	Informações	7.49%
ger_28	Tecnologia	4.27%

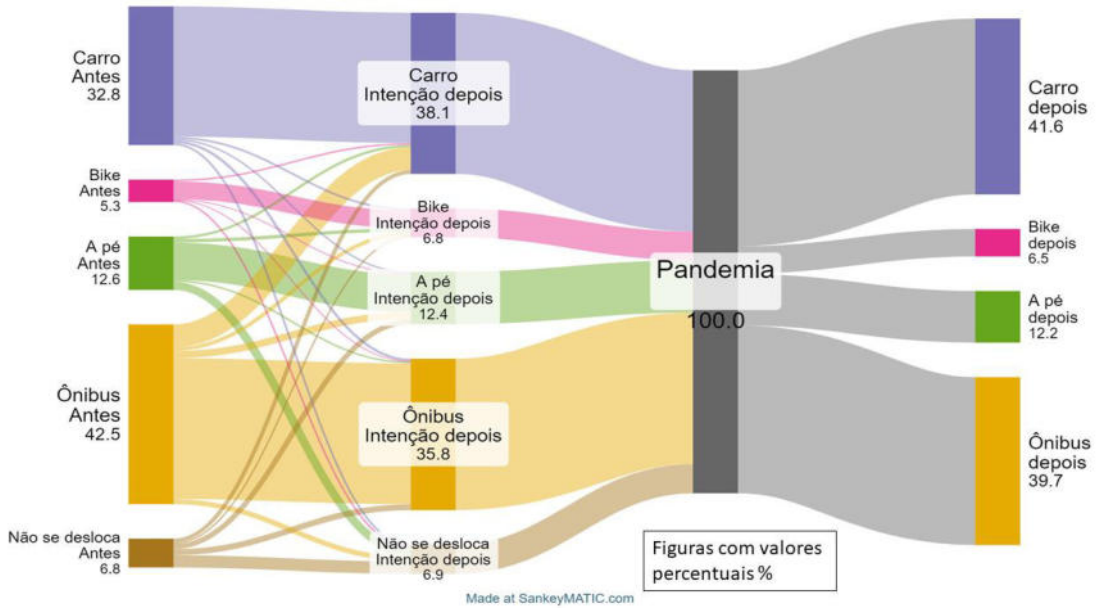


Fig. 2 Diagrama de tendência de comportamento dos usuários

Focando nas percepções dos entrevistados em relação aos aspectos de qualidade dos deslocamentos de ônibus, os resultados apresentados na Tabela 2 permitem identificar

algumas diferenças destacáveis. Assim, o atendimento nos ônibus teve a melhor percepção dentre os usuários (*bus_13*: 3.86), assim como as formas de pagamento foram bem avaliadas (*bus_23*: 3.27), juntamente com a pontualidade do ônibus (*bus_22*: 3.13). Outro aspecto que obteve uma boa pontuação foi a segurança contra acidentes (*bus_21*: 3.01), o que está de acordo com o estudo de Nævestad et al. (2022), que indica que usuários do transporte público têm menor propensão de sofrer acidentes que usuários do transporte privado.

Tabela 2 Resultados de satisfação dos usuários de transporte público sobre aspectos relacionados à escolha do transporte

Variável	Julgamento	Média	Desvio padrão
bus_13	Atendimento nos ônibus	3.86	1.98
bus_23	Formas de pagamento nos ônibus	3.27	1.74
bus_22	Pontualidade do ônibus	3.13	1.67
bus_21	Segurança contra acidentes	3.02	1.59
bus_12	Informações sobre o transporte	2.87	1.59
bus_19	Disponibilidade de ônibus	2.79	1.56
bus_14	Infraestrutura de calçadas	2.73	1.51
bus_30	Tempo de deslocamento	2.64	1.46
bus_29	Segurança contra assaltos	2.56	1.40
bus_07	Iluminação pública	2.49	1.39
bus_31	Ruído	2.44	1.34
bus_11	Estado das paradas de ônibus	2.37	1.35
bus_24	Conforto do deslocamento	2.35	1.33
bus_17	Custo do deslocamento	2.22	1.28

Por outro lado, algumas variáveis evidenciaram insatisfações dos usuários, como o custo de deslocamento (*bus_17*: 2.22), o conforto nos veículos (*bus_24*: 2.34) e o estado de conservação das paradas (*bus_11*: 2.37), que, junto à avaliação da iluminação pública (*bus_07*: 2.49), se relaciona com uma percepção também desfavorável em relação à segurança contra assaltos (*bus_29*: 2.56), conforme comprovado por Robin Liggett (1996). Seguidamente foi aplicada uma análise fatorial exploratória (EFA), a partir de 50 variáveis obtidas das respostas aos questionários, dando como resultado 8 fatores com 32 variáveis agrupadas e variância total explicada de 51,19%. A modelagem e análise dos dados foram feitas na ferramenta StataMP 16, com os parâmetros de entrada seguintes: método de extração de componentes principais (PCA) e rotação ortogonal Varimax. Para o modelo gerado, o teste de esfericidade de Bartlett [$X^2(253)=20,046.30;<0,001$] e Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0.801 \geq 0.6$) mostraram que a aplicação do método foi adequada ao problema. Os fatores identificados na EFA foram os seguintes:

1. o *Fator_1*, que engloba a percepção do usuário sobre a qualidade de deslocamentos no ônibus, como pontualidade, tempo, disponibilidade, estrutura das calçadas, atendimento, pagamento, custo, conforto, informações e estrutura das paradas (*bus_11, bus_12, bus_13, bus_14, bus_19, bus_30, bus_22, bus_23, bus_17, bus_24*);
2. o *Fator_2*, que trata as questões de segurança pública, segurança viária e ruídos, que muitas vezes estão associados à falta de manutenção adequada nos veículos e ruas (externalidades do transporte - *bus_21, bus_29, bus_31*);
3. o *Fator_3*, que determina a pretensão do usuário de mudar para o carro no futuro por ter veículos disponível (i*nf_10, mob_14, mob_18*);

4. o *Fator_4*, que agrupa as novas questões surgidas devido à pandemia de Covid-19, como limpeza, segurança sanitária e lotação dos veículos coletivos (*ger_23, ger_25, ger_26*);
5. o *Fator_5*, que relaciona as características pessoais do usuário com a necessidade de transbordo no transporte público (*inf_05, inf_36, bus_03*);
6. o *Fator_6*, que vincula o uso da tecnologia e de informações a escolha de um transporte mais seguro contra acidentes e contra roubos (*ger_21*, *ger_22, ger_27, ger_28*);
7. o *Fator_7*, que relaciona ter uma parada perto com a distância percorrida até a parada (esta última com carga fatorial negativa, o que indica que uma menor distância até a parada implica ter uma parada próxima da residência do usuário);
8. e o *Fator_8*, que reúne a frequência de deslocamento até o destino final, o grau de escolaridade (influenciando com carga negativa) e a tendência de mudar de meio de locomoção.

Após análise minuciosa desses resultados, foi conduzida a análise fatorial confirmatória (CFA), para avaliar a importância relativa das variáveis observadas dentro dos fatores que explicam aspectos relevantes para o uso do transporte público. A Figura 3 apresenta o modelo testado e os resultados obtidos (cargas fatoriais padronizadas e erros das variáveis e correlações entre fatores), assim como os parâmetros de ajuste aproximados do modelo, que se mostraram satisfatórios.

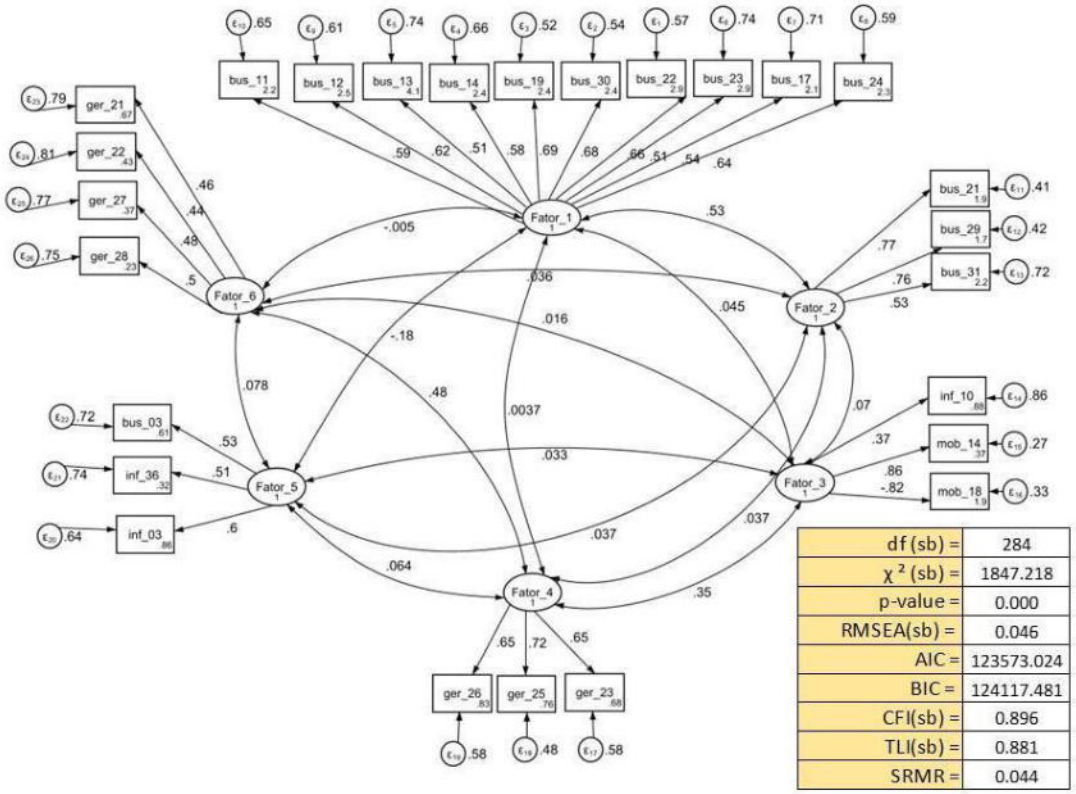


Fig. 3 Diagrama de resultados normalizados da CFA

Dentre as variáveis mais relevantes no *Fator_1*, destacam as aspectos de disponibilidade (*bus_19*: carga fatorial de 0.69), tempo gasto (*bus_30*: 0.68), e pontualidade (*bus_22*: 0.66), relacionados à rotina acadêmica, pois a população prefere gastar menos tempo com seus deslocamentos. No *Fator_2*, se destacam as variáveis relacionadas à segurança, mostrando a grande preocupação da população enquanto se desloca de ônibus tanto pela

segurança contra acidentes (*bus_21*: 0.77) como pela segurança contra roubos (*bus_27*: 0.76). No *Fator_3*, chama a atenção a importância relativa similar das variáveis relacionadas à forte intenção de uso do carro no futuro (*mob_14*: 0.86) contra ao uso do ônibus após a pandemia (*mob_18*: -0.82), fato que apenas em parte se verifica, como mostrado na Figura 1 e corrobora com o que foi dito por Zhou (2012).

Por sua parte, no *Fator_4* as variáveis agrupadas surgidas pela pandemia mostraram importância similar, mas sobretudo a preocupação dos usuários com transportes muito lotados (*ger_26*: 0.58) e o maior risco de contaminação pela Covid-19 (*ger_23*: 0.58). No *Fator_5* também as cargas fatoriais das variáveis de características pessoais foram parecidas, evidenciando que o estado civil (*inf_0*3: 0.60) e o fato de ter filhos ou não (*inf_3*6: 0.51), influenciam na necessidade de transbordo nos ônibus (*bus_03*: 0.52), ou seja, tendem a mudar os tipos e formas de deslocamento dos usuários de ônibus. Por fim, no *Fator_6*, as variáveis relacionadas à tecnologia (*ger_27*: 0.47; *ger_28*: 0.49) e segurança (*ger_21*: 0.45; *ger_22*: 0.43), também resultaram em relevância similar, salientando a necessidade do uso de tecnologias que facilitem tanto exposições prolongadas ao perigo de assaltos como monitoramento dos trajetos em relação a engarrafamentos e acidentes.

Diante de tudo isso, para melhorar o sistema de ônibus e a satisfação dos usuários, é necessária uma série de intervenções práticas. No quesito custo, é necessário que órgãos governamentais, criem meios de incentivar o uso do transporte coletivo, tanto com o custeio de parte do valor do transporte, como em investimentos em melhorias no transporte ou até mesmo em campanhas de incentivo ao uso.Outro aspecto fundamental é a valorização salarial dos colaboradores do transporte público, visto que muitas vezes mesmo com recursos limitados, operam com eficiência e cordialidade o transporte. Em relação às paradas de ônibus, medidas incluem atuações voltadas à limpeza dos espaços, bem como a realização de reparos imediatos para corrigir danos nas instalações. No que diz respeito ao conforto nos veículos, a instalação de ar condicionado e o controle da superlotação podem proporcionar maior mitigação do desconforto aos usuários.

O uso de recursos tecnológicos, como sistemas de GPS e aplicativos móveis, que permitem acompanhar o trajeto dos veículos em tempo real, além de notificarem sobre eventuais atrasos ou mudanças nos horários, pode facilitar o planejamento das viagens e consequentemente diminui o tempo de deslocamento. Quanto à segurança, é necessário adotar medidas nos ônibus, nas ruas, nas calçadas e nas próprias paradas, como a instalação de câmeras de vigilância e a garantia de iluminação adequada, corroborando com o que foi dito por Robin Liggett (1996). Além disso, a implementação de faixas exclusivas ou corredores preferenciais para ônibus, assim como a melhoria da sinalização, contribui para a prevenção de acidentes e reduz o tempo de deslocamento necessário, além de se houver uma oferta maior de ônibus nas linhas, consequentemente diminui o tempo de embarque e desembarque e acarreta em um menor tempo no viagem como um todo, além de maior pontualidade dos transportes.

Ademais, as autoridades locais devem investir em campanhas de conscientização para uso de transportes mais sustentáveis, tais como caminhada, bicicletas e transporte coletivo e que desincentivem o uso do transporte individual. Além disso, é necessário que agentes dos transportes fiscalizem as capacidades dos ônibus em circulação, visto que ônibus com excesso de lotação tendem a correr mais riscos tanto de acidentes, quanto de falta de higiene e reduz o nível de conforto do passageiro. Outra medida fundamental é ter

assentos prioritários nos ônibus, visando pessoas com deficiência, pessoas de maior idade e gestantes, para que o transporte seja da melhor forma possível. Por último, mas não menos importante, investimentos em tecnologias de informação são cruciais para reduzir o tempo de aguardo nas paradas, além do mais diminuir o tempo exposto a riscos desnecessários de assaltos ou violência, além das intempéries.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista que os deslocamentos em municípios de pequeno e médio porte, bem como de comunidades acadêmicas, apresentam características e desafios diferentes, compreender as percepções e expectativas desses usuários em relação ao transporte público é essencial para melhorar o mesmo. Desta forma, este trabalho analisou os fatores que influenciam na satisfação da comunidade acadêmica universitária durante seus deslocamentos de ônibus até a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no interior do Brasil. A análise estatística e fatorial identificou as relações entre seis fatores principais (deslocamento no ônibus e externalidades, infraestrutura das paradas e dos veículos, tendência do uso do carro, aspectos surgidos devido à pandemia de Covid-19, características pessoais e tecnologia aliada a segurança), formados por 26 variáveis.

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir a maior eficácia de direcionar esforços para elementos como a infraestrutura das paradas, que apresentou baixa satisfação e influência em todos os outros aspectos. O deslocamento no ônibus tem papel fundamental na satisfação geral, visto que tem o maior impacto direto sobre o tempo gasto no deslocamento, sendo considerado uma das principais variáveis na hora de escolher. Outro aspecto importante de salientar é a valorização dos profissionais que atuam no transporte público, visto que muitas vezes apesar de condições de trabalho inadequadas, apresentam um serviço de ótima qualidade, influenciando diretamente na percepção do usuário sobre o transporte. Além disso, faz-se necessário investimentos na melhoria da infraestrutura das paradas, visto que muitas delas carecem de cobertura, limpeza, manutenção e iluminação, sendo aspectos cruciais para a segurança no ambiente, como para o aspecto de conforto no deslocamento usando esse meio de transporte; e faz-se necessário investimentos em tecnologia, buscando modernização e mitigação de riscos.

Em conclusão, incentivar o uso do ônibus na comunidade universitária e garantir a satisfação dos usuários são passos essenciais para promover a mobilidade urbana sustentável até os campi. Nesse sentido, os resultados deste estudo fornecem uma base sólida para orientar melhorias e sugerir intervenções, cabendo aos gestores públicos e responsáveis pelo transporte público implementá-las. Ao abordar esses aspectos de maneira integrada entre todos os setores envolvidos, será possível aprimorar a experiência geral dos usuários, em prol de uma mobilidade urbana mais eficiente e satisfatória para a comunidade acadêmica da UFSM e, também, para toda a população dos municípios afetados.

Sugere-se que futuras pesquisas explorem mais a fundo a satisfação das comunidades acadêmicas em áreas urbanas de menor porte, dado o déficit de estudos científicos direcionados a esse segmento, podendo ser diferenciada a análise em cada campus de modo a comparar os comportamentos e percepções entre as cidades. Ademais, é crucial promover investigações específicas voltadas aos técnicos-administrativos e docentes, uma vez que a maior parte das pesquisas sobre comunidades acadêmicas tende a enfocar predominantemente os estudantes, em virtude de sua maioria numérica. Outra sugestão é

examinar as consequências das medidas implantadas ao longo do tempo, tanto a médio quanto a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 310258/2021-9, 130047/2024-4 e 145410/2023-4) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo 23/2551-0001199-9).

REFERÊNCIAS

Aletta, F., Brinchi, S., Carrese, S., Gemma, A., Guattari, C., Mannini, L., Patella, S.M. (2020) Analysing urban traffic volumes and mapping noise emissions in Rome (Italy) in the context of containment measures for the COVID-19 disease. **Noise Mapping** (7), 114–122. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0010

Bandeira, Â.C., Kneib, E.C. (2017) Polos geradores de viagens e seus impactos na paisagem urbana: um estudo sobre o impacto de um Shopping Center em Goiânia - GO (Brasil). **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía** (26), 187–200. https://doi.org/10.15446/rcdg.v26n1.49738

Ceccato, R., Rossi, R., Gastaldi, M. (2021) Travel demand prediction during covid-19 pandemic: Educational and working trips at the university of padova. **Sustainability** (Switzerland) 13(12), 6596. https://doi.org/10.3390/su13126596

Chen, X., Yu, L., Zhang, Y., Guo, J. (2009) Analyzing urban bus service reliability at the stop, route, and network levels. **Transp Res Part A Policy Pract** (43), 722–734. https://doi.org/10.1016/j.tra.2009.07.006

de Oña, J., de Oña, R. (2023) Is it possible to attract private vehicle users towards public transport? Understanding the key role of service quality, satisfaction and involvement on behavioral intentions. **Transportation (Amst)** (50), 1073–1101. https://doi.org/10.1007/s11116-022-10272-1

De Vos, J., Mokhtarian, P.L., Schwanen, T., Van Acker, V., Witlox, F. (2016) Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility. **Transportation (Amst)** (43), 771–796. https://doi.org/10.1007/s11116-015-9619-9

Hair, Jr.J.F., Black, W.C., Sant'Anna, A.Schlup. (2009) **Análise multivariada de dados** (6a. ed.). Grupo A - Bookman.

Hess, D.B. (2012) Walking to the bus: Perceived versus actual walking distance to bus stops for older adults. **Transportation (Amst)** (39), 247–266. https://doi.org/10.1007/s11116-011-9341-1

IBGE (2022) Malha municipal do Rio Grande do Sul. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html

Kline, R.B. (2018) Response to Leslie Hayduk's review of principles and practice of structural equation modeling,1 4th edition. Can Stud Popul (45), 188–195. https://doi.org/10.25336/csp29418

Lyons, G. (2018) Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. **Transp Res Part A Policy Pract** (115), 4–14. https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.12.001

Mahmoud, M., Hine, J. (2016) Measuring the influence of bus service quality on the perception of users. **Transportation Planning and Technology** (39), 284–299. https://doi.org/10.1080/03081060.2016.1142224

Nævestad, T.O., Elvik, R., Milch, V., Karlsen, K., Phillips, R. (2022) Traffic safety in bus transport: An analysis of Norway's largest transit authority's contract requirements to bus companies. **Transp Res Part F Traffic Psychol Behav** (89), 317–333. https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.07.004

Oestreich, L., Rhoden, P.S., Vieira, J. da S., Ruiz-Padillo, A. (2023) Impacts of the COVID-19 pandemic on the profile and preferences of urban mobility in Brazil: Challenges and opportunities. **Travel Behav Soc** (31), 312–322. https://doi.org/10.1016/j.tbs.2023.01.002

Robin Liggett, A.L.-S. and H.I. (1996) Bus Stop-Environment Connection- Do Characteristics of the Built Environment Correlate with Bus Stop Crime. **Transportation Research.** 1760 (1), 20-27.

Susilawati, M., Nilakusmawati, D.P.E. (2017) Study on the factors affecting the quality of public bus transportation service in Bali Province using factor analysis. **Journal of Physics:** Conference Series. Institute of Physics Publishing (855) 012-051. https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012051

Szmelter-Jarosz, A., Suchanek, M. (2021) Mobility patterns of students: Evidence from Tricity area, Poland. **Applied Sciences** (Switzerland) (11), 1–17. https://doi.org/10.3390/app11020522

Wang, P., Chen, X., Zheng, Y., Cheng, L., Wang, Y., Lei, D. (2021) Providing real-time bus crowding information for passengers: A novel policy to promote high-frequency transit performance. **Transp Res Part A Policy Pract** (148), 316–329. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.04.007

Zhou, J. (2012) Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students. **Transp Res Part A Policy Pract** (46), 1013–1029. https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.04.001

TRANSPORTE, SAÚDE E ENGAJAMENTO NO AMBIENTE DE TRABALHO: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA BIVARIADA

J. B. dos Santos, J. P. Lima

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo explorar a relação entre variáveis de deslocamento para o trabalho, saúde física e mental, e engajamento no trabalho. Foi aplicado, de forma *online,* um questionário estruturado com 298 trabalhadores brasileiros. A autopercepção do participante quanto à saúde foi avaliada pelo 12-Item Short Form e o engajamento no trabalho pela escala UWES-17. Análises estatísticas bivariadas foram realizadas buscando analisar a associação entre as variáveis. Pessoas que utilizam o transporte público tiveram menores níveis de saúde mental do que os que utilizam transporte ativo. O modo de transporte, horário de saída para o trabalho e o número de dias nos quais as pessoas trabalham presencialmente apresentaram associações significativas com o engajamento total e com suas dimensões. Os resultados apontam caminhos para o planejamento do sistema de transporte e contribuem para maior conscientização de empregadores em relação aos impactos negativos dos deslocamentos na saúde e engajamento de trabalhadores.

1 INTRODUÇÃO

Viagens pendulares entre casa e trabalho representam um dos principais e mais frequentes tipos de deslocamento que ocorrem no meio urbano. Diariamente, diversas pessoas repetem o mesmo trajeto, em horários e formas definidas, quase sem variação, com a finalidade de chegarem até seus locais de trabalho (Gobind, 2018). Esses deslocamentos tem grande impacto na qualidade vida, na medida em que afeta a jornada cotidiana do trabalhador (Pero e Stefanelli, 2015).

Pode-se citar os impactos causados pelas viagens na saúde do trabalhador. A dependência pelos modos motorizados acarreta o aumento do sedentarismo e em baixo nível de prática de atividade física, que, por sua vez, está relacionada a problemas como sobrepeso, obesidade, diabetes, pressão alta, entre outros (Santos e Lima, 2023). A emissão de poluentes pelos modos motorizados também acarreta em problemas de saúde, como câncer de pulmão, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias crônicas, entre outras (Xia *et al.*, 2015). As lesões e mortes causadas por acidentes de trânsito representam outro impacto direto dos deslocamentos na saúde. O tempo gasto para que as pessoas se desloquem consiste em fonte de estresse (Nepal *et al.*, 2021), além de fazer com que as pessoas tenham menos tempo para se dedicar a outras atividades, tais como se exercitar ou se conectar com outras pessoas (Kent *et al.*, 2019). As paradas frequentes, os atrasos e congestionamento são alguns fatores que

podem levar a frustração, isolamento social e tédio (Nepal *et al.*, 2021). Por sua vez, esses fatores podem contribuir para o aumento de estresse e ansiedade de trabalhadores.

Além do impacto à saúde, o deslocamento para o trabalho também pode ocasionar em perda de produtividade devido ao seu impacto no desempenho do trabalhador (Pero e Stefanelli, 2015; Ma e Ye, 2019, Nepal *et al.*, 2021). Ma e Ye (2019) destacam alguns estudos que mostram que pessoas com longo tempo de deslocamento para o trabalho tendem a ser mais estressadas, adoecerem, apresentarem uma tendência maior de absenteísmo e um desempenho inferior no trabalho. Por outro lado, apresentam estudos que mostram que pessoas que caminham ou usam bicicleta nesses deslocamentos são mais produtivas devido aos benefícios cognitivos, psicológicos e para saúde do transporte ativo. Nepal *et al.* (2021) ressaltam que o estresse indireto causado pelos deslocamentos (exemplo: redução de tempo disponível para outras demandas pessoais) pode impactar o comportamento no trabalho e diminuir a produtividade.

Apesar dessas evidências, Ma e Ye (2019) afirmam que o impacto do deslocamento para o trabalho na produtividade ainda foi pouco estudado. Essa constatação também se aplica para o engajamento no trabalho. Esse construto surgiu como um tópico potencialmente importante de desempenho dos funcionários e gestão organizacional, podendo influenciar nos resultados organizacionais (Simpson, 2009) e ser um diferencial estratégico para as organizações (Paiva *et al.*, 2019). O percursor de estudos sobre o tema foi Kahn na década de 1990, em um movimento que visava priorizar os aspectos psicológicos positivos em oposição aos negativos (Teles *et al.*, 2017). A definição mais encontrada na literatura e a utilizada neste estudo para o termo engajamento no trabalho é a de um estado cognitivo positivo, sempre relacionado à atividade laboral, contínuo no tempo, de natureza motivacional e social, não focado em um único objetivo ou situação (Schaufeli *et al.*, 2004).

Observa-se que as pesquisas sobre o tema engajamento são focadas, na maioria das vezes, em aspectos organizacionais e já foram identificadas associações positivas do constructo com diversas variáveis relacionadas ao trabalho, tais como suporte social de colegas de trabalho e superiores, realização de feedback, treinamento, autonomia no trabalho e variedade de tarefas (Schaufeli e Bakker, 2004). Pouca ênfase é dada para aspectos individuais comportamentais do funcionário. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar a associação entre variáveis relacionadas ao deslocamento para o trabalho, saúde física e mental, e engajamento no trabalho, considerando uma amostra de trabalhadores brasileiros. Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para uma maior conscientização de empregadores em relação aos impactos negativos dos deslocamentos na saúde do trabalhador, bem como em seu engajamento no ambiente de trabalho. Espera-se também que os resultados apontem caminhos para um planejamento urbano, em especial do sistema de transporte, que contribua com a saúde dos indivíduos e, também, com empresas por meio de funcionários engajados com seus trabalhos.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Foram utilizados dados transversais resultados da aplicação de um questionário estruturado com uma amostra de 298 trabalhadores brasileiros. A aplicação do questionário ocorreu de forma *online*, por meio da plataforma *Google Forms*. Foi utilizado o método de amostragem não probabilística, em que as amostras são obtidas de forma não-aleatória. Mais especificamente, foi utilizada a amostragem por conveniência bola de neve. Os participantes foram contactados por meio de redes sociais como LinkedIn, e-mails e grupos sociais de

empresas. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e questões de anonimato, além de concordarem de forma formal em responder o questionário. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética do Centro Universitário de Itajubá (FEPI), de acordo com os requisitos da Resolução CNS 466/12, conforme parecer 5.935.673.

2.1 Instrumento de coleta de dados

O questionário foi dividido em 4 partes. A primeira seção abordou questões socioeconômicas tais como idade, gênero, estado civil, renda familiar, nível de escolaridade, e número de moradores na residência. A segunda seção do questionário teve o objetivo de avaliar a saúde física e mental do participante. Com este intuito, foi utilizado o questionário SF-12 (*12-item Short-Form Health Survey*). Esse instrumento foi desenvolvido por Ware *et al.* (1996) e é composto por 12 questões e medidas de percepção de saúde. As respostas do SF-12 permitem obter uma pontuação para saúde física (*Physical Component Summary* ou PCS-12) e outra para a saúde mental (*Mental Component Summary* ou MCS-12). Em cada questão é utilizada uma escala de avaliação categórica. Para o cálculo dos escores é feita uma agregação das respostas utilizando pesos pré-definidos. Ambos escores variam entre 0 e 100, sendo que quanto maior o valor, melhor é o nível de saúde do participante.

O terceiro módulo do questionário foi formado pela escala UWES-17 (*Work and Well-being Survey*), utilizado para avaliar o engajamento no trabalho. Os participantes devem avaliar a frequência na qual experimentam 17 itens em relação ao seu trabalho, utilizando uma escala de 0 (nunca) a 6 (sempre) (Schaufeli e Bakker, 2004). A avaliação dos 17 itens permite obter uma pontuação para o engajamento total e para as suas 3 dimensões: vigor (6 itens), dedicação (5 itens) e absorção (6 itens) (Teles *et al.*, 2017). O escore das três subescalas do UWES e do engajamento total é obtido por meio de uma média aritmética das respostas atribuídas as questões. Schaufeli e Bakker (2004) recomendam que, para o estabelecimento de normas estatísticas para o UWES, deve-se usar 5 categorias para a classificação das variáveis, sendo essas: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Essa classificação é feita por meio dos valores de percentis, apresentados na Tabela 1. Devido ao tamanho amostral, neste estudo, optou-se por agregar as categorias muito alto e alto em uma única categoria denominada "alto". Procedimento similar foi feito com as categorias muito baixo e baixo. Sendo assim, os participantes foram classificados quanto ao engajamento total e suas dimensões em 3 categorias, sendo essas: alto, médio e baixo.

Tabela 1 Escores normativos para o UWES-17

Categoria	Limite superior		Limite inferior
Muito alto	95º percentil	≤ escore	
Alto	75º percentil	≤ escore	< 95º percentil
Médio	25º percentil	≤ escore	< 75º percentil
Baixo	5º percentil	≤ escore	< 25º percentil
Muito baixo			< 5º percentil

A última parte do questionário foi formada por questões que visam caracterizar o padrão de viagem para o trabalho. A primeira questão desta parte é sobre o modelo de trabalho (presencial, *home-office*, ou formato híbrido). Para os que trabalham de forma presencial ou híbrida, também foram consideradas questões relacionadas à sua origem para o trabalho durante cada dia da semana, o modo de transporte utilizado, os horários de saída e chegada

no trabalho e o número de dias no qual o participante trabalha presencial e, portanto, tem que se deslocar para o trabalho.

2.2 Análise estatística

As análises estatísticas foram divididas em duas partes: análise estatística descritiva e análise estatística inferencial. Na análise descritiva, foram calculados os valores médios e desvio padrão para as variáveis contínuas. Para as variáveis categóricas, foram calculadas as porcentagens de resposta para cada categoria. As análises inferenciais tem como objetivo fornecer conclusões sobre uma população a partir de uma amostra. Neste trabalho, foram realizadas análises bivariadas por meio de métodos estatísticos que tem o objetivo de examinar a associação ou relação entre duas variáveis.

A ANOVA *one-way*, ou análise de variância de um fator, é um teste estatístico utilizado para comparar as médias de três ou mais grupos independentes. Ele é aplicado com o objetivo de determinar se há diferenças significativas entre as médias dos grupos. A ANOVA *one-way* foi utilizada para verificar a existência de diferenças entre os níveis e PCS-12 e MCS-12 quando as variáveis independentes relacionadas ao deslocamento possuem 3 ou mais categorias (Field, 2009). As suposições para aplicação da ANOVA são: normalidade dos dados, homogeneidade das variâncias, independência das observações e a variável dependente deve ser mensurada em uma escala intervalar. Em situações de não normalidade dos dados, foi utilizado o procedimento de *Bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa). No caso de heterogeneidade de variância, o *software* SPSS 25 permite realizar o ajuste de Welch, fazendo com que seja possível utilizar esta técnica mesmo quando este princípio é violado (Field, 2009). O resultado do teste evidencia se existe ou não diferença estatisticamente significativa, mas não aponta entre quais grupos essa diferença é significativa. Para a identificação dos grupos nos quais existe diferença, são utilizados os testes *post-hoc*. No *software* SPSS 25, são disponibilizados diversos testes que podem ser utilizados para este fim. Neste estudo, quando há homogeneidade de variância, foi utilizado o teste *post-hoc* GT2 de Hochberg, devido à diferença no tamanho entre os grupos. Em caso de heterogeneidade de variância o teste *post hoc* utilizado foi o Games-Howell.

Para verificar se existe um relacionamento entre duas variáveis categóricas, foi utilizado o teste qui-quadrado de Pearson. Este teste é baseado na ideia de comparar frequências nas quais foram observadas com as frequências que são esperadas. Nos casos em que a tabela de contingência possui ordem superior a 2x2, encontrar a associação entre as categorias não é algo trivial. Pelo *software* SPSS, é possível identificar a associação solicitando os resíduos padronizados ajustados e a opção de comparar proporções de colunas. Essa opção designa uma letra a cada categoria de variáveis da coluna. Para cada par de colunas, as proporções são testadas usando um teste z com correções de Bonferroni, para ajustar os valores de significância. Comparando as letras designadas, é possível identificar quais conjuntos de categorias se associam (IBM, 2019).

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização da amostra

A Tabela 2 apresenta a caracterização da amostra em relação às variáveis socioeconômicas. A amostra foi composta por 298 trabalhadores, sendo 65% do gênero masculino. A idade média dos participantes foi de 37,6 anos com um desvio padrão de 11,3, sendo que o

participante mais jovem possui 18 anos e o mais idoso possui 77 anos. A faixa etária preponderante foi de pessoas entre 30 e 50 anos (57%), seguido dos que possuem até 30 anos (28%) e pelos que possuem mais de 50 anos (15%). O nível de escolaridade dos participantes foi alto: 56% são pós graduados e 34% tem o ensino superior. A categoria de renda familiar acima de 9 salários mínimos foi predominante (51%). A maior parte dos respondentes são casados (60%) e 38% disseram que possui 2 moradores em suas residências.

Tabela 2 Características socioeconômicas e comportamentais da amostra

	n	%
Gênero		
Feminino	105	35%
Masculino	193	65%
Faixa etária		
Idade (37,6 ± 11,3)	-	-
Até 30 anos	83	28%
De 30 a 50 anos	171	57%
Acima de 50 anos	44	15%
Nº de moradores na residência		
Moro sozinho	50	17%
2 pessoas	113	38%
3 pessoas	72	24%
4 pessoas	49	16%
Mais de 4 pessoas	14	5%

	n	%
Estado civil		
Solteiro	118	40%
Casado	180	60%
Renda familiar		
Até 3 salários mínimos	45	15%
De 3 a 5 salários mínimos	45	15%
De 5 a 9 salários mínimos	57	19%
Acima de 9 salários mínimos	151	51%
Nível de escolaridade		
Até ensino médio	32	11%
Ensino superior	100	34%
Pós-graduação	166	56%

Os dados relacionados ao emprego foram: o formato de trabalho, a jornada de trabalho, turno, tempo no qual a pessoa está no mesmo emprego e o tipo de ocupação. Para o formato de trabalho, os entrevistados puderam assinalar entre as opções presencial, híbrido e *home-office*. O formato presencial foi o mais apontado (50%) entre os três, seguido pelo formato híbrido (30%) e *home-office* (20%). Quase a totalidade dos participantes (92%) trabalham em horário comercial. A jornada de trabalho de 8 horas por dia foi a mais representativa para a amostra (76%). Por último, a maior parte (57%) possui experiência de mais de 2 anos no local de trabalho.

3.2 Comportamento de viagem

A caracterização da amostra quanto às variáveis relacionadas ao deslocamento para o trabalho é apresentada na Tabela 3. Ressalta-se que esses dados se referem apenas aos participantes que realizam o deslocamento pelo menos uma vez na semana, não incluindo aqueles que trabalham de forma totalmente remota. A maioria dos entrevistados utilizam o transporte motorizado individual como principal modo de transporte para ir ao trabalho (69%). Os que utilizam o transporte público corresponderam a 22% e os que optam pelo transporte ativo (bicicleta ou o transporte a pé) a 8%. O tempo médio de viagem foi de aproximadamente 38 minutos com um desvio padrão de 31. Os valores mínimo e máximo para o tempo de viagem foi de 5 minutos e 195 minutos, respectivamente. 34% dos respondentes levam entre 15 a 30 minutos para chegarem aos seus locais de trabalho. Apenas 14% disseram que gastam mais de uma hora. O horário de saída para o trabalho entre 06:30 e 08:30 foi o mais representativo (63%). 25% da amostra precisam sair entre 04:30 e 06:30. O horário depois das 08:30 foi apontado por 12%. Em relação ao número de dias por semana que os participantes precisam se deslocar para o trabalho, 68% realizam esse trajeto por 5 dias ou mais, 17% por 1 ou 2 dias e 15% por 3 ou 4 dias.

Tabela 3 Caracterização da amostra (variáveis de deslocamento para o trabalho)

	n	%	Média	DP	IC (95%)	Mediana	Min	Max
Modo de transporte			-	-	-	-	-	-
TMI	164	69%	-	-	-	-	-	-
TP	53	22%	-	-	-	-	-	-
TA	19	8%	-	-	-	-	-	-
Tempo de viagem			37,828	31,615	(33,791 - 41,865)	30,000	5,000	195,000
Até 15 minutos	66	28%	-	-	-	-	-	-
De 15 a 30 minutos	81	34%	-	-	-	-	-	-
De 30 a 60 minutos	57	24%	-	-	-	-	-	-
Mais de 60 minutos	34	14%	-	-	-	-	-	-
Horário de saída			-	-	-	-	-	-
Entre 04:30 e 06:30	60	25%	-	-	-	-	-	-
Entre 06:30 e 08:30	149	63%	-	-	-	-	-	-
Depois das 08:30	29	12%	-	-	-	-	-	-
Nº de dias			-	-	-	-	-	-
1 ou 2 dias	41	17%	-	-	-	-	-	-
3 ou 4 dias	36	15%	-	-	-	-	-	-
5 dias ou mais	161	68%	-	-	-	-	-	-

3.3 Saúde física (PCS-12) e mental (MCS-12)

A autopercepção da saúde foi avaliada pelo questionário SF-12, permitindo obter uma pontuação para a saúde física (PCS-12) e mental (MCS-12). Ambas as pontuações variam de 0 a 100. Muitos testes estatísticos requerem que os dados possuam uma distribuição normal. Caso contrário, é necessária a utilização de testes não paramétricos ou de uma técnica estatística denominada *Bootstrapping*. Sendo assim, inicialmente, a normalidade das variáveis PCS-12 e MCS-12 foi avaliada por meio dos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Os resultados mostraram que ambas as variáveis não possuem distribuição normal, sendo: PCS-12 (K-S (298) = 0,136, $p < 0,001$; S-W (298) = 0,887; $p < 0,001$) e MCS-12 (K-S (298) = 0,127, $p < 0,001$; s-w (298) = 0,927; $p < 0,001$). Assim, para o cálculo da média, desvio padrão e intervalo de confiança do PCS-12 e do MCS-12 foi utilizada a técnica de *Bootstrapping.* A Tabela 4 apresenta os parâmetros estatísticos (média, desvio padrão, intervalo de confiança, mediana, valor máximo e mínimo) para as pontuações PCS-12 e MCS-12. O valor médio das variáveis evidenciou que a amostra possui um nível de saúde física superior ao nível de saúde mental.

Tabela 4: Caracterização da amostra (PCS-12 e MCS-12)

	Média	DP	IC (95%)	Mediana	Min	Max
PCS-12	54,179	5,673	(53,468 - 54,811)	55,501	25,522	64,545
MCS-12	47,662	9,997	(46,421 - 48,883)	50,354	13,276	63,272

3.4 Engajamento no trabalho

O engajamento no trabalho foi avaliado pela escala UWES-17. A aplicação desse instrumento permite que sejam obtidas pontuações para o engajamento no trabalho e para suas dimensões. Schaufeli e Bakker (2004) recomendam classificar os indivíduos quanto ao seu nível de engajamento total e de suas dimensões, baseando-se nos percentis 5, 25, 75 e 95. É importante mencionar que, devido ao baixo número de participantes classificados com um nível muito alto e muito baixo, optou-se por agregar as categorias muito alto e alto em uma única categoria denominada “alto”. Procedimento similar foi feito com as categorias

muito baixo e baixo. A figura 1 apresenta a porcentagem de participantes classificados como tendo um nível alto, médio e baixo para o engajamento total e para cada dimensão (vigor, dedicação e absorção). Tanto para o engajamento total como para as dimensões, a classificação "médio" foi a mais representativa (aproximadamente 50%). A dimensão vigor foi a que apresentou a maior porcentagem de participantes com alto nível (31%). O engajamento total foi a variável com a maior porcentagem de pessoas com baixo nível (25%), seguido da dimensão absorção (24%).

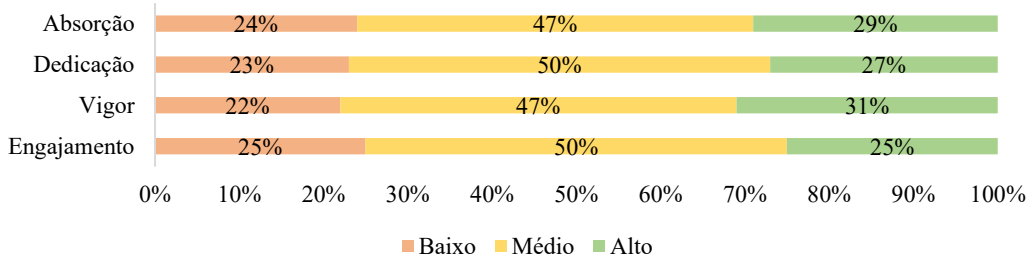


Fig. 1 Classificação dos participantes quanto ao engajamento e suas dimensões

3.5 Associação entre variáveis de deslocamento e saúde física e mental

A Tabela 5 apresenta o resultado do teste ANOVA, que foi aplicado com a finalidade de verificar a existência de diferenças significativas entre os níveis de PSC-12 e MCS-12 considerando os grupos de variáveis relacionadas ao deslocamento para o trabalho. Tendo ciência dos pressupostos para a aplicação desta técnica estatística, foi solicitado o processo de 1000 re-amostragens e a correção de Welch.

Tabela 5 Resultado teste ANOVA para variáveis de deslocamento e PCS-12

	PCS-12			MCS-12		
Variáveis de deslocamento	M	DP	p	M	DP	p
TMI	53,962	5,581		49,042	9,185	
TP	54,624	5,016	0,377	45,819	10,809	0,015+
TA	52,625	5,083		52,434	7,03	
Entre 04:30 e 06:30	53,653	5,901		47,181	10,246	
Entre 06:30 e 08:30	54,15	5,343	0,837	48,999	9,246	0,43
Depois das 08:30	54,015	4,883		49,221	9,793	
Até 15 minutos	54,302	5,198		49,53	9,017	
De 15 a 30 minutos	53,301	6,068		49,331	9,455	
De 30 a 60 minutos	54,61	4,746	0,517	48,305	10,045	0,162
Mais do que 60 minutos	54,113	5,301		45,323	9,74	
1 ou 2 dias	55,542	4,547		46,343	10,377	
3 ou 4 dias	53,374	4,525	0,128	49,76	6,889	0,232+
5 dias ou mais	53,759	5,752		48,868	9,827	

M = Média; DP = Desvio padrão; + Variâncias iguais não assumidas

Não foram observadas diferenças significativas para os níveis de saúde física considerando as variáveis de deslocamento. Para a saúde mental, foi encontrada diferença significativa para a variável modo de transporte. Como não foi verificada a homogeneidade de variância

utilizou-se o teste *post-hoc* Games-Howell para verificar entre quais grupos as diferenças foram significativas. Este teste resultou que pessoas que usam o transporte público possuem, em média, 6,615 pontos a menos do que aqueles que usam o transporte ativo, corroborando com o que já é apontado pela literatura. O uso dos modos ativos para ir ao trabalho pode ter efeitos benéficos para a saúde mental pois os indivíduos apresentam maior grau de controle do deslocamento e confiabilidade do tempo de chegada; maior oportunidade para interação social; efeito de "sentir-se melhor" devido aos exercícios de intensidade moderada; e níveis agradáveis de estimulação sensorial (Wild e Woodward, 2019). Já o transporte público contribui negativamente à saúde mental devido à lotação dos veículos, aos longos trajetos, ao desconforto, além de gerar preocupações aos trabalhadores devido à falta de confiabilidade do serviço, segurança e à necessidade de fazer mudanças no sistema de transporte e na política do local de trabalho relacionadas ao atraso na chegada (Gobind, 2018).

3.6 Associação entre variáveis de deslocamento e engajamento e suas dimensões

Na análise de associação entre as variáveis de deslocamento e os níveis de engajamento e suas dimensões (variáveis qualitativas categóricas) foi utilizado o teste de qui-quadrado. Os resultados são apresentados na Tabela 6. Tabela 7 apresenta outras associações entre as variáveis.

Tabela 6 Resultado teste Qui-quadrado (engajamento e vigor)

		Engajamento				**Vigor**			
Variável	Categoria	Baixo	Médio	Alto	p	Baixo	Médio	Alto	p
Modo de transporte	TMI	35_a	84_a	45_a	0,026	27_a	86_a	$51_{a,b}$	0,000
	Resíduos ajustados	-1,8	1,5	0,1		3	2,9	-0,4	
	TP	22_a	21_b	$12_{a,b}$		23_a	18_b	14_b	
	Resíduos ajustados	3	-1,6	-1		4,1	-2,3	-1,2	
	TA	2_a	9_a	8_a		2_a	6_a	11_a	
	Resíduos ajustados	-1,5	0	1,5		-1,2	-1,3	2,5	
Nº de dias de deslocamento	1 ou 2 dias	6_a	26_a	9_a	0,013	6_a	26_a	9_a	0,002
	Resíduos ajustados	-1,7	2,2	-0,8		-1,2	2,4	-1,5	
	3 ou 4 dias	14_a	$18_{a,b}$	4_b		12_a	20_a	4_b	
	Resíduos ajustados	2,1	0,3	-2,4		1,8	1,2	-2,9	
	5 dias ou mais	$39_{a,b}$	70_b	52_a		$34_{a,b}$	64_b	63_a	
	Resíduos ajustados	-0,3	-2	2,5		-0,4	-2,9	3,4	
		Dedicação				**Absorção**			
Variável	Categoria	Baixo	Médio	Alto	p	Baixo	Médio	Alto	p
Horário de saída	04:30 - 06:30	$14_{a,b}$	20_b	26_a	0,019	14	24	22	0,193
	Resíduos ajustados	0	-2,5	2,7		0	-1,1	1,2	
	06:30 - 08:30	38_a	76_a	35_a		35	76	38	
	Resíduos ajustados	1,1	1,4	-2,6		0,2	1,9	-2,2	
	Depois das 08:30	3_a	17_a	9_a		6	10	13	
	Resíduos ajustados	-1,7	1,3	0,2		-0,3	-1,4	1,8	
Modo de transporte	TMI	32_a	87_b	$45_{a,b}$	0,023	34	76	54	0,137
	Resíduos ajustados	-2	2,6	-1		-1,3	0,1	1,1	
	TP	20_a	19_b	$16_{a,b}$		19	24	12	
	Resíduos ajustados	2,7	-2,2	-0,1		2,3	-0,4	-1,6	
	TA	3_a	7_a	9_a		2	10	7	
	Resíduos ajustados	-0,8	-1	1,8		-1,4	0,6	0,6	
Nº de dias de deslocamento	1 ou 2 dias	10	21	10	0,52	$7_{a,b}$	28_b	6_a	0,001
	Resíduos ajustados	0,2	0,5	-0,8		-1	3,1	-2,4	
	3 ou 4 dias	10	19	7		10_a	21_a	5_a	
	Resíduos ajustados	0,7	0,7	-1,4		0,7	1,6	-2,4	
	5 dias ou mais	35	73	53		$38_{a,b}$	61_b	62_a	
	Resíduos ajustados	-0,7	-1	1,7		0,3	-3,7	3,8	

Tabela 7 Associações entre variáveis de deslocamento e engajamento

	Categoria (a)	Nível	do que Nível	de	Quando comparado	OR
Horário de saída	06:30 - 08:30	Médio	Baixo	Dedicação	04:30 - 06:30	1,4
	04:30 - 06:30	Alto	Médio		06:30-08:30	2,82
		Alto	Baixo			2,02
Modo de transporte	TMI	Médio	Baixo	Engajamento total	TP	2,51
		Alto				2,36
	TA	Médio	Baixo	Engajamento total	TP	4,71
		Alto				7,33
	TMI	Médio	Baixo	Vigor	TP	4,07
		Alto	Baixo			3,1
	TP	Alto	Médio	Vigor	TMI	1,31
	TA	Alto	Baixo	Vigor	TMI	2,91
		Alto	Médio			3,09
	TA	Médio	Baixo	Vigor	TP	3,83
		Alto	Baixo			9,03
	TMI	Médio	Baixo	Dedicação	TP	2,86
		Alto	Baixo			1,75
	TP	Alto	Médio		TMI	1,62
	TMI	Médio	Baixo	Dedicação	TA	1,16
	TA	Alto	Baixo		TMI	2,13
		Alto	Médio			2,49
Número de dias que se desloca para o trabalho	1 ou 2 dias	Médio	Baixo	Engajamento total	3 ou 4 dias	3,37
		Alto	Baixo			5,25
		Alto	Médio			1,56
	1 ou 2 dias	Médio	Baixo	Engajamento total	5 dias ou mais	2,43
		Alto	Baixo			1,13
	5 dias ou mais	Alto	Médio		1 ou 2 dias	2,14
	5 dias ou mais	Médio	Baixo	Engajamento total	3 ou 4 dias	1,4
		Alto	Baixo			4,67
		Alto	Médio			3,34
	1 ou 2 dias	Alto	Baixo	Vigor	3 ou 4 dias	4,5
		Alto	Médio			1,73
	1 ou 2 dias	Médio	Baixo	Vigor	5 dias ou mais	2,3
	5 dias ou mais	Alto	Baixo		1 ou 2 dias	1,23
		Alto	Médio			2,84
	5 dias ou mais	Médio	Baixo	Vigor	3 ou 4 dias	1,13
		Alto	Baixo			5,56
		Alto	Médio			9,26
	1 ou 2 dias	Médio	Baixo	Absorção	3 ou 4 dias	1,9
		Alto	Baixo			1,71
	3 ou 4 dias	Alto	Médio		1 ou 2 dias	1,11
	1 ou 2 dias	Médio	Baixo	Absorção	5 dias ou mais	2,49
	5 dias ou mais	Alto	Baixo		1 ou 2 dias	1,9
		Alto	Médio			9,33
	3 ou 4 dias	Médio	Baixo	Absorção	5 dias ou mais	1,31
	5 dias ou mais	Alto	Baixo		3 ou 4 dias	3,87
		Alto	Médio		3 ou 4 dias	4,27

Como ambos os grupos de variáveis possuem mais de duas categorias, foram solicitados os resíduos ajustados e a comparação par a par com ajuste de Bonferroni, com o objetivo de identificar as associações significativas para cada subconjunto de categorias. Resíduos ajustados superiores a 1,96 indica associação significativa. A razão de chance (*Odds Ratio*, OR), foi calculada para cada subconjunto de categorias que apresentou associação significativa (Tabela 7). Evidencia-se na Tabela 7 as categorias (a) que possuem uma maior

chance de possuírem um determinado nível em detrimento de outro, quando comparadas com as demais categorias das variáveis relacionadas ao deslocamento para o trabalho.

Foi observado que o modo de transporte possui associação significativa com os níveis de engajamento total, vigor e dedicação. O número de dias que a pessoa trabalha de forma presencial possui associação com o engajamento, vigor e absorção. O horário no qual a pessoa precisa sair para o trabalho possui associação apenas com a dimensão dedicação. O tempo de viagem não foi significativo para nenhuma variável relacionada ao deslocamento.

Não foram encontrados trabalhos que abordaram de forma direta a relação entre deslocamento e engajamento no trabalho. Alguns trabalhos encontrados na literatura sugerem que os deslocamentos podem impactar no desempenho do trabalhador em seu ambiente de trabalho. Já foi verificado que longas distâncias entre origem e trabalho podem levar a um maior absenteísmo (Ma e Ye, 2019). Também já foi constatado que o estresse relacionado ao deslocamento pode ter correlação com o *burnout* e com a intenção de rotatividade (Amponsah-Tawiah *et al.,* 2016). No estudo de Atis *et al.* (2022), foi verificado que usuários de transporte público possuíam uma condição pior de humor ao chegar no trabalho do que os que se deslocam de carro ou a pé. No trabalho de Brutus *et al.* (2016), ciclistas tiveram menor estresse devido ao deslocamento ao chegar no trabalho do que os que utilizam carro. O uso dos modos ativos também apresentou resultados positivos no estudo de Fyhri *et al.* (2023). Os autores confirmaram que os que usam os modos ativos possuem um maior grau de satisfação com o deslocamento, um melhor humor e desempenho no trabalho. No estudo de Loong *et al.* (2017), foi comprovado que os que utilizam carro são os que possuem menores chances de se sentirem energizados e os ciclistas têm as maiores chances de terem alta energia no trabalho e de serem pontuais.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo explorar a relação entre variáveis de deslocamento para o trabalho, saúde física e mental, e engajamento no trabalho. Com este intuito, foi aplicado um questionário estruturado com uma amostra de 298 trabalhadores brasileiros. A aplicação da técnica bivariada ANOVA *one-way* permitiu verificar a existência de diferenças significativas entre os níveis de saúde física e mental, quando relacionadas ao deslocamento para o trabalho. Não foram encontradas diferenças significativas para o nível de saúde física, considerando as categorias relacionadas às variáveis de deslocamento. Foi verificado que pessoas que utilizam os modos ativos possuem uma saúde mental melhor quando comparadas com os que utilizam o transporte público coletivo. Por meio do teste qui-quadrado, foram encontradas associações significativas entre as variáveis de deslocamento e o nível de engajamento e de suas dimensões. Destaca-se as variáveis modo de transporte e número de dias nos quais o trabalhador precisa se deslocar para o trabalho. Por exemplo, pessoas que utilizam os modos ativos tiveram uma maior probabilidade de possuírem níveis mais elevados de engajamento e de suas dimensões quando comparadas com as que utilizam os transportes motorizados individuais e os transportes públicos. Pessoas que se deslocam por 5 dias ou mais, ou seja, trabalham de forma presencial também apresentaram uma chance maior de terem níveis mais elevados de engajamento total, vigor e absorção. O horário de saída teve influência apenas com a variável dedicação. O teste mostrou que os que saem entre 04:30 e 06:30 possuem uma maior chance de ter um nível mais elevado para esta dimensão em comparação com os que saem entre 06:30 e 08:30.

Os resultados encontrados neste estudo possuem contribuições práticas e reforçam a necessidade de se considerar o impacto negativo dos deslocamentos para o trabalho na qualidade de vida das pessoas. No Brasil, as empresas possuem pouca preocupação ou influência quanto aos deslocamentos de seus funcionários. Algumas iniciativas são realizadas, como o pagamento de vale-transporte, previsto por lei, e, em alguns poucos casos, o fornecimento de transporte fretado, visando facilitar o acesso aos locais de trabalho. Os modelos de trabalho híbrido, em que o trabalhador trabalha alguns dias da semana em casa e os demais dias de forma presencial, tem sido bastante aplicado no cenário pós pandemia em empresas. Os resultados mostraram que o número de dias nos quais a pessoa trabalha presencialmente impacta tanto no engajamento total, como na maioria de suas dimensões, auxiliando no processo de tomada de decisão de empresas quanto a esse quesito. Para o poder público, o estudo evidenciou a necessidade de haver o fornecimento de infraestrutura que facilite e incentive o transporte ativo, um modo de transporte que contribui tanto para a saúde como para o engajamento no trabalho. O planejamento das cidades também é algo relevante. Cidades compactas, com um bom aproveitamento do uso do solo também propicia os modos ativos.

Este estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo o tamanho amostral e a utilização de uma amostragem por conveniência, que impossibilitam a generalização dos resultados. No entanto, espera-se que este trabalho possa contribuir com uma maior conscientização a respeito dos impactos negativos do deslocamento na saúde e engajamento de trabalhadores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e a CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Amponsah-Tawiah, K., Annor, F. e Arthur, B.G. (2016) Linking commuting stress to job satisfaction and turnover intention: The mediating role of burnout. **Journal of Workplace Behavioral Health**, 31, 104–123.

Atis, G.S., Ozic, A.B., Bukruk, T., Ozkaya, E. e Yorulmazlar, O.K. (2022) The association between commuting, mood and job performance: the structural equation modelling approach. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, 28, 2599–2605.

Field, A. (2009) **Descobrindo a estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Artmed.
Fyhri, A., Ciccone, A., Papaix, C. e Karlsen, K. (2023) Does active transport lead to improved mood and performance? A panel study of travel changes during the Covid-19 lockdown in Norway. **Transportation Research Part F**, 94, 114–132.

Gobind, J. (2018) Transport anxiety and work performance. **SA Journal of Human Resource Management**, 16 (0), 1–7.

IBM (2019) IBM SPSS Statistics Base 26. Documento do *software.* Disponível em: https://www.ibm.com/docs/en/SSLVMB_26.0.0/pdf/pt/BR/IBM_SPSS_Statistics_Brief_Guide.pdf

Loong, C., Van Lierop, D. e El-Geneidy, A. (2017) On time and ready to go: An analysis of commuters' punctuality and energy levels at work or school. **Transportation Research Part F**, 45, 1-13.

Ma, L. e Ye, R. (2019) Does daily commuting behavior matter to employee productivity? **Journal of Transport Geography**, 76 (March). 130–141

Nepal, S., Martinez, G. J., Mirjafari, S., Mattingly, S., Swain, V. D., Striegel, A., Audia, P. G. e Campbell, A. T. (2021) Assessing the Impact of Commuting on Workplace Performance Using Mobile Sensing. **IEEE Pervasive Computing**, 20 (4), 52–60.

Paiva, W. M De., Paiva, D. M De. e Gomes, S. P. (2019) Engajamento de funcionários no trabalho como diferencial estratégico. **Revista Gestão em foco**, 11, 25-38.
Pero, V. e Stefanelli, V. (2015) A questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, 19(3), 366-402.

Santos, J. B e Lima, J. P. (2023) Health Determinants, Applications, and Methods: A Systematic Literature Review on the Relationships Between the Urban Transport of People and Health. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2678 (1), 245-271.

Schaufeli, W. B. e Bakker, A. (2004) Utrecht Work Engagement Scale. A preliminary manual. **Occupational Health Psychology Unit**, Utrecht University.

Simpson, M. R. (2009) Engagement at work: A review of the literature. **International Journal of nursing studies**, 46, 1012-1024.

Teles, H., Ramalho, N., Ramalho, V. e Ribeiro, S. (2017) Adaptação e Validação da Utrecht Work Engagement Scale (UWES) aplicada a Assistentes Sociais em Portugal. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, 3, 10–20

Ware, J. E., Kosinski, M. e Keller, S. D. A. (1996) 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and Preliminary Tests of Reliability and Validity. **Medical Care**, 34(3), 220–233.

Xia, T., Nitschke, M., Zhang, Y., Shah, P., Crabb, S. e Hansen, A. (2015) Traffic-related air pollution and health co-benefits of alternative transport in Adelaide, South Australia. **Environment International***,* 74, 281-290.

ANÁLISE ESPACIAL DA (IN)SEGURANÇA PARA MOBILIDADE DE CICLISTAS EM GOIÂNIA: UMA PROPOSTA BASEADA EM UM MAPA DE VULNERABILIDADE VALIDADO PELO MÉTODO IRAP

N. C. Rodovalho; J. V. Guerrero; R. M. A. Medrano; S. Ferreira; J. A. Quintanilha; C. Campos

RESUMO

O objetivo foi analisar os níveis de segurança viária para ciclistas em Goiânia, considerando dados geograficamente espacializados de renda, origem e destino de viagens com bicicleta, e sinistros de trânsito envolvendo ciclistas. O ArcMap foi utilizado para o desenvolvimento de um mapa de vulnerabilidade a partir de um modelo espacial com as variáveis: renda média, pontos de origem e destino e número de sinistros. Para validação do mapa, uma amostra aleatória das vias foi avaliada com o método iRAP, que classifica a infraestrutura viária quanto ao nível de segurança. Como resultado, observou-se que as áreas de menor renda correspondem às áreas com maior número de sinistros. A inspeção das vias pelo método iRAP corroborou a insegurança viária nos locais mapeados como mais vulneráveis. Assim, as áreas vulneráveis se mostram prioritárias para políticas públicas de fomento à mobilidade urbana sustentável, visando à segurança e à redução da desigualdade socioespacial para ciclistas.

1 INTRODUÇÃO

A ineficiência da mobilidade urbana, resultado da disputa pelo espaço urbano, contribui para a desigualdade socioespacial, confirmada pela falta da infraestrutura viária adequada, que gera uma maior vulnerabilidade ao envolvimento em sinistros de trânsito (Rivas e Serebrisky, 2021). Por outro lado, os modos de transporte ativo, como a bicicleta, são economicamente vantajosos e contribuem para melhora da saúde e da qualidade de vida do usuário.

Os ciclistas, entretanto, pertencem ao grupo de usuários mais vulneráveis no trânsito, ou seja, àqueles mais expostos ao envolvimento em sinistros, e com maior severidade (WHO, 2018). A vulnerabilidade, conforme sua etimologia, diz respeito a estar suscetível ao ferimento, lesão ou prejuízo (Carmo e Guizardi, 2018). Em transportes, também é tida como a susceptibilidade aos incidentes que podem impactar na operação do sistema durante um certo tempo (Berdica, 2002). Há ainda a vulnerabilidade social, "resultado negativo da relação entre a disponibilidade dos recursos materiais ou simbólicos dos atores, sejam eles indivíduos ou grupos, e o acesso à estrutura de oportunidades sociais, econômicas e culturais oriundas do Estado, do mercado e da sociedade" (Morais *et al.*, 2012). Com isso, para o presente estudo, a vulnerabilidade se dá pela relação desses três conceitos, em que compreende os riscos enfrentados na falta de infraestrutura de transportes para um determinado grupo que socialmente está mais suscetível a conviver nesse contexto de risco.

Muitos dos usuários que dependem do transporte por bicicleta são de média e baixa renda e não o utilizam somente por escolha, mas também por necessidade. Nesse cenário, encontra-se um desequilíbrio em que os usuários mais desfavorecidos enfrentam precariedade de infraestrutura e segurança, o que os tornam vulneráveis e desestimula essa modalidade. Vias não pavimentadas, rotas escuras, tráfego intenso sem instalações adequadas para os ciclistas, são algumas das variáveis que aumentam o risco de sinistros (Rivas e Serebrisky, 2021). Exemplos dessa infraestrutura desigual podem ser vistos em locais como Rio de Janeiro e Curitiba, onde nos bairros mais ricos, a oferta de infraestrutura cicloviária é mais que o dobro quando comparado aos de renda menor (Tucker e Manaugh, 2018)

Sobre a análise da infraestrutura, a classificação por estrelas pelo método iRAP permite conhecer as condições de segurança viária para ocupantes de veículos, motociclistas, ciclistas e pedestres (iRAP, 2022). Desse modo, como exemplo, uma estrela para ciclistas pode indicar uma situação de via sem ciclovia, sem travessia segura, superfície de tráfego ruim e tráfego de 70km/h; três estrelas corresponderia a presença de ciclovia, boa superfície de tráfego, iluminação pública e tráfego de 60 km/h; e o cenário mais seguro, cinco estrelas, corresponderia à ciclovia segregada, travessia em alto nível e iluminação pública (WHO, 2018). Entretanto, não contempla aspectos econômicos, sociais ou comportamentais em sua análise.

Considerando o contexto apresentado, o presente estudo propõe um modelo espacial para analisar os níveis de segurança viária para ciclistas de Goiânia, considerando dados geograficamente espacializados, sendo eles dados de renda, origem e destino de viagens com bicicleta, e de sinistros de trânsito envolvendo ciclistas.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Local de estudo

O local do estudo foi o município de Goiânia, capital do estado de Goiás, localizado na região centro-oeste brasileira (Figura 1), que possui população estimada de 1.555.626 habitantes e uma frota de 1.259.463 veículos (IBGE, 2021).



Fig. 1 Mapa de localização do local de estudo
Fonte: Autores

A escolha de Goiânia para esse estudo remete ao fato de que, entre 2010 e 2019, foram registrados 4.915 óbitos devido a sinistros de trânsito, dos quais 305 foram de ciclistas, 150 sendo residentes de Goiânia. O maior número se concentrou em indivíduos do sexo masculino com faixa etária entre 50 e 59 anos (DATASUS, 2022). Além disso, os dados de internação, disponíveis para o período de 2010 a 2021, indicam que em um total de 69.818 internações, 3.110 foram de ciclistas, na faixa etária de 20 a 29 anos, com maior incidência no sexo masculino (DATASUS, 2022).

2.2 Base de dados

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados quatro conjuntos de dados, sendo eles i) renda do setor censitário; ii) Dados de sinistros de trânsito; iii) Dados de viagens da matriz OD do município de Goiânia e, iv) Imagens das vias para inspeção.

O dado de renda é proveniente do Censo 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Essa variável foi selecionada para inclusão no modelo espacial a fim de se analisar a sua relação com as condições de segurança do modo de transporte estudado, a bicicleta.

Os dados de sinistros de trânsito são provenientes da Secretaria de Segurança Pública, obtidos por solicitação direta ao órgão por meio da Lei de Acesso à Informação (Lei Federal 12.527/2011). Os dados disponibilizados correspondem ao período de janeiro de 2017 a fevereiro de 2022. Do total de 247.583 registros, 98 correspondem a sinistros com envolvimento de ciclistas e foram utilizados no estudo.

Os pontos de origem e destino das viagens com bicicleta foram obtidos a partir da pesquisa Origem-Destino realizada pela Prefeitura de Goiânia em 2022 (Goiânia, 2022). Os dados utilizados são referentes aos registros até junho de 2022, sendo uma amostra não probabilística. A pesquisa obteve 9.823 respostas, das quais 398 tinham a bicicleta como principal modo de transporte e que foram consideradas para esse estudo.

Para análise final das condições de infraestrutura viária, foram analisadas imagens de alta resolução espacial disponibilizadas no Google Earth Pro das vias classificadas. As imagens foram obtidas para trechos de 1 km em seções a cada 100 metros.

2.3 Etapas metodológicas

O método adotado para este trabalho foi estruturado em cinco etapas: i) análise espacial da distribuição da renda *per capita*, dos sinistros envolvendo bicicletas e da geolocalização das origens e destinos das viagens com bicicletas em Goiânia; ii) elaboração do mapa de vulnerabilidade à insegurança viária; iii) seleção dos locais e imagens para análise da infraestrutura para cada classe de vulnerabilidade; iv) classificação da segurança das vias de acordo com o método iRAP de classificação por estrelas; v) análise da validação do mapa de vulnerabilidade a partir do método iRAP.

Na primeira etapa, foi realizada a espacialização e análise da distribuição dos dados. A análise da renda foi realizada de acordo com os setores censitários do município de Goiânia. Para tal, foi utilizado o *plugin* Censo IBGE do Software QGIS. Posteriormente, foi realizada a análise da distribuição dos sinistros envolvendo ciclistas em Goiânia. Em virtude da indisponibilidade do endereço de ocorrência do sinistro, para a análise espacial considerou-

se a informação das Áreas Integradas de Segurança Pública (AISP), i.e. área de abrangência da delegacia de registro do sinistro. Assim, os bairros pertencentes a cada AISP foram identificados na Portaria nº 0199, de 9 de abril de 2021, da Secretaria de Estado da Segurança Pública de Goiás e os sinistros foram espacializados de acordo com a contagem do número de sinistros por AISP. Os dados da pesquisa Origem-Destino, referente às viagens de ciclistas, foram espacializados de acordo com o código postal (CEP) do endereço informado como de sua origem e destino. A compatibilização das áreas foi realizada na etapa seguinte, na implementação do modelo espacial.

Na segunda etapa, um modelo espacial foi elaborado a fim de promover uma análise integrada das variáveis de interesse, sendo elas os pontos de origem, destino, renda e os sinistros, para assim obter o mapa de vulnerabilidade à insegurança viária para ciclistas. Para tal, as variáveis foram discretizadas em cinco classes de vulnerabilidade cada, tendo valores de 1 a 5 atribuídos, sendo 1 a menor vulnerabilidade e 5 a maior, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Valores das variáveis utilizadas no modelo

Classes	1	2	3	4	5
Renda[a](R$)	13348 - 4080	4080 - 2040	2040 - 1020	1020 - 510	510 - 0
Origem de ciclistas[b]	0 - 0,306	0,306 - 0,964	0,964 - 1,905	1,905 - 3,151	3,151 - 6,019
Destino de ciclistas[b]	0 - 0,625	0,625 - 2,224	2,224 - 4,656	4,656 - 9,658	9,658 - 17,778
Sinistros com ciclistas[c]	0	1-7	8-14	15-19	20-22

[a] Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade (com e sem rendimento);
[b] Densidade de pontos por km²; [c] Quantidade de sinistros por AISP

Assim, para a implementação do modelo espacial, as variáveis de interesse foram transformadas em dados matriciais (rasters) e, posteriormente, foi aplicada, no sistema de informações geográficas ArcMap (versão estudante), a função de sobreposição de camadas a partir da atribuição empírica de pesos (importância relativa ao fenômeno estudado) à cada variável, conforme a Equação 1.

$$V = (renda \times 0{,}2) + (origem \times 0{,}2) + (destino \times 0{,}2) + (sinistros \times 0{,}4) \quad (1)$$

Onde:
V = Vulnerabilidade à insegurança viária
Renda = "Renda" (Valor do rendimento nominal médio mensal)
Origem = "Origem de ciclistas" (Densidade de pontos por km²)
Destino = "Destino de ciclistas" (Densidade de pontos por km²)
Sinistros = "Sinistros com ciclistas" (Quantidade de sinistros por AISP)

Destaca-se que o peso maior foi atribuído à variável sinistro, pois esta representa, no modelo, a exposição ao risco de se envolver em um sinistro, indicando maior vulnerabilidade à insegurança viária. Considerando que os elementos mais próximos tendem a ser mais parecidos do que os distantes, e que os locais com maior número de sinistros têm maior risco, essa variável tem uma maior representatividade para avaliar a vulnerabilidade dos usuários nas vias. Desse modo, a partir do modelo espacial, foi possível relacionar as regiões de acordo com menor/maior número de pontos de origem/destino, menor/maior renda e menor/maior índice de sinistros, resultando em classes de vulnerabilidade.

A etapa três consistiu na seleção de uma amostra não probabilística de vias e suas respectivas imagens no Google Street View. O OpenStreetMap no QGIS foi utilizado para filtrar as ruas

pertencentes a cada classe de vulnerabilidade e, a partir dessa filtragem, foram selecionadas três vias por classe funcional (uma arterial, uma coletora e uma local), de acordo com o Plano Diretor de Goiânia (2007), totalizando 15 vias.

Na quarta etapa, foi feita a classificação das vias, selecionadas na etapa três, com base na metodologia iRAP de classificação por estrelas (iRAP, 2020). Por meio do simulador do software ViDA, foi possível analisar seções da via a cada 100 metros, considerando cerca de 90 diferentes atributos. A combinação desses atributos resultou em uma classificação por estrelas para cada classe de usuário (ocupante de veículos, motociclistas, ciclistas e pedestres), onde uma estrela corresponde à classe mais insegura e cinco à mais segura. Além disso, para cada classe é atribuída uma pontuação que representa o risco da via, conforme apresentado na Figura 2.

Classificação por Estrelas	Pontuação da Classificação por Estrelas				
	Ocupantes de veículos e motociclistas	Ciclistas	Pedestres		
			Total	Ao longo da via	Atravessando
5	0 a < 2,5	0 a < 5	0 a < 5	0 a < 0,2	0 a < 4,8
4	2,5 a < 5	5 a < 10	5 a < 15	0,2 a < 1	4,8 a < 14
3	5 a < 12,5	10 a < 30	15 a < 40	1 a < 7,5	14 a < 32,5
2	12,5 a < 22,5	30 a < 60	40 a < 90	7,5 a < 15	32,5 a < 75
1	22,5 ou +	60 ou +	90 ou +	15 ou +	75 ou +

Fig. 2 Níveis da classificação por estrelas e cores
Fonte: iRAP (2013)

Como forma de determinar essa pontuação, entre os atributos contemplados na metodologia iRAP e a serem observados estão: dimensão da via, qualidade do pavimento, iluminação, presença de ciclovia e/ou ciclofaixa, sinalização horizontal e vertical, presença ou não de obstáculos fixos ao lado da pista, inclinação transversal, entre outros. A falta ou a má qualidade desses elementos está diretamente ligada à insegurança não só dos ciclistas, mas de todos os demais usuários. Para mais informações sobre o método e variáveis de avaliação, consulte o Manual de Codificação de Vias do iRAP (iRAP, 2020).

Na quinta e última etapa, os resultados do mapa de vulnerabilidade à insegurança das vias e do método iRAP, que avalia as condições das vias, foram comparados a fim de validar o modelo espacial proposto no estudo. Assim, foi verificada a coerência das classificações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise espacial da renda, origem, destino e sinistros.

Os quatro mapas produzidos a partir dos dados espacializados e que deram suporte ao modelo de vulnerabilidade proposto neste estudo, são apresentados na Figura 3. A análise da distribuição da renda demonstra a concentração de menores rendas nas áreas rurais e nos bairros periféricos, como Finsocial, Parque Santa Rita, Parque Bom Jesus e Conjunto Habitacional Baliza. As regiões periféricas também apresentam maior concentração de pessoas não brancas, menores índices de alfabetização e maior proporção de residentes do sexo masculino (IBGE, 2010).

Já as rendas mais elevadas são observadas na região sul, e em áreas periféricas com condomínios residenciais horizontais de alto padrão, onde se encontram a população “classe alta” ou “classe média alta”. A região sul, abrangendo Setor Marista, Setor Bueno, Setor Oeste e Setor Sul, apresenta maior concentração de pessoas brancas (IBGE, 2010) e é uma

área caracterizada pelo metro quadrado valorizado, que abrange maiores investimentos públicos, serviços e alto poder aquisitivo (Marinho, 2006).

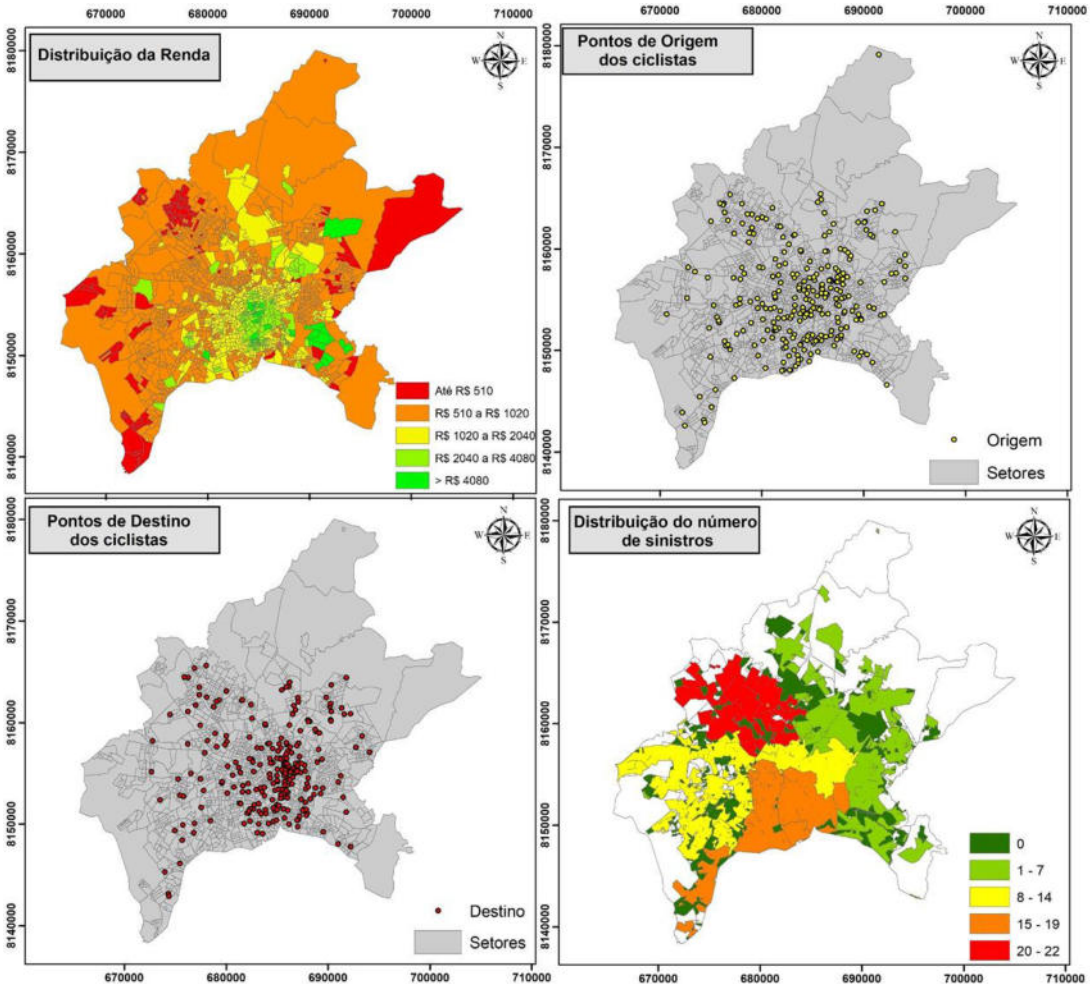


Fig. 3 Mapas base para o modelo de vulnerabilidade
Fonte: Autores

A variável renda está relacionada à presença ou não de infraestrutura adequada para bicicletas, em que diferentes grupos sociais encontram diferentes condições de acesso e uso (Rivas e Serebrisky, 2021). Nesse sentido, Santos (2021), em uma análise comparativa da acessibilidade no modo bicicleta para diferentes níveis de exclusão social, expõe que grupos com menores níveis de exclusão social apresentam maior nível de acessibilidade ao modo, enquanto o grupo de alta exclusão possui menor nível de acessibilidade, concentrando-se em áreas centrais. Ainda nessa perspectiva, Rosa *et al*. (2021) identificaram, por meio de análise estatística, que indivíduos com menor renda mensal adotam a bicicleta como principal meio de transporte. Essa relação social do uso da bicicleta também foi descrita por Reis *et al*. (2013), que, por meio de uma pesquisa e regressão de Poisson das variáveis analisadas, identificaram que andar de bicicleta é inversamente associado à existência de nível superior.

Entre os 398 ciclistas da pesquisa OD, a maioria reportou ser do gênero masculino (66%), ter entre 25 e 59 anos (76%), fazer uso da bicicleta por motivo de custo (68%) e com principal destino o trabalho (85%). Ao se analisar os pontos de origem e destino espacializados (Figura 3), observa-se maior dispersão dos pontos de origem, saindo de diferentes bairros do município. Por outro lado, os pontos de destino apresentam maior concentração na região central, em que há maior presença de estabelecimentos comerciais, reafirmando o principal

motivo de destino: o trabalho. Destaca-se que não se conheciam os trajetos mais frequentes dos ciclistas, o que seria ideal para possibilitar a identificação específica das vias mais utilizadas e das distâncias percorridas.

Esses dados demonstram um perfil de usuários em idade economicamente ativa e que fazem uso da bicicleta possivelmente por sua condição econômica, corroborando outros estudos, sobre a relação do gênero, aspectos socioeconômicos e o uso da bicicleta. No estudo de Lemos *et al*. (2017), os autores mencionam o maior uso da bicicleta por parte dos homens por questões culturais em relação ao papel atribuído a cada gênero, e também pontuam os desafios das mulheres em relação a esse meio de transporte, como a falta de respeito por parte dos demais motoristas que compartilham a via de deslocamento. Rosa *et al*. (2021) discutem ainda sobre a relação da vestimenta da mulher como possível restrição ao uso da bicicleta e a priorização da renda para compra de bicicletas para os maridos e filhos. Ainda no que tange à relação entre renda e trabalho, Guimarães *et al*. (2022), descreveram que os principais usuários de bicicletas em Pelotas (RS) eram moradores de regiões com menor renda e trabalhadores da construção civil e comércio em geral.

Ao se avaliar o perfil dos ciclistas vítimas dos sinistros de trânsito tem-se que ao longo do período, o mesmo número de homens e mulheres reportaram o sinistro, sendo 49 cada. Destaca-se, entretanto, que 2021 foi o único ano em que o número de homens acidentados foi maior que o de mulheres, representando 65,7% dos registros. Esse período coincide com a retomada das atividades após a pandemia, quando se observou a retomada dos deslocamentos pelos diferentes modos de transporte. Sobre a faixa etária, os registros se concentram prioritariamente entre os 18 e 64 anos de idade. A falta ou subnotificação de algumas informações socioeconômica impossibilita outras análises, como a variável cor/raça ou escolaridade, para se conhecer melhor o perfil das vítimas. Além disso, observa-se uma possível subnotificação dos sinistros envolvendo bicicletas, em que o número de envolvidos e vítimas deve ser maior que os 98 reportados para o período.

Sobre a espacialização dos sinistros, o nível de agregação desse dado não possibilita a identificação de pontos ou vias críticas. Entretanto, possibilita a identificação de regiões com maior concentração de sinistros registrados (Figura 3), representadas pelas áreas em vermelho. A região central, caracterizada pela atração de viagens por motivo de trabalho, se configura também como uma região de elevada ocorrência de sinistros, conforme observa-se na área em laranja. Algumas áreas foram identificadas como áreas de gleba, justificando as áreas verdes mais espalhadas. Assim, mesmo mediante à restrição quanto à impossibilidade de geolocalizar os pontos de ocorrência dos sinistros, a análise agregada por área possibilitou identificar áreas de maior risco (áreas em vermelho).

3.1 Mapa de vulnerabilidade

No mapa de vulnerabilidade (Figura 4), observa-se que as áreas de maior vulnerabilidade (classe 5, vermelha), correspondem às áreas periféricas de menor renda, corroborando a hipótese de locais com menores rendas e maior vulnerabilidade aos sinistros. No mesmo sentido, é possível identificar as áreas em verde claro, com baixo número de registros, nos locais em que se encontram os condomínios de alto padrão, ou seja, locais com renda mais alta. Ressalta-se também que, nessas áreas em vermelho, encontra-se a maior concentração de indivíduos do gênero masculino, que são a maioria das vítimas dos sinistros; a menor proporção de alfabetizados, e a concentração de indivíduos com idade de 19 a 60 anos

(IBGE, 2010), ou seja, idade economicamente ativa. O que mais uma vez reforça a relação da exposição e vulnerabilidade dessas regiões.

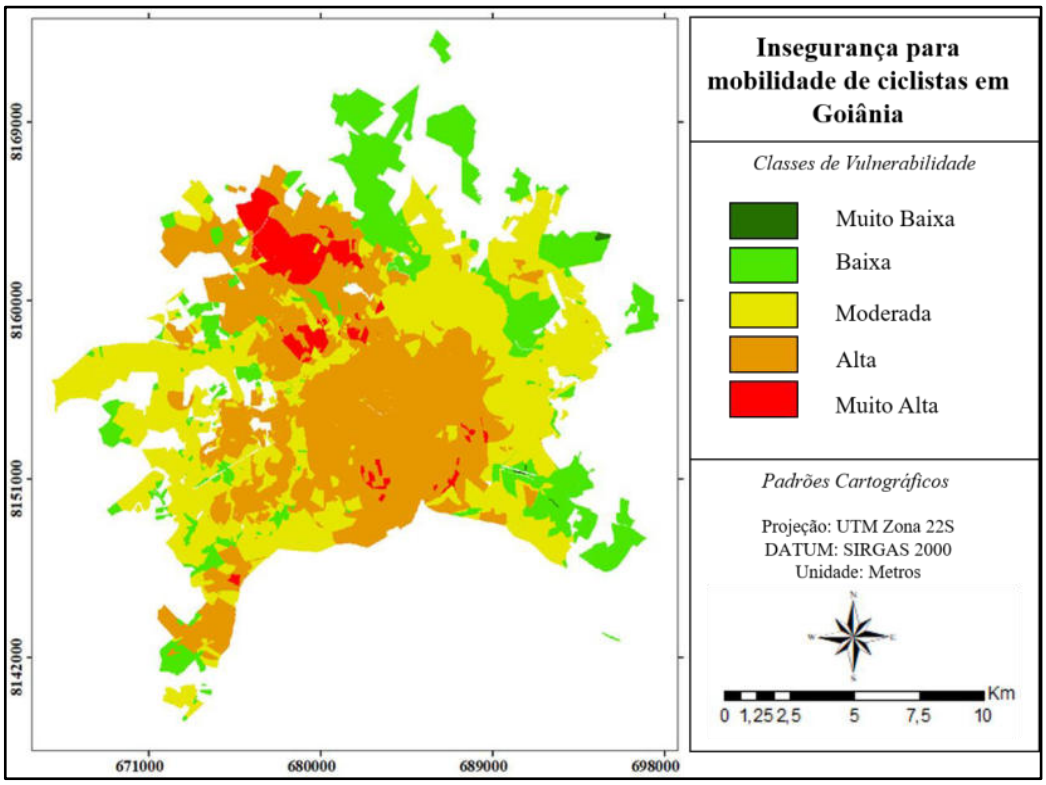


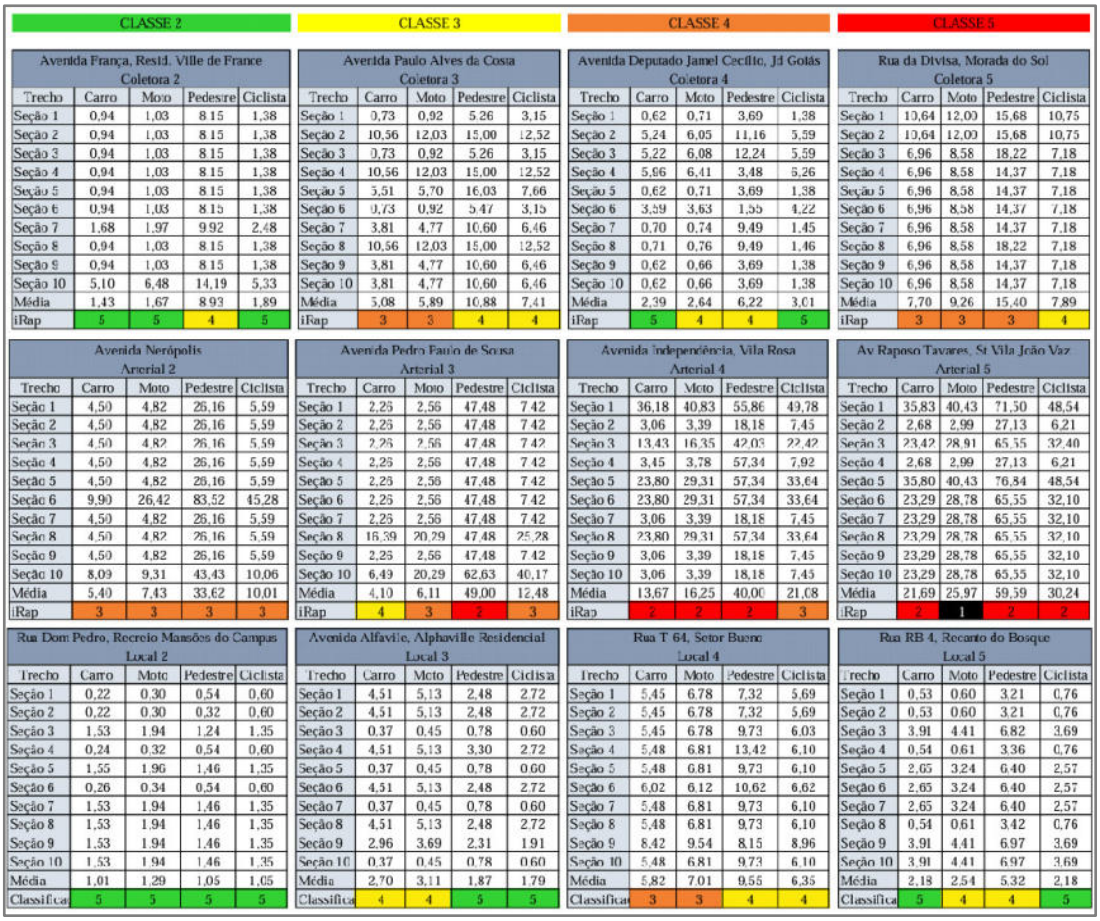
Fig. 4 Mapa de vulnerabilidade à insegurança viária
Fonte: Autores

Nas áreas em laranja (classe 4), que também apresentam vulnerabilidade, é possível identificar que correspondem às áreas com maior concentração de indivíduos do gênero feminino e de idade entre 61 e 100 anos (IBGE, 2010). Esses grupos tendem a recear o uso da bicicleta e, caso existisse uma condição de segurança maior, o ambiente se tornaria mais convidativo para eles.

Desse modo, ao considerar a espacialização dos dados das variáveis usadas no modelo espacial, observa-se como resultado geral que os locais com maiores pontos de origem e destino, menor renda e maior número de sinistros compõem as classes de maior vulnerabilidade e que demandam mais atenção. Em contrapartida, os locais com menores pontos de origem e destino, maior renda e menos registros de sinistros, estão classificados, de modo geral, como sendo menos vulneráveis. Destaca-se ainda que, mesmo a espacialização de sinistros sendo por área em vez de ponto, foi possível identificar uma maior vulnerabilidade relacionada com a renda mais baixa e com os pontos de origem e destino, ficando espacialmente representado.

3.1 Classificação iRAP

A análise iRAP foi realizada nas vias selecionadas conforme a classe do mapa de vulnerabilidade e a classe funcional da via. A classe 1 de vulnerabilidade, referente à menor vulnerabilidade, apresentou duas ruas que, por serem de condomínios privados, não possuíam imagens disponíveis, impossibilitando a análise. Assim, a classificação iRAP foi realizada para as classes de vulnerabilidade 2 a 5, de vias locais, coletoras e arteriais, conforme apresentado na Figura 5.



CLASSE 2

Avenida França, Resid. Ville de France
Coletora 2

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 2	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 3	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 4	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 5	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 6	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 7	1,68	1,97	9 92	2,48
Seção 8	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 9	0,94	1,03	8 15	1,38
Seção 10	5,10	6,48	14,19	5,33
Média	1,43	1,67	8 93	1,89
iRap	5	5	4	5

Avenida Nerópolis
Arterial 2

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 2	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 3	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 4	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 5	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 6	9,90	26,42	83,52	45,28
Seção 7	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 8	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 9	4,50	4,82	26,16	5,59
Seção 10	8,09	9,31	43,43	10,06
Média	5,40	7,43	33,62	10,01
iRap	3	3	3	3

Rua Dom Pedro, Recreio Mansões do Campus
Local 2

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	0,22	0,30	0,54	0,60
Seção 2	0,22	0,30	0,32	0,60
Seção 3	1,53	1,94	1,24	1,35
Seção 4	0,24	0,32	0,54	0,60
Seção 5	1,55	1,96	1,46	1,35
Seção 6	0,26	0,34	0,54	0,60
Seção 7	1,53	1,94	1,46	1,35
Seção 8	1,53	1,94	1,46	1,35
Seção 9	1,53	1,94	1,46	1,35
Seção 10	1,53	1,94	1,46	1,35
Média	1,01	1,29	1,05	1,05
Classifica	5	5	5	5

CLASSE 3

Avenida Paulo Alves da Costa
Coletora 3

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	0,73	0,92	5.26	3,15
Seção 2	10,56	12,03	15,00	12,52
Seção 3	0,73	0,92	5.26	3,15
Seção 4	10,56	12,03	15,00	12,52
Seção 5	5,51	5,70	16,03	7,66
Seção 6	0,73	0,92	5.47	3,15
Seção 7	3,81	4,77	10,60	6,46
Seção 8	10,56	12,03	15,00	12,52
Seção 9	3,81	4,77	10,60	6,46
Seção 10	3,81	4,77	10,60	6,46
Média	5,08	5,89	10,88	7,41
iRap	3	3	4	4

Avenida Pedro Paulo de Sousa
Arterial 3

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 2	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 3	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 4	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 5	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 6	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 7	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 8	16,59	20,29	47,48	25,28
Seção 9	2,25	2,56	47,48	7 42
Seção 10	6,49	20,29	62,63	40,17
Média	4,10	6,11	49,00	12,48
iRap	4	3	2	3

Avenida Alfaville, Alphaville Residencial
Local 3

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	4,51	5,13	2,48	2,72
Seção 2	4,51	5,13	2,48	2,72
Seção 3	0,37	0,45	0,78	0,60
Seção 4	4,51	5,13	3,30	2,72
Seção 5	0,37	0,45	0,78	0,60
Seção 6	4,51	5,13	2,48	2,72
Seção 7	0,37	0,45	0,78	0,60
Seção 8	4,51	5,13	2,48	2,72
Seção 9	2,96	3,69	2,31	1,91
Seção 10	0,37	0,45	0,78	0,60
Média	2,70	3,11	1,87	1,79
Classifica	4	4	5	5

CLASSE 4

Avenida Deputado Jamel Cecílio, Jd Goiás
Coletora 4

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	0,62	0,71	3,69	1,38
Seção 2	5,24	6,05	11,16	5,59
Seção 3	5,22	6,08	12,24	5,59
Seção 4	5,96	6,41	3,48	6,26
Seção 5	0,62	0,71	3,69	1,38
Seção 6	3,59	3,63	1,55	4,22
Seção 7	0,70	0,74	9,49	1,45
Seção 8	0,71	0,76	9,49	1,46
Seção 9	0,62	0,66	3,69	1,38
Seção 10	0,62	0,66	3,69	1,38
Média	2,39	2,64	6,22	3,01
iRap	5	4	4	5

Avenida Independência, Vila Rosa
Arterial 4

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	36,18	40,83	55,86	49,78
Seção 2	3,06	3,39	18,18	7,45
Seção 3	13,43	16,35	42,03	22,42
Seção 4	3,45	3,78	57,34	7,92
Seção 5	23,80	29,31	57,34	33,64
Seção 6	23,80	29,31	57,34	33,64
Seção 7	3,06	3,39	18,18	7,45
Seção 8	23,80	29,31	57,34	33,64
Seção 9	3,06	3,39	18,18	7,45
Seção 10	3,06	3,39	18,18	7,45
Média	13,67	16,25	40,00	21,08
iRap	2	2	2	3

Rua T 64, Setor Bueno
Local 4

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	5,45	6,78	7,32	5,69
Seção 2	5,45	6,78	7,32	5,69
Seção 3	5,45	6,78	9,73	6,03
Seção 4	5,48	6,81	13,42	6,10
Seção 5	5,48	6,81	9,73	6,10
Seção 6	6,02	6,12	10,62	6,62
Seção 7	5,48	6,81	9,73	6,10
Seção 8	5,48	6,81	9,73	6,10
Seção 9	8,42	9,54	8,15	8,96
Seção 10	5,48	6,81	9,73	6,10
Média	5,82	7,01	9,55	6,35
Classifica	3	3	4	4

CLASSE 5

Rua da Divisa, Morada do Sol
Coletora 5

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	10,64	12,00	15,68	10,75
Seção 2	10,64	12,00	15,68	10,75
Seção 3	6,96	8,58	18,22	7,18
Seção 4	6,96	8,58	14,37	7,18
Seção 5	6,96	8,58	14,37	7,18
Seção 6	6,96	8,58	14,37	7,18
Seção 7	6,96	8,58	14,37	7,18
Seção 8	6,96	8,58	18,22	7,18
Seção 9	6,96	8,58	14,37	7,18
Seção 10	6,96	8,58	14,37	7,18
Média	7,70	9,26	15,40	7,89
iRap	3	3	3	4

Av Raposo Tavares, St Vila João Vaz
Arterial 5

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	35,83	40,43	71,50	48,54
Seção 2	2,68	2,99	27,13	6,21
Seção 3	23,42	28,91	65,55	32,40
Seção 4	2,68	2,99	27,13	6,21
Seção 5	35,80	40,43	76,84	48,54
Seção 6	23,29	28,78	65,55	32,10
Seção 7	23,29	28,78	65,55	32,10
Seção 8	23,29	28,78	65,55	32,10
Seção 9	23,29	28,78	65,55	32,10
Seção 10	23,29	28,78	65,55	32,10
Média	21,69	25,97	59,59	30,24
iRap	2	1	2	2

Rua RB 4, Recanto do Bosque
Local 5

Trecho	Carro	Moto	Pedestre	Ciclista
Seção 1	0,53	0,60	3.21	0,76
Seção 2	0,53	0,60	3.21	0,76
Seção 3	3.91	4.41	6.82	3,69
Seção 4	0,54	0,61	3.36	0,76
Seção 5	2,65	3.24	6.40	2,57
Seção 6	2,65	3.24	6.40	2,57
Seção 7	2,65	3.24	6.40	2,57
Seção 8	0,54	0,61	3.42	0,76
Seção 9	3.91	4.41	6.97	3,69
Seção 10	3.91	4.41	6.97	3,69
Média	2,18	2,54	5.32	2,18
Classifica	5	4	4	5

Fig. 5 Classificações iRAP das vias de amostra para análise
Fonte: Autores

Apesar de haver uma classificação geral para cada tipo de usuário, as seções de 100 metros podem apresentar maior criticidade em relação à segurança, refletida na maior pontuação de risco, decorrente de características específicas da seção. Como exemplo, pode-se observar na Figura 5 a classificação da Avenida Nerópolis (via de função arterial do nível de vulnerabilidade 2), em que a classificação foi de 3 estrelas para todas as categorias. Nesse trecho, é possível notar pouca mudança no cenário físico, refletido na pontuação das seções, entretanto nas seções 6 e 10, a pontuação se tornou elevada, devido a um encontro com outra via e ao início de uma curva, respectivamente. Essas seções mais críticas representam também maior risco ao usuário.

3.1 Análise de validação

Ao observar as classificações gerais das vias coletoras (Figura 5), comparando as seções da categoria de ciclistas na coletora 3 com a coletora 5, vemos que a coletora 5 é mais crítica que a 3, apesar de estas apresentarem classificações finais iguais. Isso ocorre porque a coletora 3, mesmo sendo mais heterogênea e com algumas seções críticas, possui mais seções com menor pontuação do que a coletora 5. Além disso, a via coletora 5 é mais homogênea na avaliação, revelando que toda a extensão tende a ser mais crítica, com pontuações mais elevadas de maneira geral. Já a coletora 4 apresenta desempenho muito melhor que as coletoras 3 e 5, o que pode ser justificado pelas características do entorno e local em que está inserida, uma vez que o bairro Jardim Goiás é considerado um bairro

valorizado tanto economicamente, quanto na infraestrutura presente, o que difere das demais.

Esse aspecto também pode ser observado nas pontuações de pedestres e ciclistas das vias arteriais 3 e 4 (Figura 5), que apresentaram a mesma classificação final para essas categorias, mas cujas respectivas seções mostraram comportamento diferentes. Na arterial 3, os valores quase não se alteram, porém, as seções 8 e 10 apresentam pontuações mais elevadas que as demais e contribuindo para aumento da média geral do trecho e piorando a sua classificação. Enquanto na arterial 4, seis seções apresentaram valores bem elevados, justificando melhor sua média mais elevada e classificação final, caracterizando-se como de maior risco para o ciclista.

Ao considerar uma análise geral das vias locais, estas apresentam classificações consideradas boas, por serem vias com menos conflitos, velocidade mais baixa e acessos residenciais. No entanto, ao comparar a via local 4 com a via local 5, nota-se que a 4 apresentou resultados maiores na média, justificando-se pelo fato de ser uma via localizada em um setor com muitos acessos, alto fluxo e maior concentração de interseções com menor visibilidade, o que não é visto na via local 5, onde há menos interseções, proporcionando mais conforto e segurança para os ciclistas.

Com isso, a classificação do iRAP se mostrou, de modo geral, coerente com o nível de vulnerabilidade representado pelo modelo espacial da associação do número de usuários a partir da OD, a renda e o número de sinistros, principalmente para vias de classificação arterial. No entanto, as divergências observadas nas vias coletoras e locais podem revelar uma fraqueza do método iRAP, já que este não contempla o histórico de ocorrência de sinistros ou o contexto em relação ao número de usuários e renda. Além disso, esse resultado reflete que podem haver outras condições nas áreas, não relacionadas à infraestrutura, como comportamento inseguro dos usuários (ciclistas e não ciclistas) e composição da frota circulante no local, por exemplo. Essas características podem contribuir para o aumento da vulnerabilidade e pode-se considerar que estão representadas no método proposto, de forma indireta, por meio do número de sinistros ocorridos nos locais. Em geral, também foi possível observar uma relação de maior segurança para as vias locais, seguidas das coletoras e das arteriais. As vias arteriais, por terem vias mais largas e terem maior número de faixas, facilitam maior velocidade pelos veículos motorizados, além de possuírem maior capacidade e volume de automóveis, o que influencia negativamente na segurança dos ciclistas e usuários vulneráveis. Já as vias locais são mais estreitas, com menor fluxo de veículos e menor velocidade, favorecendo a segurança dos usuários (Silva, 2018).

No que diz respeito ao sistema Vida-iRAP, este apresentou resultados coerentes com o modelo de vulnerabilidade proposto, visto que as pontuações foram representativas de cada nível apresentado. Esse resultado demonstra o potencial da abordagem proposta neste estudo e de como ela pode ser adotada como alternativa para tratativas na segurança viária, visando garantir estradas mais seguras. Assim, de modo geral, os resultados deste estudo corroboram as observações de Rivas e Serebrisky (2021), que afirmam que “as disparidades de renda na região também se refletem nas infraestruturas para pedestres e ciclistas, com bairros pobres carecendo de infraestruturas de qualidade ou tamanho suficientes”; e que “a vulnerabilidade está relacionada com a interação do espaço urbano com os modos de transporte motorizado, o desenho das estradas e a gestão da mobilidade”.

4 CONCLUSÃO

Como resultado do estudo, um mapa foi gerado com cinco níveis de vulnerabilidade, onde 1 representa o nível menos vulnerável e o 5 mais vulnerável. Observou-se que as áreas de menor renda correspondem às áreas com maior número de sinistros. Além disso, as áreas classificadas como mais vulneráveis são caracterizadas pela maior concentração de homens e de população em idade economicamente ativa.

Em seguida, a inspeção pelo método iRAP foi realizada em 12 vias selecionadas aleatoriamente, de acordo com a classificação funcional e as classes de vulnerabilidade, e os resultados corroboram o mapa, confirmando a insegurança viária da infraestrutura nos locais mapeados como mais vulneráveis. A validação dos resultados pelo método iRAP demonstra a eficiência do modelo proposto, ressaltando sua implementação de baixo custo e potencial para contribuir diretamente na identificação de áreas prioritárias para intervenções no sistema viário urbano, visando tanto a melhoria da segurança quanto da qualidade de vida dessas populações.

Dessa forma, foi possível demonstrar que as regiões de menor renda apresentam maior vulnerabilidade, através de uma abordagem que relaciona a perspectiva socioeconômica, a mobilidade e a segurança viária. Assim, as áreas vulneráveis identificadas no mapa se mostram prioritárias para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à mobilidade urbana sustentável de forma segura, especialmente para ciclistas, e que também podem contribuir para redução da desigualdade socioespacial e consequente melhoria da qualidade da vida urbana. A subnotificação dos dados dos sinistros configura uma limitação deste estudo e evidencia a necessidade de aprimoramento nos registros de sinistros. Para estudos futuros, recomenda-se replicação da análise com dados desagregados, validação com uma amostragem maior de vias e com a metodologia CycleRap.

AGRADECIMENTOS
À Prefeitura Municipal de Goiânia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, processo 312796/2023-4.

5 REFERÊNCIAS

BERDICA, K. (2002) An introduction to road vulnerability: What has been done, is done and should be done. **Transport Policy**, v. 9, n. 2, p. 117–127.

CARMO, M. E. do. e GUIZARDI, F. L. (2018). O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34.

DATASUS (2022). Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. **TabNet**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>.

GOIÂNIA (2022). Pesquisa Origem Destino Web. Disponível em: < https://www.goiania.go.gov.br/sing_servicos/pesquisa-origem-destino/>

GUIMARÃES, I. F., da SILVA, I. C. M., RIBEIRO, J. A. B., NICOES, C. R., BACCHIERI, G. e REICHERT, F. F. (2022). Aspectos sociodemográficos, barreiras e motivações de ciclistas de uma cidade sul-brasileira: um estudo de métodos mistos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 1249-1262.

IBGE (2010). Plugin **Censo IBGE** no QGIS. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/dados_censo/>

IBGE (2021). **Cidades.** Frota e População Estimada de Goiânia 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>

IRAP (2013). **Módulo da Metodologia iRAP nº7: Níveis da Classificação por Estrelas**. Londres: [s.n.]. Disponível em: <https://irap.org/methodology/>

IRAP (2022). **Manual de Codificação de Vias do Irap.** Disponível em: <https://irap.org/specifications/>.

LEMOS, L. L., HARKOT, M. K., SANTORO, P. F. e RAMOS, I. B. (2017). Mulheres, por que não pedalam? Por que há menos mulheres do que homens usando bicicleta em São Paulo, Brasil. **Revista Transporte y Territorio**, n. 16, p. 68-92.

MARINHO, C. B. (2006). **Região Sul de Goiânia: um lugar valorizado na metrópole**. GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 19, pg. 113 – 129.

MORAIS, N. A., RAFFAELLI, M. e KOLLER, S. H. (2012). Adolescentes em situação de vulnerabilidade social e o continuum risco-proteção. **Avances en Psicología Latinoamericana**, 30(1), 118-136

PLANO DIRETOR DE GOIÂNIA. (2007) Lei Complementar nº 171/2007. Goiânia.

REIS, R. S., HINO, A. A., PARRA, D. C., HALLAL, P. C., e BROWNSON, R. C. (2013). Bicycling and walking for transportation in three Brazilian cities. **Am. J. Prev. Med**.. Elsevier Inc.; 44(2):e9–17.

RIVAS, M. E. e SEREBRISKY, T. (2021). The Role of Active Transport Modes in Enhancing the Mobility of Low-Income People in Latin America and the Caribbean. http://dx.doi.org/10.18235/0003216

ROSA, J. L., PEREIRA, L. R., de SOUSA, M. P., NUNES, J. F., CARVALHO, R. D. C. R. e MEIRELES, E. (2021). Fatores determinantes e condições oferecidas para ciclistas em Passos, MG. **Revista Baru-Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 7, n. 1.

SANTOS, A. B. (2021). **Avaliação da acessibilidade ao emprego de indivíduos em condição de exclusão social**. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - UFSCar.

SILVA, A. (2018) **Prevalência de fatores associados à ocorrência e severidade de acidentes com bicicleta em Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFRGS.

TUCKER, B. e MANAUGH, K. (2018). Bicycle equity in Brazil: Access to safe cycling routes across neighborhoods in Rio de Janeiro and Curitiba. **International journal of sustainable transportation**, v. 12, n. 1, p. 29-38.

WHO (2018). **Global status report on road safety 2018**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>.

SOLUÇÕES PARA MOBILIDADE ATIVA NO CONTEXTO DE UMA BRASÍLIA INTELIGENTE, HUMANA E SUSTENTÁVEL A PARTIR DOS MODELOS DE VIENA E COPENHAGUE

T. R. Oliveira, E. P. Araujo e M. S. Jesus

RESUMO

O presente baseia-se no Projeto "Soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhagen", (CEUB/FAP-DF, 2024). Objetivou-se avaliar a viabilidade de soluções de mobilidade ativa e intermobilidade com apoio na experiência de Viena e Copenhague. Partiu-se da consulta bibliográfica norteada pelo método dedutivo com uma abordagem descritivo-interpretativa, seguida de pesquisa de campo voltada à observação das práticas na área naquelas cidades, aplicando-se o método de análise das calçadas alinhando-se à metodologia da Escola de Arquitetura Dinamarquesa, associada aos parâmetros estabelecidos no guia "Os 8 princípios da calçada" (WRI, 2017). Como resultado, obteve-se soluções de mobilidade ativa em estímulo à maior sustentabilidade urbana. Conclui-se que o incentivo à mobilidade ativa se relaciona diretamente com a adoção de políticas de harmonização do convívio entre ciclistas, pedestres e motoristas em prol de um ambiente urbano mais democrático, inteligente, humano e sustentável.

Palavras-chaves:
Mobilidade ativa. Soluções inteligentes. Smart City. Viena. Copenhague. Brasília.

1 INTRODUÇÃO

A construção de políticas urbanas fundadas na mobilidade ativa tornou-se uma tendência mundial e integra um processo de ressignificação da cidade, enquanto espaço inteligente, humano e sustentável. Com efeito, nas chamadas *smart cities*, propõe-se o enfrentamento dos desafios urbanos mais eficientemente, a partir do emprego de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e outros instrumentos na integração entre os seus processos, de modo a fornecer subsídios complementares entre si para a tomada de decisões múltiplas (Brasil, 2018). Dessa forma, visa-se a maior eficiência nas operações e serviços urbanos com reflexos na melhora na qualidade de vida dos habitantes e usuários, de modo a atender às "necessidades das gerações atuais e futuras, com relação aos aspectos econômicos, sociais e ambientais" (Brasil, 2018).

O investimento na mobilidade ativa pauta-se no princípio urbanístico da "promoção da sustentabilidade do território, a partir da convergência das dimensões social, econômica e ambiental, com o reconhecimento do direito de todos à cidade sustentável" (Distrito Federal, 2019). Isso reforça um desenvolvimento urbano atento à necessidade de equilibrar as

relações entre o meio ambiente e as atividades humanas. Parte-se do seguinte pressuposto: a expansão e preservação das áreas verdes, a substituição dos modos motorizados pela mobilidade ativa e, consequentemente, o investimento na integração harmônica entre os espaços para motoristas, pedestres e ciclistas, com a priorização desses dois últimos, podem gerar melhoria nas condições de vida do usuário nas cidades. Isso porque, com a redução da circulação dos modos motorizados e a consequente diminuição de emissão de gases provocadores do efeito estufa, favorece-se a criação de um ambiente urbano mais agradável e sustentável, e, ao mesmo tempo, colabora-se para a adoção de um hábito de vida mais saudável, possibilitando-se o desenvolvimento de indivíduos mais felizes.

O presente estudo visa divulgar os resultados obtidos no Projeto de Pesquisa "Soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhagen", realizado entre os anos de 2021 e 2024 pelo Centro Universitário de Brasília (CEUB) e financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – (FAP-DF). Teve como objetivo avaliar as vantagens da utilização de soluções inteligentes de incentivo à mobilidade ativa adotadas nas cidades de Viena e Copenhagen, com chances de serem replicadas no Brasil, sobretudo em Brasília. Teve em vista a harmonização do convívio entre ciclistas, pedestres e motoristas, além da promoção de um ambiente urbano mais democrático, inteligente, humano e sustentável, e de indivíduos mais saudáveis e felizes. Com efeito, buscou encontrar elementos que sustentem e justifiquem a priorização da elaboração de políticas públicas promotoras de soluções de mobilidade ativa em Brasília, baseadas no fomento da utilização de meios não motorizados, no incentivo à caminhabilidade e à ciclomobilidade, bem como na sua integração harmônica aos demais modos de transporte motorizado. Adotou-se como método a condução de pesquisa empírica, incluindo observação de campo em Brasília, Viena e Copenhagen, a fim de se buscar elementos que correlacionassem o incentivo à mobilidade ativa com o incremento da qualidade de vida das pessoas que habitam aquelas cidades em estímulo à maior sustentabilidade urbana.

2 O CENÁRIO DE BRASÍLIA PROPÍCIO À MOBILIDADE ATIVA

A capital brasileira apresenta vocação natural para a inserção da mobilidade ativa como componente de um processo de ressignificação da mobilidade (inteligente, humana e sustentável), tendo em vista a presença de alguns fatores que tornam o convite para pedalar na cidade convincente: viabilidade climática e topográfica, e estrutura viária favorável (Gehl, 2013).

Sua localização no Planalto Central confere-lhe um relevo plano com leves ondulações em sua extensão territorial. Ademais, seu clima tropical é marcado por uma temperatura amena, com média de 22°C, variando entre 13 °C e 30°C, ao longo do ano. Além disso, apresenta uma média pluviométrica anual de 1500 mm, com chuvas fortes e de curta duração predominantemente no verão, entre outubro e o início de maio. Já no inverno, entre junho e setembro, ocorre um longo período de seca, que pode chegar a 100 dias sem a presença de chuva. Sem dúvida, a cidade apresenta clima e geografia, de modo geral, amigáveis para o uso da bicicleta, como um modo diário substitutivo do transporte motorizado.

Além disso, a mobilidade foi criteriosamente trabalhada pelo urbanista Lúcio Costa ao projetar Brasília, tendo utilizado as mais modernas técnicas rodoviárias da época, no âmbito das escalas definidas para a cidade: monumental, gregária, residencial e bucólica. No que tange à escala residencial do Plano Piloto de Brasília (PPB), propôs a disposição das quadras

100, 200 e 300, as chamadas “Superquadras” (Fig. 1), em dimensões de um quadrado de 280 x 280 metros. Essa disposição se deu no sentido de proporcionar o fácil caminhar dos moradores, como o ir e vir das crianças pequenas à escola primária e ao centro de cada quadra; o fluxo de moradores ao comércio local, projetado para suprir o abastecimento da superquadra residencial.

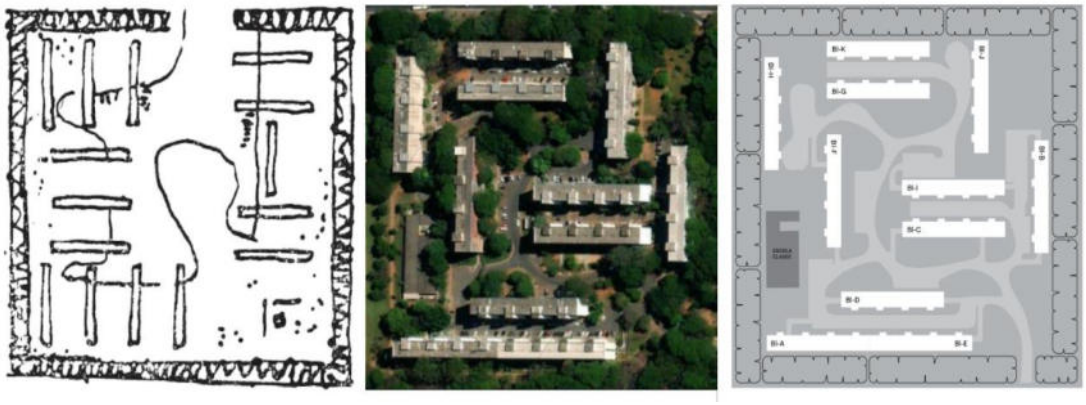


Fig. 1: Croqui de Superquadra (Costa, 1957); SQS212 (Googlemaps, 2024); Diagrama da SQS212 (Ferreira, 2020).

Costa adotou para Brasília o conceito modernista de Unidade de Vizinhança (UV), definida como o conjunto de 4 (quatro) superquadras com 2 (dois) comércios locais e 2 (duas) entrequadras intercaladas, para equipamentos maiores, escolas secundárias, clubes de vizinhança e cinema. O objetivo foi conferir autossuficiência a cada UV, ao dispor, em uma distância acessível a pé, todas as facilidades necessárias à vida cotidiana (escolas primárias e secundárias, comércio, igrejas, equipamento de cultura e lazer). Entretanto, muitas superquadras tiveram seus equipamentos públicos, tais como escola primária ou jardim de infância, não implantados, fazendo com que as famílias se tornassem dependentes do automóvel particular nas locomoções para além da UV.

Costa (1957) definiu ainda, que a delimitação das superquadras se daria por uma larga cinta densamente arborizada. Ali foram construídas fitas de passeio na maior parte das superquadras, embora não regulamentadas como padrão. Assim, o sombreamento, a linearidade e a continuidade, se constituíram elementos de extrema importância para a mobilidade ativa nas Superquadras do PPB. Vários fatores favorecem a mobilidade ativa:
a) a distância acessível a pé, até 15 minutos, para realização das atividades cotidianas dos moradores na UV;
b) os elementos naturais que uma cidade parque oferece, como áreas sombreadas e os mobiliários públicos, tornando os espaços públicos atraentes para a caminhada;
c) os blocos dispostos sobre pilotis, que libera os térreos para atividades coletivas, que proporciona uma visibilidade contínua da quadra, e garante segurança e o livre trânsito dos pedestres; e
d) a disposição espacial do comercio local em cada superquadra, que facilita o acesso aos moradores pelo interior da quadra, além de separar o espaço para o pedestre e para os carros no interior das superquadras.

Por outro lado, na escala monumental, as dificuldades de locomoção ativa são extremamente visíveis. A amplidão dos espaços fez com que a escala humana se sentisse diminuída diante da enormidade de espaços livres, embora a intenção de Costa seria representar a coletividade da nação por meio do engrandecimento do verde (Costa, 1991). A Esplanada dos Ministérios

apresenta mais vocação aos automóveis do que para os pedestres, devido às grandes distâncias para caminhar, às predominâncias da escala dos edifícios e das vias de alto rendimento e aos enormes bolsões de estacionamento (Silva, 2017).

Na escala gregária, representada pelas áreas centrais do Plano Piloto, concentram-se os edifícios mais altos, e é onde ocorre o encontro da população no entorno do cruzamento entre o Eixo Rodoviário e o Eixo Monumental, e nos quatro quadrantes da Plataforma Rodoviária de Brasília (setores comercial, bancário, de diversões, cultural, hoteleiro, médico-hospitalar, de autarquias e de Rádio e TV). Estes espaços se configuram como o lugar de trabalhar, com grande circulação de pessoas principalmente em dias de semana, num movimento pendular diário originado das 35 (trinta e cinco) Regiões Administrativas - RAs.

Devido ao critério de setorização por usos adotado no planejamento da cidade (Costa, 1991), tais setores são isolados da área residencial. Por outro lado, o Setor Comercial Sul apresenta boa vocação para o tecido caminhável em função dos seguintes fatores: grande número de pessoas avistadas no nível da rua; grande número de atividades abrigadas em edifícios; e da possibilidade de pausa e permanência na generosa quantidade de piso franqueado a pedestres (Silva, 2017).

2.1 A análise da condição de caminhabilidade segundo os 8 princípios da calçada

A fim de diagnosticar a condição das caçadas em Brasília e a sua caminhabilidade, adotou-se o parâmetro fixado nos “8 princípios da calçada”. Trata-se de um guia desenvolvido pela WRI BRASIL (WRI, 2017), contemplando elementos da calçada, benefícios e recomendações de implantação para que os projetos de infraestrutura para pedestres sejam mais qualificados (Fig. 2). Tais princípios ressaltam as características de um ambiente urbano propício para a mobilidade de pedestres, mas também convidativo para que as pessoas se relacionem melhor com a cidade.

De acordo com o guia, para que isso acontece, deve-se observar o correto dimensionamento da calçada conforme com o fluxo de pedestres a fim de se configurar uma rede de caminhos que estimulem os deslocamentos a pé. Além disso, as calçadas precisam compor um ambiente confortável para a convivência entre as pessoas, a partir de mobiliário e vegetação bem planejados.

Ademais, o pavimento deve ser firme e contínuo para conferir conforto e segurança aos pedestres, incluindo facilidades para pessoas com mobilidade reduzida. As fachadas das construções também influenciam a experiência dos pedestres, bem como a iluminação e a drenagem eficiente da água da chuva, como se vê na figura 2 abaixo. Indica ainda que o ambiente urbano, por onde os pedestres caminham, deve se comunicar através de uma sinalização coerente.

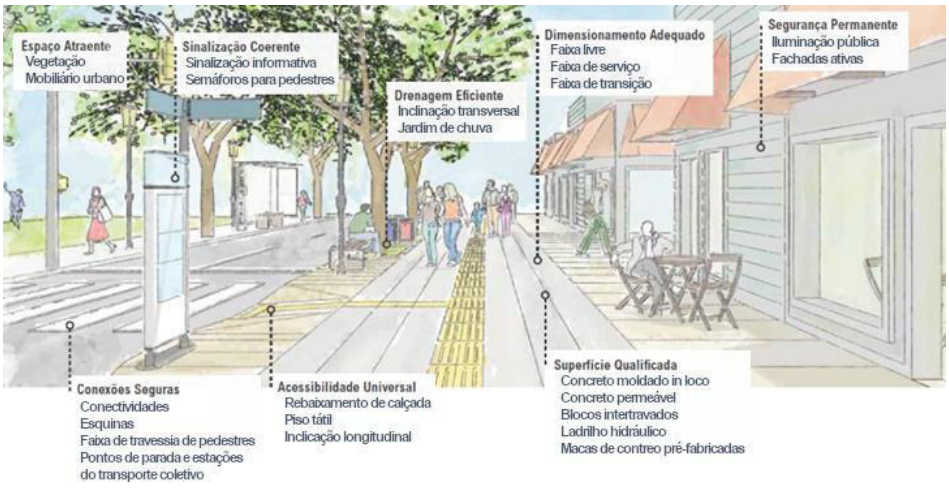


Fig. 2: Os 8 princípios da calçada. Fonte: wricidades.org

Atender a estes princípios é um passo importante para incentivar a caminhada nos deslocamentos diários. Mas há ainda dois componentes indispensáveis para tornar uma cidade amigável ao pedestre: o uso misto do solo e a oferta de um transporte coletivo de qualidade. (WRI, 2017). No contexto de Brasília, é fundamental a integração dos projetos de qualificação ao Plano Diretor e ao Plano de Mobilidade Urbana para a efetiva melhoria das condições de caminhabilidade na cidade.

Dentre as observações de campo realizadas na capital brasileira, destaca-se a análise da condição de caminhabilidade para o Setor de Entrequadra 304/305 Norte (figura 3), que espelha o padrão básico adotado entre as Superquadras do Plano Piloto.



Fig. 3: - Análise 304/305 Norte de Brasília conforme os 8 princípios da calçada (FAP-DF/CEUB, 2024).

O cenário revela calçadas, muitas vezes compartilhadas com ciclofaixas, ligando os percursos em uma UV, onde a ausência de equipamentos públicos torna a caminhabilidade menos convidativa.

Por outro lado, o Setor Comercial Sul (SCS) se configura como uma exceção aos demais setores centrais (figura 4), revelando fatores favoráveis à caminhada e ao uso de demais modos ativos, associados ao favorecimento à intermobilidade, dada a localização próxima a pontos de ônibus e do próprio terminal Rodoviário, o que também permite a integração com o metrô.



Fig. 4:– Análise SCS de Brasília conforme os 8 princípios da calçada (FAP-DF/CEUB, 2024).

Esse cenário revela boa vocação para o tecido caminhável tendo em vista, sobretudo, a possibilidade de pausa e permanência na quantidade de piso franqueado a pedestres (SILVA, 2017).

2.2 A análise da condição de ciclomobilidade e intermodalidade

No que tange especificamente à condição de ciclomobilidade, o Distrito Federal possui uma malha cicloviária de 633 km, distribuída em 28 das suas 35 RAs. As três maiores concentram-se no Plano Piloto (119,95 km), Lago Sul (54,30 km) e Park Way (50,15 km), onde as bicicletas se revelam como excelente alternativa para o deslocamento das pessoas.

O Plano Piloto é relativamente pequeno, medindo cerca de 12 km por 18km. Tem topografia relativamente plana e sua implantação se deu no alinhamento das curvas de nível do terreno, o que facilitaria os deslocamentos por toda a cidade a pé ou de bicicleta. A escala residencial do PPB é favorecida na ciclomobilidade devido à sua topografia relativamente plana e sua implantação resultante do alinhamento das curvas de nível do terreno, e ainda pelo predomínio de áreas sombreadas, facilitando os deslocamentos a pé ou de bicicleta por toda a cidade. Contudo, o desenvolvimento do trânsito a pé na totalidade do PPB é prejudicado pela falta de conectividade e continuidade de percursos para pedestres e das ciclovias. Apesar da presença de faixas para travessia de pedestres entre as quadras, as altas velocidades para automóveis (chegando a 80 km/h), e a condição das calçadas e da iluminação pública acabam criando complicadas barreiras para a circulação segura de ciclistas e pedestres.

Mesmo assim, o contexto é favorável para a intermobilidade (conexão entre modos ativos e os modos do transporte público) tendo em vista a possibilidade de transportar bicicletas tanto no metrô, quanto nos ônibus. Além disso, as bicicletas compartilhadas se destacam como alternativa de mobilidade para os brasilienses. A cidade conta com um total de 530 bicicletas, que podem ser usadas como complemento do transporte público, e estão distribuídas em 70 estações ao longo do PPB, nas Asas Sul e Norte (Semob/DF, 2020). Entretanto, com a concentração das ciclovias e das bicicletas compartilhadas na área central da cidade (PPB), as demais Ras, sobretudo as mais distantes do centro, como Ceilândia e Sobradinho, ficam prejudicadas com relação a essa opção de mobilidade.

Aponta-se ainda a necessidade de melhoria nas infraestruturas: apenas três terminais de ônibus no DF contam com bicicletários (Semob/DF, 2020), sendo ainda imprescindível a adequação de espaços e ampliação das linhas para acomodar as bicicletas e evitar a superlotação nos horários de pico. Também é insuficiente o número de bicicletários nos terminais de metrô (Mobilize Brasil, 2022), até mesmo na Rodoviária central de Brasília, local de maior circulação de pessoas na cidade, que poderia funcionar como terminal de integração intermodal. Isso poderia ser facilitado por meio do uso de soluções próprias das cidades inteligentes, com amparo na implantação de um centro de controle operacional, e o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que priorizasse o tráfego intermodal e viabilizasse a prestação de informações em tempo real aos usuários.

Portanto, a observação de campo em Brasília revelou a imprescindibilidade do fortalecimento e qualificação dos modos ativos, por meio de investimentos na rede cicloviária, na rede de circulação de pedestres e no sistema de transporte público. Sugere-se, assim, um conjunto de medidas voltadas a uma política afirmativa da mobilidade urbana sustentável, com as seguintes ações: a integração intermodal (modos ativos com modos motorizados - ônibus/BRT/metrô), ampliação das faixas exclusivas para o transporte coletivo, construção de bicicletários e paraciclos, e a ampliação/interligação das ciclovias e ciclofaixas. Sugere-se ainda o enfoque dos investimentos nas localidades com grande concentração de pessoas: rodoviárias, terminais rodoviários e polos de atração de veículos, além de soluções baseadas em boas-práticas internacionais, como se segue.

3 TRANSFORMAÇÕES INSPIRADAS EM MODELOS INTERNACIONAIS

Viena destaca-se no contexto das cidades inteligentes em razão das soluções adotadas para superar os desafios relacionados ao crescimento populacional, ao trânsito e à proteção climática. Já Copenhague é conhecida internacionalmente como a capital mundial do ciclismo urbano, já que 62% dos deslocamentos diários casa/trabalho/escola são realizados por bicicleta, em contraposição a 9% por automóvel (Guilliog, 2018). Tendo isso em vista, ao longo projeto buscou-se inspirações de boas-práticas em torno da mobilidade ativa nas cidades de Viena e Copenhague dada a relevância internacional dos seus modelos de mobilidade associado a conceitos de *smart city*, que lhe conferiram certificações de cidades mais caminháveis do mundo nos últimos anos, e também as coloca entre as melhores em qualidade de vida no mundo (Archtrends, 2019).

Nesse sentido, desenvolveu-se pesquisa de campo em Viena e Copenhague, adotando-se o método de análise das calçadas baseado nas referências utilizadas em Brasília, alinhando-se à metodologia da Escola de Arquitetura Dinamarquesa, associada aos parâmetros estabelecidos no guia “Os 8 princípios da calçada” (WRI, 2017). A pesquisa se concentrou em duas ruas em razão da sua relevância comercial, histórica, bem como no contexto da caminhabilidade e mobilidade urbanas, e os projetos de requalificação, a partir dos anos 1960. São elas: a avenida Mariahilfer Straße (em Viena) e a rua Strøget (em Copenhague).

3.1 A requalificação urbana em Viena

A avenida Mariahilfer Straße (Mahu) localiza-se na área comercial mais importante de Viena. Em sua vizinhança identifica-se um complexo de lojas, restaurantes e instituições, jardins e museus do MuseumsQuartier, além das habitações coletivas, que mantém a rua movimentada até cerca de 21h. Historicamente, sobretudo ao longo do século XX, a sua

escala de comércio pedonal transformou-se em direção ao alto tráfego de veículos, sob a influência da expansão da indústria automobilística e de políticas rodoviaristas urbanas. No entanto, em 2013, a prefeitura de Viena, em concordância entre técnicos e comunidade, lançou um concurso para requalificar a rua a fim de adequá-la às necessidades das pessoas, sobretudo os pedestres e os ciclistas. Baseou-se, sobretudo, nos seguintes princípios: 1) compartilhamento, a partilha, a cooperação e uso coletivo dos espaços e vias; 2) constante busca da inovação tecnológica e metodológica para análise e diagnóstico, e 3) eco-mobilidade (mobilidade sustentável).

O projeto vencedor dos Bureau B+B foi implementado e concluído em 2015, tornando a avenida Mahu a maior rua compartilhada da Europa. Com cerca de 1600 metros, divide-se em 3 zonas, desde a estação Westbahnhof: a primeira e a terceira, Zonas de encontro, são mediadas pela segunda, uma Zona pedonal, com restrição de acesso a veículos. As Zonas de encontro, por outro lado, são de acesso compartilhado, entre pedestres, ciclistas e veículos. Essas características fazem da avenida um dos locais que define Viena como cidade caminhável e uma das melhores cidades para se viver no mundo (Archtrends, 2019).

A análise segundo os 8 princípios da calçada (figura 5) revelou: uma escala de uso misto (comercial e residencial); bom acesso ao transporte público integrado: estações de metrô muito próximas (Westbahnhof); espaço preferencial ao trem de superfície (Tram ULF), identificado pelos trilhos; presença de lojas térreas que confirmam as fachadas ativas; piso de granito destinado ao trilho do trem; calçadas com piso intertravado com presença, ora de nivelamento, ora de meio-fio; continuidade para o acesso seguro às faixas de pedestre no fluxo do trem; boa sinalização e iluminação pública em duas alturas, e pouca poluição visual.

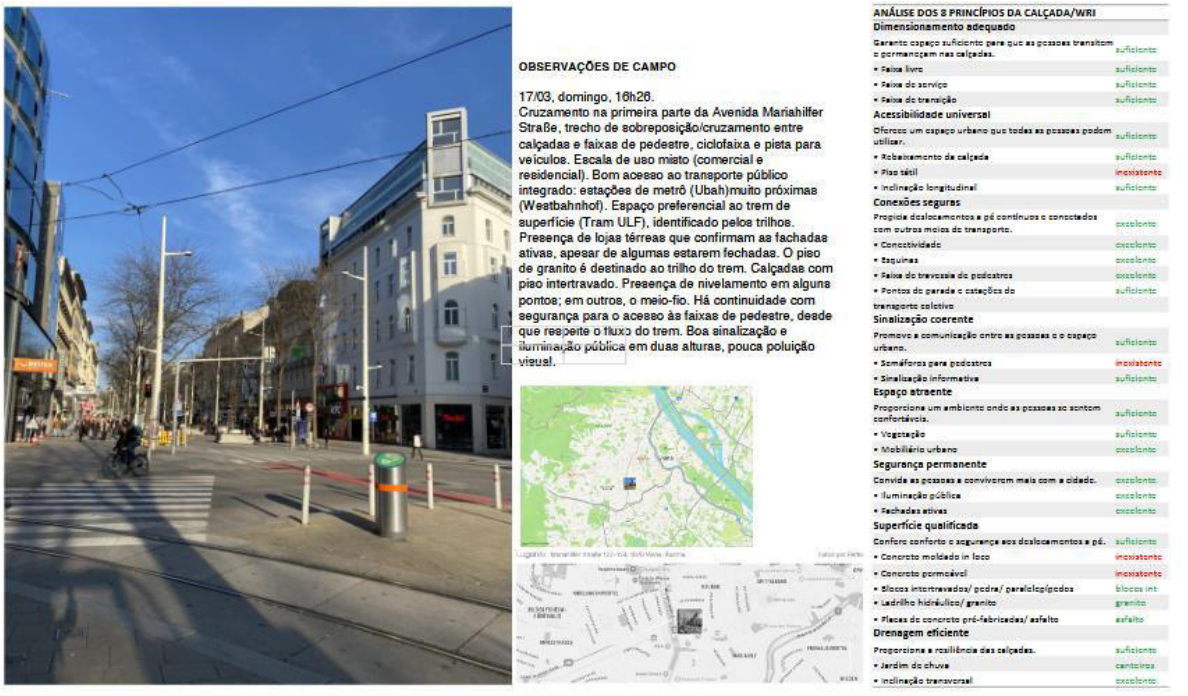


Figura 5 — Análise de Viena conforme os 8 Princípios da Calçada (FAP-DF, 2024).

Ao final da pesquisa de campo, constatou-se uma extensa e moderna infraestrutura para bicicletas, com mais de 1700 quilômetros de facilidades para os ciclistas, que englobam calçadas compartilhadas, vias compartilhadas, ciclofaixas na via e na calçada, ciclovias, bicicletários e paraciclos. Além disso, em pontos determinados, faróis de trânsito equipados

com sensores (semáforos inteligentes) são programados para dar prioridade aos ciclistas, de modo que possam seguir seus trajetos com o mínimo possível de interrupções. Isso demonstra o investimento em uma política cicloviária local, e de valorização dos pedestres e ciclistas, proporcionando mais qualidade nos deslocamentos e bem-estar no dia a dia das pessoas.

3.2 A requalificação urbana em Copenhague

Desde 1949, com o *Finger Plan*, (Plano dos Cinco Dedos) de Steen Elier Rasmussén, Copenhague investe em estratégias de descentralização e expansão urbanas para além do centro histórico. As soluções viárias, que contornam o centro histórico (a palma da mão), facilitam o deslocamento para as cidades vizinhas em direções centrífugas (os cinco dedos) e visam enfrentar o aumento do tráfego de veículos no centro da cidade no intuito de criar um ambiente mais amigável para os transeuntes, moradores e turistas.

O plano resultou em um movimento de esvaziamento do centro histórico e de impulsionamento das zonas periféricas. Esse processo foi contido a partir das políticas de recuperação dos espaços públicos nos anos 1960, iniciadas na rua comercial Strøget. A rua foi escolhida em virtude de sua relevância enquanto eixo histórico da cidade medieval que ligava os dois portões da cidade (Gehl, 2018), e pelo fato de ser atualmente a área comercial turística mais importante da capital dinamarquesa. Suas ruas de paralelepípedos, edifícios históricos e térreos ativos atraem visitantes e pesquisadores, tornando-a parte essencial da experiência de explorar e compreender Copenhague.

Nas últimas seis décadas, uma série de experimentos se desenvolveu no intuito de resgatar as relações entre a vida e o espaço público, remontando o modelo da sociedade pré-industrial, em que a vida e o espaço público deveriam formar uma unidade coesa, movida à percepção intuitiva da escala e dos sentidos humanos. Visava-se obter transformações no ritmo do cotidiano, nos moldes das cidades medievais, onde a experiência direcionava as decisões (Gehl, 2018), proporcionando uma relação funcional entre vida e espaço.

Como parte desses experimentos, optou-se por transformar a área em uma zona exclusiva para pedestres, e, assim, Strøget se tornou a primeira rua de pedestres da Dinamarca, o que veio a conferir, não só à cidade, mas ao país, uma referência internacional no urbanismo. A partir da requalificação dessa rua, Copenhague tornou-se um laboratório de estudos sobre a vida na cidade e sua relação com o espaço público, sendo instrumento de desenvolvimento urbano favorável tanto ao usuário quanto aos empresários e à prefeitura. Os projetos de requalificação trouxeram de volta a escala do medievo, mas, ao mesmo tempo, incorporaram as demandas contemporâneas de deslocamento e sobreposição de fluxos, considerando a premissa das ruas compartilhadas, e não exclusivas, fomentando o uso dos modos ativos, incluindo a bicicleta e patinetes.

A análise segundo os “8 princípios da calçada” revelou a presença de boas condições de caminhabilidade: trânsito exclusivo para pedestres e ciclistas, com acesso restrito para veículos de serviço; solução de inclinação longitudinal para drenagem; solução de acessibilidade intertravado de concreto com piso tátil em bloco tradicional; piso tátil novelado resolvido com grampos metálicos instalados no piso intertravado em granito; pisos monocromáticos de sinalização discreta sem interferência na paisagem de valor histórico; presença de boa sinalização e iluminação públicas, e de térreos ativos. Todo esse cenário é

favorável e convidativo ao uso da mobilidade ativa para os deslocamentos diários, e reflete os investimentos na requalificação urbana da região para adequá-la a um contexto de cidade para as pessoas, que privilegia os pedestres e os ciclistas.



Figura 6 — Análise de Copenhague conforme os 8 Princípios da Calçada (FAP-DF, 2024).

Ao final da pesquisa de campo, notou-se o compartilhamento harmônico de vários espaços entre pedestres e ciclistas, como passeios e pontes exclusivas, o que denota uma forte cultura ciclística local. As bicicletas dividem o trânsito das ruas com os veículos automotores (carros e ônibus) em um balé harmonioso, no qual o motorista naturalmente cede a passagem para o ciclista, que tem a preferência para seguir o seu trajeto, com segurança, pelas ciclofaixas, ciclovias, e pontes exclusivas, compartilhadas apenas com pedestres. Verificou-se ainda uma verdadeira inversão na pirâmide de tráfego com a priorização dos modos ativos e sustentáveis que usam o espaço de maneira mais eficiente, com grande destaque e incentivo ao ciclismo.

3.3 Aplicabilidade das soluções à Brasília Inteligente

As soluções observadas em Viena e Copenhague denotam a priorização de políticas públicas de incentivo à mobilidade ativa, baseadas no fomento da utilização de meios não motorizados, no incentivo à caminhabilidade e à ciclomobilidade, bem como na sua integração harmônica aos demais modos de transporte motorizado, sobretudo os que compõe o sistema de transporte público. Nota-se que o traçado de Brasília permitiria a aplicação de políticas semelhantes, como parte do processo de transformação da capital brasileira em uma cidade inteligente, humana e sustentável. No entanto, demandaria investimento na implementação e readequação da infraestrutura ciclável existente, de modo a facilitar a harmonização entre os ciclistas, pedestres e motoristas, em favorecimento à mobilidade ativa e à intermobilidade. Há ainda que se enfrentar uma forte cultura rodoviária muito presente, denotada no grande uso de veículos automotores nos trajetos diários por 51,5% da população e o reduzido uso dos modos ativos no cotidiano do brasiliense: 11 % caminhada e apenas 1,8% bicicleta (PDAD, 2021).

4 CONCLUSÃO

O presente estudo teve por objetivo divulgar os resultados obtidos no Projeto de Pesquisa "Soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhagen", realizado pelo Centro Universitário de Brasília e financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP-DF entre os anos de 2021 e 2024. Teve como objetivo avaliar as vantagens da utilização de soluções inteligentes de incentivo à mobilidade ativa adotadas nas cidades de Viena e Copenhagen, com chances de serem replicadas no Brasil, sobretudo em Brasília.

Partiu-se da avaliação do cenário urbano de Brasília, identificando-se um ambiente favorável à caminhabilidade e ciclomobilidade, mas que ainda requer o fortalecimento da cultura ciclística e infraestruturas voltadas à incorporação da intermobilidade no dia a dia dos deslocamentos dos habitantes da cidade. Sugere-se um conjunto de medidas que constituiu uma política afirmativa da mobilidade urbana sustentável, com as seguintes ações: a integração intermodal (modos ativos com modos motorizados - ônibus/BRT/metrô), ampliação das faixas exclusivas para o transporte coletivo, construção de bicicletários e paraciclos, e a ampliação/interligação das ciclovias e ciclofaixas, sobretudo em localidades com grande concentração de pessoas: rodoviárias, terminais rodoviários e polos de atração de veículos. Já a análise das ruas segundo os "8 Princípios da Calçada" revelou necessidade de adequação das calçadas, sobretudo da melhoria das suas estruturas e da iluminação pública, além da incorporação de mobiliário urbano, a fim de se transformar o convite para caminhar na cidade uma experiência agradável.

Em um segundo momento, realizou-se pesquisa de campo nas cidades de Viena e Copenhague, onde se identificaram modelos de planejamento urbano favoráveis à harmonização do convívio entre ciclistas, pedestres e motoristas; ambientes urbanos mais democráticos, inteligente, humanos e sustentáveis, voltados a proporcionar o bem-estar das pessoas nas cidades. Constatou-se a priorização da elaboração de políticas públicas promotoras de soluções de mobilidade ativa, baseadas no fomento da utilização de meios não motorizados, no incentivo à caminhabilidade e à ciclomobilidade, bem como na sua integração harmônica aos demais modos de transporte motorizado, sobretudo os que compõe o sistema de transporte público.

Isso reforça a tendência de um desenvolvimento urbano atento à necessidade de equilibrar as relações entre o meio ambiente e as atividades humanas. Sublinha ademais a preocupação da expansão e preservação das áreas verdes, a substituição dos modos motorizados pela mobilidade ativa e, consequentemente, o investimento na integração harmônica entre os espaços para motoristas, pedestres e ciclistas, com a priorização desses dois últimos gerando importantes reflexos na melhoria das condições de vida do usuário nas cidades.

Ao final do projeto pode-se constatar a importância do investimento em políticas públicas voltadas à implementação de infraestruturas em prol do deslocamento por meio de modos ativos a fim de se desenvolver um contexto urbano voltado ao bem-estar das pessoas e para a consolidação de uma cultura ciclística e de valoração de hábitos diários saudáveis. Pode-se ainda destacar a relevância da instalação de estruturas inteligentes simples, como sensores e semáforos multiveiculares, capazes de auxiliar na modulação do trânsito de veículos e pessoas, com a priorização de pedestres e ciclistas.

Os dados coletados ao longo do projeto permitem subsidiar os processos de tomada de decisões relacionados à implementação e fomento da mobilidade ativa em Brasília voltados à instalação de um ambiente urbano mais democrático, inteligente, humano e sustentável. Há ainda subsídios para auxiliar a preservação e melhoria da qualidade de vida da população do Distrito Federal, tomando-se por base as boas práticas observadas nas cidades de Viena e Copenhague. Conclui-se pela imprescindibilidade do fortalecimento e qualificação dos modos ativos, por meio de investimentos na rede cicloviária, na rede de circulação de pedestres e no sistema de transporte público a fim de se oferecer melhores condições de caminhabilidade e ciclomobilidade em promoção do bem-estar das pessoas nas cidades.

5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, E *et al*. (2024) **Soluções para a mobilidade ativa no contexto de uma Brasília inteligente, humana e sustentável a partir dos modelos de Viena e Copenhagen.** Brasília: Centro Universitário de Brasília (CEUB)/Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF).

ARQCHTRENDS, Portobello. **Cidades caminháveis**: uma nova abordagem urbanística. São Paulo, 2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços *et al*. (2018) **Ambiente de Demonstração de Tecnologias para Cidades Inteligentes**. Brasília, DF: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Documento de referência.
BRASÍLIA, MPDFT. (2024) Seminário **Extremos Climáticos e Desastres no DF**. Brasília.

_____SEMOB/DF. (2020) **Plano de Mobilidade Ativa do Distrito Federal**. Brasília. Disponível em: https://semob.df.gov.br/aviso-de-consulta-publica/. Acesso em: 15 mai. 2024.

COSTA, L. (1957) **Relatório do Plano Piloto de Brasília**. Brasília: IPHAN.

_____. (1974) **Considerações em torno do Plano Piloto de Brasília**. Brasília: Senado Federal.

_____. (1987) **Brasília Revisitada**. Brasília: Diário Oficial do Distrito Federal de 23 de outubro de 1987.

FERREIRA, M.; GOROVITZ, M. (2020) **A invenção da Superquadra.** Brasília: IPHAN.

GHEL, J. (2013) **Cities for people**. Washington: Islandpress.
_____. (2018) **A vida na cidade**: como estudar. São Paulo: Perspectiva.

GUILLIOG, L. (2018). Copenhagen: a cidade mais bike friendly do mundo. **Terra**.

SILVA, C. (2017) **Brasília sem carros? Um estudo sobre o espaço ocupado pelos carros e a propensão a medidas de restrição e controle de acesso.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo na FAU/UnB. Brasília.

WRI BRASIL. (*World Resources Institute*). (2017) **8 Princípios da Calçada - Construindo cidades mais ativas.** São Paulo.

AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA PARA ESTUDANTE NO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF

J. N. C. Sousa Júnior, M. A. N. Azevedo Filho e E. T. Maciel

RESUMO

A mobilidade urbana é uma questão fundamental para o bem-estar dos cidadãos, especialmente em áreas metropolitanas como a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Com o objetivo de promover a acessibilidade dos estudantes, foi implementado um programa social na RMF, que oferece duas passagens gratuitas diárias para estudantes, visando promover acessibilidade e facilitar o acesso à educação. Este artigo analisa a implementação e impacto desse programa. Os dados foram coletados antes e depois do programa, avaliando métricas como número de utilizações por estudante e frequência diária de uso do transporte público. Os resultados revelam um aumento significativo nas utilizações pelos estudantes. A adoção deste tipo de política pública visa atender às necessidades dos cidadãos e promover o desenvolvimento sustentável das áreas metropolitanas, destacando a importância de iniciativas sociais e políticas públicas nesse contexto.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana contribui para desenvolvimento sustentável das cidades, impactando diretamente a qualidade de vida dos cidadãos, pois se deslocar é uma necessidade intrínseca à vida moderna, dada a dispersão de atividades em diferentes áreas geográficas. Essas atividades ocorrem em locais distintos, demandando assim a realização de deslocamentos (Souza, 2018). No âmbito dessa necessidade de realizar deslocamentos, o transporte público se apresenta como o principal meio de oferecer mobilidade de forma eficiente e acessível para a população (Zaban *et al.*, 2021). Além de conectar comunidades, o transporte público facilita o acesso a serviços essenciais, como educação, trabalho e saúde, desempenhando um papel vital na mobilidade urbana (Gomide, 2006).

No entanto, é inegável que, apesar da existência dessa infraestrutura de transporte público, persistem obstáculos significativos no acesso aos serviços públicos essenciais. Esses desafios refletem uma realidade de desigualdade socioeconômica que permeia em diversas cidades do Brasil (Rosa, 2011). Ainda que o transporte público seja concebido como um mecanismo de acesso universal aos serviços básicos (Moraes, 2018), a sua efetiva acessibilidade é muitas vezes comprometida por uma série de fatores, tais como a qualidade, a extensão da cobertura, a disponibilidade de horários e, não menos importante, o custo (tarifa) associado ao seu uso (Freitas, 2016).

Essa situação revela que a questão da acessibilidade aos serviços públicos essenciais através do transporte público não se resume apenas à sua mera disponibilidade física, mas também engloba uma análise abrangente das barreiras econômicas, sociais e geográficas que impedem a plena participação dos cidadãos na vida urbana (Bernardes, 2017). Para muitos indivíduos, especialmente aqueles de baixa renda, os custos associados ao transporte público podem representar uma parte significativa de seu orçamento mensal, tornando difícil o acesso regular a serviços como saúde, educação e emprego (Pereira *et al*., 2023).

Essa disparidade é especialmente perceptível nos sistemas de transporte metropolitanos, onde a falta de acessibilidade pode representar uma barreira significativa para diferentes grupos da população, em particular, para alunos que residem em áreas distantes das instituições de ensino e dependem do transporte público, contudo, não podem pagar pelo seu deslocamento (Fava, 2023).

Dessa forma, políticas públicas que visam melhorar a acessibilidade ao transporte público não apenas promovem a equidade social, mas também contribuem para o desenvolvimento econômico e social das comunidades (Lopes, 2022). A educação emerge como um motivo fundamental para melhorias no transporte utilizado pelos alunos. O acesso a uma educação de qualidade é essencial para o desenvolvimento pessoal e profissional dos indivíduos, e o transporte desempenha um papel crucial nesse processo (Mendonsa *et al*., 2024). Ao garantir que os alunos tenham acesso fácil e acessível às instituições de ensino, as políticas de transporte público podem ajudar a reduzir as desigualdades educacionais e promover uma sociedade mais justa e inclusiva (dos Santos, 2023).

Nesse contexto, políticas sociais de benefícios, como a concessão de gratuidade total aos alunos no transporte público, representam uma medida eficaz para promover a igualdade de acesso à educação. Ao eliminar as barreiras financeiras como o transporte, este sistema de apoio estudantil não apenas facilita o acesso dos alunos às instituições de ensino, mas também incentiva a participação e a permanência na escola, contribuindo para o sucesso educacional e o desenvolvimento pessoal dos estudantes (Cassinela, 2022).

Nesse contexto, destaca-se o caso do transporte metropolitano de Fortaleza, que implementou uma política de apoio estudantil a partir de dezembro de 2023, ao instituir o Programa VaiVem Livre, que teve sua regulamentação estabelecida pelo Decreto No 35.787, de 18 de dezembro de 2023. Este programa oferece benefício tarifário subsidiado pelo Poder Público aos estudantes da Região Metropolitana de Fortaleza, garantindo uma passagem de ida e uma de volta nos deslocamentos entre os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, 2023).

Diante desse cenário, o objetivo deste artigo é apresentar uma análise detalhada da implantação e do impacto desse programa para os estudantes que dependem do transporte público na RMF, bem como verificar como esse programa afetou a mobilidade dos estudantes, sua frequência de uso do transporte público e a distribuição geográfica dos beneficiados.

Para atingir esse objetivo, foram analisados os dados operacionais e financeiros das empresas que prestam os serviços públicos, utilizando técnicas de estatística descritiva para o período mensal. Este período abrange os meses anteriores, de dezembro de 2022, e posteriores à implementação do subsídio, de dezembro de 2023 a abril de 2024. Os dados foram coletados

através da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção tem por objetivo apresentar uma breve revisão teórica dos principais assuntos abordados no presente estudo. Inicialmente, contextualiza-se acerca da importância de políticas públicas implementadas nos sistemas de transporte público. Em seguida, são discutidos tópicos relacionados à legislação pertinente acerca do Programa VaiVem Livre implantado na RMF. Por fim, são detalhadas as etapas e a formalização do processo de repasse aos operadores pela implementação do programa.

2.1 Importância de Políticas Públicas no Transporte Público

O transporte público desempenha um papel importante no desenvolvimento das cidades ao proporcionar acessibilidade e mobilidade para a população, pois oferece uma alternativa viável e sustentável, permitindo que as pessoas se desloquem de forma eficiente, econômica e ambientalmente responsável (De Oliveira, 2013). Além disso, ao facilitar o acesso a oportunidades de emprego, educação e lazer, o transporte público contribui para reduzir as desigualdades sociais e promover a inclusão social, tornando as cidades mais justas e equitativas (Sasal, 2023). Nesse sentido, observa-se que em muitos casos a única opção de deslocamento para aqueles que não têm meios próprios de transporte consiste no sistema público. Portanto, a existência de um sistema de transporte público eficiente e acessível é importante para promover a inclusão social e a igualdade de oportunidades dentro das cidades.

Os usuários do transporte público enfrentam uma série de desafios que impactam diretamente em sua qualidade de vida e na eficiência dos deslocamentos urbanos. Entre esses desafios, os custos elevados das tarifas de transporte público muitas vezes representam um fardo significativo para os cidadãos, especialmente para aqueles de baixa renda (Araújo, 2017). O alto preço das passagens pode limitar o acesso ao transporte público, tornando-o inacessível para uma parcela significativa da população, o que por sua vez restringe o acesso a oportunidades educacionais, profissionais e de lazer. Portanto, é imperativo que políticas públicas sejam implementadas para enfrentar esses desafios e garantir um transporte público acessível, garantindo que todos os cidadãos tenham acesso aos serviços e oportunidades oferecidos pela cidade.

Existem diversas formas de apoio financeiro oferecidas aos usuários de transporte público, cada uma com o objetivo de tornar o acesso ao transporte mais acessível e equitativo. Uma das medidas mais comuns são os descontos oferecidos para estudantes, que reduzem o custo das passagens e facilitam o deslocamento diário para escolas, universidades e outras instituições educacionais (Oliveira *et al*., 2022). Esses descontos podem ser aplicados de diferentes formas, como tarifas especiais para estudantes ou passes mensais com preços reduzidos.

Além dos descontos para estudantes, as tarifas sociais são outra forma de apoio financeiro destinada a grupos vulneráveis da população. Essas tarifas reduzidas são geralmente oferecidas aos usuários em um dia específico, em especial aos domingos, garantindo que esses usuários tenham acesso ao transporte público a preços acessíveis (Pinheiro *et al*., 2012). Outra forma de apoio financeiro são os subsídios governamentais concedidos às

empresas de transporte público para cobrir parte dos custos operacionais e manter as tarifas acessíveis para os usuários.

Esses subsídios podem ser diretos, através de transferências de recursos do governo para as empresas de transporte, ou indiretos, por meio de isenções fiscais ou concessões de terrenos para a construção de infraestrutura de transporte (Neto, 1994). Os subsídios desempenham um papel importante quando se visa a manutenção da viabilidade econômica do transporte público e garantir sua disponibilidade para todos os usuários, independentemente de sua condição financeira.

2.2 Contexto do Transporte Público na Região Metropolitana de Fortaleza

O sistema de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros, sob jurisdição do Estado do Ceará, é classificado em categorias distintas, compreendendo o Fretamento e o Regular. Este último pode ser classificado em Serviço Regular Metropolitano e Regular Interurbano, cada qual com suas próprias características e particularidades (Ceará, 2009).

Em 01 de janeiro de 2019, as responsabilidades referentes ao Sistema de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará foram transferidas para a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE (Ceará, 2018). A ARCE tem como atribuições fiscalizar a prestação do serviço, resolver reclamações dos usuários e estabelecer normas regulatórias. Além disso, desempenha um papel importante na revisão das tarifas, buscando equilibrar a sustentabilidade financeira com a acessibilidade para os usuários.

Atualmente, por meio da Lei Ordinária Estadual nº 18.560, de 01 de novembro de 2023, o poder executivo do Estado do Ceará foi autorizado a conceder subsídios tarifários aos concessionários e permissionários do sistema de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros (Ceará, 2023). Este subsídio resultou na manutenção das tarifas aplicadas para as linhas do Serviço Regular Metropolitano em um valor congelado desde o último aumento em dezembro de 2022. Como resultado, os usuários não têm experimentado aumento nas tarifas desde esse período.

Além disso, destaca-se que os estudantes desfrutam do benefício de 50% de desconto nas passagens intermunicipais, conforme estipulado pela Lei Estadual n° 13.706/2005, concedido mediante a apresentação da carteira estudantil da macrorregião, limitando-se aos deslocamentos entre os municípios que compõem essa mesma área (Ceará, 2005). Beneficiários incluem estudantes regularmente matriculados em instituições de ensino públicas ou privadas do ensino fundamental, médio, superior e tecnológico, situados nos municípios da mesma macrorregião, conforme definido pela legislação vigente.

Diante desses benefícios, o governo do estado observou a necessidade de implementar políticas públicas específicas para os estudantes, tendo em vista que as tarifas para os deslocamentos metropolitanos são muito significativas do ponto de vista financeiro desses estudantes. A fim de garantir a acessibilidade e a equidade no acesso ao transporte público, medidas adicionais foram consideradas para mitigar o impacto financeiro sobre os estudantes que dependem desse sistema de transporte.

2.2 Programa VaiVem Ceará Implementado na RMF

O Governo do Estado do Ceará implementou uma política de apoio estudantil a partir de dezembro de 2023, ao instituir o Programa VaiVem Livre que teve sua regulamentação estabelecida pelo Decreto No 35.787, de 18 de dezembro de 2023. Este programa oferece benefício tarifário subsidiado pelo Poder Público aos estudantes da Região Metropolitana de Fortaleza, garantindo uma passagem de ida e uma de volta nos deslocamentos entre os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, 2023).

Para operacionalizar o programa VaiVem Ceará, a ARCE publicou a Resolução N° 16, de 19 de dezembro de 2023. Esta resolução estabelece as regras e procedimentos relacionados à operacionalização do programa VaiVem Ceará no âmbito do Serviço Regular de Transporte de Passageiros Metropolitano da Região Metropolitana de Fortaleza, conforme estabelecido pelo §2o do artigo 2o da Lei No 18.628, de 18 de dezembro de 2023 (ARCE, 2023).

De acordo com a resolução, o pagamento do subsídio será baseado na identificação do passageiro através de registro eletrônico, utilizando um cartão específico (VaiVem Ceará), que deve conter informações como número do cartão, matrícula ou identificação similar. Esses dados devem ser transmitidos diariamente por um sistema tecnológico que garanta a integridade das informações, diretamente do banco de dados do Sistema de Bilhetagem das transportadoras, sem qualquer tipo de manipulação ou tratamento adicional.

Ao estabelecer regras e procedimentos para a concessão do subsídio, a resolução proporciona segurança jurídica tanto para os operadores do sistema quanto para os usuários. Isso porque, define critérios objetivos para o repasse dos recursos, baseados em dados operacionais concretos, como o número de passageiros transportados com o registro específico da utilização do cartão VaiVem Ceará. A exigência de registro eletrônico dos passageiros por meio de cartões específicos contribui para a transparência e a fiscalização do processo, evitando possíveis fraudes e garantindo que o subsídio seja destinado de forma correta.

Além disso, a resolução estabelece a obrigação da implementação de medidas de segurança pelas empresas responsáveis, devido à importância do benefício do subsídio tarifário, repassado aos operadores de transporte de passageiros. No entanto, a legislação estabelece prazos para a adoção dessas medidas, como sistemas de videomonitoramento em todos os veículos, registrando imagens em tempo real durante toda a viagem, bem como posicionadas de modo a permitir a visualização do embarque e desembarque dos passageiros e do corredor do veículo.

3 MÉTODO

O estudo consistiu em avaliar o impacto de um programa social que oferece duas passagens gratuitas diárias para estudantes que utilizam o transporte público na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), através da avaliação dos dados operacionais oriundos do sistema de bilhetagem eletrônica das transportadoras.

Foram utilizados dados do sistema de bilhetagem do transporte público metropolitano, antes e depois da implementação do programa. Esses dados incluíram informações sobre a utilização do transporte por estudantes, como o número de passagens utilizadas por estudante e a frequência de utilização diária do transporte público.

O método utilizado consistiu em uma análise exploratória e descritiva, com a elaboração de tabelas e gráficos para visualização dos dados. Realizou-se uma análise dos registros eletrônicos de utilização do transporte público pelos estudantes antes e depois da implementação do programa.

Foram consideradas variáveis como o número de utilizações por estudante, a frequência de utilização diária do transporte público e a variação da quantidade de estudantes beneficiados por rota. Tal abordagem permitiu avaliar o impacto do programa de modo a identificar mudanças significativas na utilização do transporte público pelos estudantes após a implementação do programa.

4 ESTUDO DE CASO / APLICAÇÃO

Esta seção tem por objetivo apresentar as análises referentes ao desempenho e à eficácia do programa VaiVem Ceará, na Região Metropolitana de Fortaleza. Observa-se um aumento significativo na quantidade de validações por estudante, conforme mostra os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Comparativo dos Dados Operacionais sem e com VAIVEM

	Dez/22 à Mar/23	Dez/23 à Mar/24
Validações - estudante	308.013	326.212
Validações programa	-	151.004
Validações carteira	308.013	175.208
Receita	R$ 768.122	R$ 451.297,95

A quantidade de validações no sistema por estudante aumento quase 6% comparado com o mesmo período anterior, o que mostra a efetividade da implementação do programa. Apesar disso, os números mostram ainda o potencial que o programa pode crescer, considerando que 53,7% das validações de estudante ainda não utilizaram o cartão do programa, ou seja, pagaram a tarifa estudantil. Tal fato, pode ser pelo programa só permitir 2 utilizações por dia e o usuário ter realizado quantidade superior ou o estudante ainda não ter solicitado o cartão do programa para ter direito ao benefício. A Figura 1 apresenta o gráfico com a variação mensal das validações de estudantes.

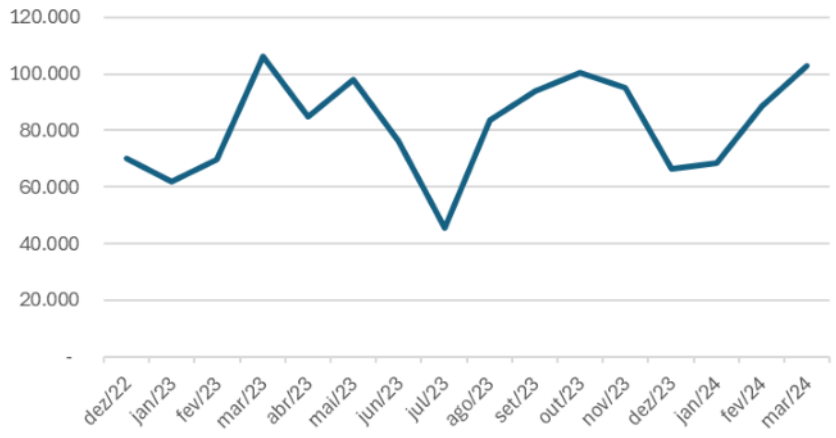


Figura 1 Quantidade de registros de validação estudantil dez/22 à mar/2024

Pode-se ver neste gráfico a tendência de crescimento das validações estudantis, tendo janeiro e fevereiro de 2024 quantidade superior a janeiro e fevereiro de 2023. O mês de março de 2024 apresentou queda de 3% em relação à março de 2023, mas a queda pode ter sido motivada pela maior quantidade de feriados (dias não úteis) em março de 2024 em relação a 2023.

5 CONCLUSÕES

O estudo avaliou a implantação do programa de subsídio para estudantes no serviço de transporte público de passageiros da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), denominado VaiVem Ceará. A análise descritiva e exploratório da operação permitiu analisar se houve alteração na quantidade de validações de estudantes.

Com a análise dos dados, percebe-se aumento da quantidade de validações de estudante, o que mostra um impacto do programa, considerando que há uma tendência de queda de passageiros no transporte público na RMF nos últimos anos. Apesar do aumento de validações usando o programa, ainda ocorrem muitas validações (53,7%) com carteira de estudante, ou seja, que não utilizam o benefício do programa. Tal fato, pode ser pela necessidade de solicitar outro cartão de transporte ou pelo uso de mais de duas validações por dia para cada estudante, considerando que este concede duas passagens por dia.

A criação do programa trouxe impacto positivo no aumento de utilizações do transporte público para os estudantes, o que permite ao estudante a ter acesso a diversas atividades, seja relacionada a educação, estágio, cultura, saúde, lazer, dentre outras.

Como trabalhos futuros, uma das propostas seria analisar a continuidade do programa para confirmar se irá confirmar o movimento de crescimento do uso do transporte público na RMF pelos estudantes. Além disso, avaliar as outras etapas do programa VaiVem Ceará quando da implantação. As novas etapas devem estender o benefício a outras categorias de usuários.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e ao Governo do Estado do Ceará pelo seu apoio na realização desta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

Araújo, P. X. (2017). A desigualdade social e o planejamento da mobilidade: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre (1973-2015).

ARCE, 2009, Relatório Anual. Agência de Serviços Públicos Delegados do Estado do Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/download/relatorios/>.

ARCE, 2023, Resolução ARCE n°16/2023, que aprova as regras e procedimentos relacionados à operacionalização do programa Vaivém Livre no âmbito do Serviço Regular de Transporte de Passageiros Metropolitano da Região Metropolitana de Fortaleza, a que se

refere o §2o do art. 2o da Lei No 18.628, de 18 de dezembro de 2023. Disponível em: https://www.arce.ce.gov.br/download/resolucoes-arce//.

Bernardes, A. H., & Souza, M. D. (2017). Acessibilidade e Efeito Barreira na Periferia de Cidades Médias. Revista de Geografia (Recife), 34(1), 230-250.

Cassinela, O. I. S. (2022). POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR EM ANGOLA PARA FORMAÇÃO DE QUADROS E DESENVOLVIMENTO DO PAÍS.

CEARÁ, 2005. Lei Estadual nº 13.706, de 01 de dezembro de 2005. Concede abatimento de 50% (cinquenta por cento) nas passagens de ônibus aos estudantes dos municípios que compõem as macrorregiões e região metropolitana de Fortaleza e dá outras providências. Diário Oficial [do Estado do Ceará], 13 de dezembro de 2005.

CEARÁ, 2018, Lei Estadual nº 16.710, dispõe sobre o modelo de gestão do poder executivo, altera a estrutura da administração estadual, Diário Oficial [do Estado do Ceará], Fortaleza, 27 dez. 2018.

CEARÁ, 2023, Lei Estadual nº 18.560, autoriza, nas condições e para os fins que especifica, o poder executivo a conceder subsídio a concessionários e a permissionários do sistema de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros do estado, Diário Oficial [do Estado do Ceará], Fortaleza, 07 Nov. 2023.

Cupolillo, M. T. A., da Rocha, A. S., & da Silva, L. (2017). Mobilidade Verde. Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano. Elsevier, 289-311.

de Oliveira, G. S. (2013). Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

dos Santos, M. P. M. (2023). O ABANDONO ESCOLAR NA ZONA RURAL. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 9(11), 4242-4256.

Fava, J. C. (2023). Mobilidade urbana e acessibilidade ao campus da UFRRJ no município Seropédica.

Freitas, P. V. N. D. (2016). Qualidade do transporte público urbano por ônibus: um estudo sobre a percepção dos usuários e o desempenho técnico em João Pessoa-PB.

Gomide, A. D. Á. (2006). Mobilidade urbana, iniqüidade e políticas sociais.

Lopes, R. D. A. (2022). Acessibilidade no corredor expresso: uma avaliação da política pública adotada no Sistema BRT da Avenida Bezerra de Menezes no município de Fortaleza.

Mendonsa, R. A., do Nascimento, L. A. L., & da Silva, C. B. L. (2024). O acesso à educação: Os desafios do transporte escolar na zona rural do município de Apiacá/ES. Research, Society and Development, 13(3), e13113345421-e13113345421.

Moraes, M. B. (2018). O serviço de transporte público rodoviário urbano do Distrito Federal: uma análise qualitativa dos mecanismos de regulação e seus incentivos.

Neto, H. X. R. (1994). Organização, gestão e financiamento de sistemas de transporte coletivo urbano. TRANSPORTES, 2(1).

Oliveira, B. P. D., Repolho, E. B. D. A., Silva, J. C. N. D., Negreiros Neto, O., & Cóvas, R. N. (2022). Marketing e mercado: um modelo que desenvolva e promova a melhoria do desempenho do segmento de transporte urbano de passageiros de Manaus.

Pereira, R. H. M., Herszenhut, D., Saraiva, M., & Farber, S. (2023). Acessibilidade urbana por ride-hailing e transporte público considerando o trade-off entre custo monetário e tempo de viagem (No. 2904). Texto para Discussão.

Pinheiro, G. R., Rodrigues, M. V., Barreto, L. R., Dias, M. J., & Tabosa, C. D. M. (2012). Impactos financeiros da adoção da tarifa social aos domingos para o transporte público por ônibus em Fortaleza.

Rosa, W., BONETTI, A., & Abreu, M. A. (2011). Sexo e cor/raça como categorias de controle social: uma abordagem sobre desigualdades socioeconômicas a partir dos dados do Retrato das Desigualdades de Gênero e Raça-Terceira Edição. Bonetti AL, Abreu MA, organizadoras. Faces da desigualdade de gênero e raça no Brasil. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 111-27.

Sasal, M. E. (2023). (in) equidade na baldeação do transporte público integrado ônibus-metrô: análise ao bairro jardim das margaridas ao terminal de ônibus aeroporto em salvador (bahia).

Souza, H. H. H. D. (2018). Caracterização da problemática da acessibilidade urbana com base no valor do tempo percebido pelos usuários.

Zaban, B., Pompermayer, F. M., & Carvalho, C. H. R. D. (2021). Novo modelo de contrato de mobilidade urbana: Como gerar receita, aumentar uso e reduzir custos de transporte público urbano.

CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE USUÁRIO DO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF ATRAVÉS DE DADOS DO SISTEMA DE BILHETAGEM

J. N. C. Sousa Júnior, M. A. N. Azevedo Filho e E. T. Maciel

RESUMO

O transporte público desempenha um papel essencial na mobilidade urbana, e compreender o perfil dos usuários é fundamental para melhorar a qualidade e eficiência desse serviço. O estudo analisa o perfil dos usuários do transporte público na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), utilizando dados do sistema de bilhetagem. Os resultados revelaram aspectos importantes, como a identificação das rotas com maior número de estudantes ou com benefícios de gratuidade, como idosos, e vale-transporte. Essa caracterização do perfil dos usuários possibilita ajustes na operação do transporte público para atender às necessidades específicas de cada grupo, como aumentar a frequência de ônibus em rotas com maior demanda de estudantes durante os horários de pico ou melhorar a acessibilidade para usuários com deficiência. Além disso, esses dados subsidiam análises de demanda, auxiliando no planejamento estratégico do transporte público, o que contribui para uma mobilidade urbana mais inclusiva e eficiente na RMF.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana contribui para desenvolvimento sustentável das cidades, impactando diretamente a qualidade de vida dos cidadãos, pois se deslocar é uma necessidade intrínseca à vida moderna, dada a dispersão de atividades em diferentes áreas geográficas. Essas atividades ocorrem em locais distintos, demandando assim a realização de deslocamentos (Souza, 2018). Para atender essa necessidade de deslocamentos, o transporte público se apresenta como o principal meio de oferecer mobilidade de forma eficiente e acessível para a população (Zaban et al., 2021). Ao conectar comunidades e disponibilizar acesso a serviços fundamentais como educação, trabalho e saúde, o transporte público desempenha um papel vital na construção de uma mobilidade urbana inclusiva e acessível (Gomide, 2006).

Dentro desse panorama, o transporte público assume um protagonismo significativo no desenvolvimento econômico das cidades, ao oferecer acessibilidade e mobilidade para a população. Ao proporcionar uma alternativa viável, econômica e sustentável de deslocamento, contribui para a eficiência dos trajetos, a redução de custos individuais e a minimização do impacto ambiental (De Oliveira, 2013). Além disso, ao ampliar o acesso a oportunidades de emprego, educação e lazer, o transporte público desempenha um papel crucial na redução das disparidades sociais e na promoção da inclusão social, promovendo uma distribuição mais equitativa dos recursos e oportunidades disponíveis (Sasal, 2023).

Portanto, compreender o perfil e as necessidades dos usuários do transporte público metropolitano da RMF não apenas é fundamental para garantir a eficiência e a qualidade dos serviços oferecidos, mas também é importante para impulsionar o desenvolvimento econômico sustentável da região (de Bragança & de Bragança Ferro, 2013). Desta forma, compreender os tipos de usuários, seus padrões de deslocamento, necessidades e preferências torna-se importante para a tomada de decisões informadas e eficazes por parte das autoridades responsáveis pelo planejamento e gestão do sistema de transporte (Silva, 2000). A falta de conhecimento detalhado sobre o perfil dos usuários pode resultar em serviços inadequados, desperdício de recursos públicos e insatisfação por parte da população atendida (oliveira, 2011).

Nesse contexto, a caracterização do tipo de usuário do transporte público metropolitano torna-se importante para o desenvolvimento de políticas e aprimoramento dos serviços que atendam efetivamente às necessidades da população (Kneib & Portugal, 2017). Para obter uma compreensão abrangente e precisa dos usuários, faz-se necessário também recorrer a fontes confiáveis de dados que ofereçam informações detalhadas sobre seus padrões de utilização e características demográficas, o que pode ser realizado pela coleta e análise de dados oriundos do sistema de bilhetagem eletrônica (Varandas, 2012). Tais sistemas registram de forma direta e precisa as utilizações dos usuários nas linhas regulares. Ao analisar esses dados, é possível identificar padrões de deslocamento como horários de pico e rotas mais frequentes (Freitas, 2015).

Este trabalho tem como objetivo analisar a frequência das viagens dos usuários do transporte público, utilizando registros de utilização oriundos do sistema de bilhetagem dos veículos da Região Metropolitana de Fortaleza, a fim de identificar as principais motivações, como trabalho, estudo e lazer. Essa análise permite direcionar o planejamento da rede de atendimento para ajustes na oferta de transporte como garantir uma cobertura adequada ao longo do dia e melhorar a acessibilidade a esses locais, para que o transporte público seja uma opção viável e atrativa para os usuários em diferentes contextos.

Para atingir esse objetivo, foram analisados os dados operacionais e financeiros das empresas que prestam os serviços públicos, utilizando técnicas de estatística descritiva para o período mensal. Este período abrange os meses de 2023. Os dados foram coletados através da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE), a fim de avaliar e caracterizar o impacto da implementação do subsídio.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção tem por objetivo apresentar uma breve revisão teórica dos principais assuntos abordados no presente estudo. Inicialmente, contextualiza-se acerca da importância do sistema de bilhetagem eletrônica como uma ferramenta estratégica para o planejamento do transporte público. Esse sistema gera uma massa de dados significativa, como informações detalhadas e precisa do padrão de utilização das linhas pelos usuários, de modo a permitir, ao identificarmos os diferentes tipos de usuários e seus hábitos de deslocamento, que o poder concedente possa obter elementos técnicos essenciais para ajustar e otimizar a rede de atendimento. Em seguida, são discutidos os dados oriundos do sistema de bilhetagem, especialmente no contexto do Transporte Público na Região Metropolitana de Fortaleza, proporcionando uma compreensão acerca dos padrões de deslocamento e demandas dos usuários.

2.1 Importância de Políticas Públicas no Transporte Público

O sistema de bilhetagem eletrônica representa um marco significativo na evolução do gerenciamento e utilização do transporte público em diversas cidades ao redor do mundo (Pelech Junior, 2019). Antes da sua introdução, os sistemas de cobrança baseados em dinheiro físico eram predominantes, resultando em ineficiências operacionais, falta de transparência e dificuldades na análise de dados (Lubeck, 2011). Com a implementação da bilhetagem eletrônica, uma série de benefícios foram trazidos para o setor de transporte público.

A introdução da bilhetagem eletrônica permitiu uma maior agilidade e eficiência no processo de pagamento e entrada nos transportes públicos, uma vez que os passageiros não precisam mais lidar com o incômodo de carregar e contar moedas ou cédulas, nem enfrentar longas filas para adquirir bilhetes físicos, já que, em vez disso, podem simplesmente utilizar cartões eletrônicos pré-carregados ou sistemas de pagamento sem contato, agilizando assim o embarque e reduzindo os tempos de espera nos pontos de transporte (Figueiredo, 2018).

Além disso, a bilhetagem eletrônica possibilitou uma coleta de dados mais precisa e abrangente sobre o uso do transporte público. Ao registrar eletronicamente cada viagem realizada pelos passageiros, o sistema gera uma massa de informações operacionais para os operadores de transporte e autoridades governamentais (Sousa Júnior, 2023). Isso inclui dados sobre padrões de viagem, horários de pico e rotas mais utilizadas, que podem ser analisadas para otimizar a oferta de serviços e planejar investimentos futuros em infraestrutura.

Nesse contexto, por meio do registro detalhado do uso das linhas através de cartões eletrônicos com créditos, o sistema de bilhetagem eletrônica permite um monitoramento preciso das viagens realizadas pelos passageiros. Isto, não só facilita a identificação de padrões de uso, mas também possibilita uma gestão mais eficiente e personalizada dos serviços oferecidos (de Barros Araujo, 2008).

Com a diversidade de tipos de cartões disponíveis, como os cartões de estudante, vale transporte, beneficiários de gratuidades (idosos, pessoas com deficiência etc.) e cartões específicos para funcionários dos operadores dos transportes, o sistema de bilhetagem eletrônica consegue segmentar os usuários de acordo com suas necessidades e características individuais (Mesquita, 2023). Cada tipo de cartão representa um perfil de usuário distinto, com padrões de viagem específicos e demandas únicas em termos de serviços de transporte público. Essa segmentação possibilita uma gestão mais precisa e adequada dos recursos disponíveis, garantindo uma melhor alocação de ônibus e outros meios de transporte de acordo com a demanda de cada grupo de passageiros. Assim, verifica-se que o sistema de bilhetagem eletrônica representa uma importante ferramenta para a coleta de dados sobre o uso do transporte público, permitindo uma compreensão mais profunda das necessidades e preferências dos usuários, bem como a otimização dos serviços na oferta de rotas, horários e outros aspectos operacionais para melhor atender às demandas da população.

2.2 Contexto do Transporte Público na Região Metropolitana de Fortaleza

O sistema de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros, sob jurisdição do Estado do Ceará, é classificado em categorias distintas, compreendendo o Fretamento e o Regular.

Este último pode ser classificado em Serviço Regular Metropolitano e Regular Interurbano, cada qual com suas próprias características e particularidades (ARCE, 2009).

Em janeiro de 2016, foi sancionada a LEI N.º 15.951 que institui o Bilhete Único Metropolitano no sistema de transporte público coletivo intermunicipal de passageiros na Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, 2016). Assim, desde o início da operacionalização do programa Bilhete Único Metropolitano em 2016, o poder concedente tem desempenhado um papel fundamental na recepção e processamento dos dados provenientes do sistema de bilhetagem.

Em 01 de janeiro de 2019, as responsabilidades referentes ao Sistema de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará foram transferidas para a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE (CEARÁ, 2018). A ARCE tem como atribuições fiscalizar a prestação do serviço, resolver reclamações dos usuários e estabelecer normas regulatórias. Além disso, desempenha um papel importante na revisão das tarifas, buscando equilibrar a sustentabilidade financeira com a acessibilidade para os usuários, bem como analisar os dados operacionais para planejar melhor a rede de atendimento aos usuários.

A análise dos dados provenientes do sistema de bilhetagem é uma atividade fundamental para compreender os padrões de deslocamento e as demandas dos usuários no contexto do transporte público na Região Metropolitana de Fortaleza. O sistema de bilhetagem eletrônica é uma solução voltada para a disponibilização de pagamentos eletrônicos seguros e registro tarifário eficiente no transporte público. Além de facilitar as transações, esse sistema gera dados operacionais para análises técnicas, fornecendo informações sobre localização, horários, políticas tarifárias e integração com outros modos de transporte (Sousa Junior, 2023).

O transporte metropolitano na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) é predominantemente realizado por ônibus urbanos de duas portas e os passageiros entram pela porta dianteira, onde validam seus cartões de transporte ou pagam em dinheiro ao cobrador, que libera o validador. A informação dessa operação de validação do usuário ocorre apenas no embarque, sem registros de desembarque (Sousa Junior, 2023).

3 MÉTODO

Para caracterizar o perfil dos usuários do sistema de transporte metropolitano na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), esta pesquisa utilizou os dados do sistema de bilhetagem. Os dados consistiram nos registros de validação realizados quando os passageiros embarcam nos ônibus, nos quais o validador registra a linha utilizada, o horário, o valor debitado e o tipo de cartão utilizado. Com base na descrição do tipo de cartão, esses registros foram utilizados como fonte para caracterizar o perfil dos usuários do serviço metropolitano.

O método adotado envolveu uma análise exploratória e descritiva dos dados, utilizando a elaboração de tabelas e gráficos para visualização dos resultados. Foi realizada uma análise dos registros de validação dos passageiros do sistema de bilhetagem no período de operação de todo o ano de 2023. Foram consideradas variáveis como o tipo de cartão utilizado, a frequência de utilização do transporte público e a distribuição dos usuários por linha e horário. Essa abordagem permitiu caracterizar o perfil dos usuários do transporte metropolitano e identificar possíveis tendências ou padrões de uso.

4 ESTUDO DE CASO / APLICAÇÃO

O sistema de bilhetagem do transporte público da RMF possui mais de 50 tipos de cartões, devido ao fato de o código do tipo não ser alterado. Todos permanecem no histórico de todos os tipos e alguns não são mais utilizados no sistema. Pode-se agrupar os tipos de cartões em 9 grupos:

a. Pagamento em dinheiro: usuário que não possui nenhum tipo de cartão, logo faz o pagamento em dinheiro e tem o registro liberado pelo cobrador/motorista;
b. Vale-transporte: cartão fornecido pela empresa para os trabalhadores;
c. Gratuidade: cartão destinado à população que possui direito a algum tipo de gratuidade (idoso, deficiente...);
d. Avulso: cartão unitário que pode ser adquirido por qualquer pessoa;
e. Estudante: Cartão para usuário que é considerado estudante;
f. Bilhete Único Metropolitano (BUM): Cartão que permite a integração com o sistema urbano de Fortaleza (Capital do Estado do Ceará);
g. Bilhete Único Metropolitano Estudante (BUM - Estudante): Cartão que permite a integração com o sistema urbano para estudantes;
h. VaiVem Estudante: Cartão que disponibiliza duas passagens gratuitas por dia aos estudantes da RMF.
i. Tarifa social: todos os registros realizados dentro uma faixa horária, hora social, é registrado neste "tipo de cartão".

A Tabela 1 apresenta a quantidade de validações e a participação de cada grupo no total de validações do transporte público da RMF no ano de 2023.

Tabela 1 Quantidade de validações e participação por grupo de usuário

Tipo de cartão	Validações	Participação
Vale-transporte	10.664.191	46,18%
Dinheiro	4.410.252	19,10%
BUM	3.285.335	14,23%
Gratuidade	2.758.471	11,95%
Avulso	951.519	4,12%
Estudante	917.187	3,97%
BUM - Estudante	62.327	0,27%
Tarifa social	41.510	0,18%
VaiVem Estudante	1.899	0,01%
Total	**23.092.691**	

Os dados mostram que quase 50% são destinados à trabalhadores formais que possuem o vale-transporte, seguido pelo grupo de pagamento em dinheiro com 19,1% que se trata de um grupo heterogêneo e de difícil caracterização por não ter nenhum tipo de cartão.

O grupo de gratuidade tem aproximadamente 12% das validações, um percentual elevado, e destacar-se que essas validações são consideradas no cálculo da tarifa. Logo, quanto mais gratuidades, maior será o valor da tarifa para os demais grupos.

É interessante também analisar a participação em relação a receita tarifária, conforme Tabela a seguir.

Tabela 2 Receita tarifária e participação por grupo de usuário

Tipo de cartão	Validações		Participação
Vale-transporte	R$	64.491.061	59,21%
Dinheiro	R$	22.773.817	20,91%
BUM	R$	13.742.276	12,62%
Gratuidade	R$	-	0,00%
Avulso	R$	5.058.424	4,64%
Estudante	R$	2.516.444	2,31%
BUM - Estudante	R$	132.219	0,12%
Tarifa social	R$	204.517	0,19%
VaiVem Estudante	R$	-	0,00%
Total	**R$**	**108.918.758**	

O vale-transporte tem participação maior da receita do que as demais validações, com aproximadamente 60% da receita tarifária de 2023. Outro ponto é em relação a tarifa média (receita tarifária / validações) de cada grupo. O cartão do trabalhador formal tem a maior tarifa média, R$ 6,05, valor 17% maior do que a categoria dinheiro. Tal fato, mostra que a categoria vale-transporte realiza os maiores deslocamentos em relação as demais categorias.

Ao detalhar os dados por empresa, foi possível perceber variações dos tipos de cartão. Por exemplo, o vale-transporte tem variação na participação de 39% a 83% entre as operadoras do serviço e as gratuidades de 2% a 16%, o que mostra um perfil de usuário diferente que utiliza as rotas das empresas que prestam o serviço de transporte público.

5 CONCLUSÕES

O estudo caracterizou a demanda através dos dados do sistema de bilhetagem do serviço de transporte público de passageiros da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). A análise descritiva e exploratório do tipo de cartão utilizado pelo usuário permitiu analisar a demanda por perfil de usuário.

A diversidade dos tipos de usuários entre as operadoras e rotas mostra que o transporte público da RMF tem perfil heterogêneo e com o uso dos dados de bilhetagem é possível analisar de forma mais detalhada e adequada, de maneira a compreender as características dos tipos de usuário de cada rota e realizar melhorias na oferta do serviço.

Como trabalhos futuros, uma das propostas é a de segmentar por rotas e analisar a relação do tipo de cartão do usuário com características socioeconômicas da região, permitindo uma melhor compreensão da demanda o que possibilita fornecer uma oferta adequada ao perfil do usuário.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e ao Governo do Estado do Ceará pelo seu apoio na realização desta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

ARCE, (2009). **Relatório Anual**. Agência de Serviços Públicos Delegados do Estado do Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/download/relatorios/>.

CEARÁ, (2016). **Lei Estadual nº 15.951**. Institui o Bilhete Único Metropolitano no Sistema de Transporte Público Coletivo Intermunicipal de Passageiros na Região Metropolitana de Fortaleza. Diário Oficial [do Estado do Ceará], Fortaleza, 18 jan. 2016.

CEARÁ, (2018). **Lei Estadual nº 16.710.** Dispõe sobre o modelo de gestão do poder executivo, altera a estrutura da administração estadual, Diário Oficial [do Estado do Ceará], Fortaleza, 27 dez. 2018.

de Barros Araujo, S. (2008**). Sistema de informação para o planejamento operacional do transporte coletivo urbano: aplicado a Região Metropolitana do Recife.** Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5175/1/arquivo2297_1.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

de Bragança, S. R. O. P., & de Bragança FERRO, L. B. L. (2013). **O sistema de transporte público e sua concretização como Política Pública: uma análise do direito do usuário do transporte público por ônibus de Aracaju-SE**. Revista Juridica, 4(33), 157-174.

de Oliveira, G. S. (2013). **Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus**. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/2013/Tese_GilmarSilvadeOliveira.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Figueiredo, W. P. M. (2018**). Bilhetagem eletrônica e seus impactos na prestação do serviço de transporte público de Caruaru.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Administração, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/38130/1/FIGUEIREDO%2c%20Weydson%20Pallmiery%20Monteiro.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Freitas, A. T. D. (2015). **Metodologia de caracterização da problemática do sistema de transporte público de passageiros a partir dos dados da bilhetagem eletrônica**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19099/1/2015_dis_atfreitas.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Gomide, A. D. Á. (2006). **Mobilidade urbana, iniqüidade e políticas sociais**. Políticas sociais − acompanhamento e análise. IPEA, 242 - 250.

Kneib, E. C., & PORTUGAL, L. D. S. (2017). **Caracterização da acessibilidade e suas relações com a mobilidade e o desenvolvimento**. Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, 65-88.

Lubeck, R. M. (2011). **Inovação no transporte público: um estudo sobre bilhetagem eletrônica**. Dissertação (Mestrado). Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4575/LUBECK%2c%20RAFAEL%20MENDES.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Mesquita, K. G. D. A. (2023). **Método de identificação dos padrões de uso e locais de embarque a partir do Big Data de transporte público: uma abordagem baseada em Machine Learning**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74404. Acesso em: 27/08/2024.

Oliveira, J. (2011). **Transporte público do Distrito Federal: um problema de gestão? Dos paradigmas, problemas, desafios e oportunidades do Sistema de Transporte Público do DF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Administração, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/2842/6/2011_JoanaD%e2%80%99arcVieiradeOliveira.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Pelech Junior, J. D. A. (2019). **Bilhetagem eletrônica no transporte público na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13765/1/JonesDeAzevedoPelechJunior.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Sasal, M. E. (2023). **(In) equidade na baldeação do transporte público integrado ônibus-metrô: análise ao bairro jardim das margaridas ao terminal de ônibus aeroporto em salvador (Bahia)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Economia, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/38858/4/TCC%20-%20MANOLO%20ESMIOL.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Silva, D. M. D. (2000). **Sistemas inteligentes no transporte público coletivo por ônibus**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3134/000287914.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Sousa Junior, J. N. C. D. (2023). **Análise do desempenho operacional do sistema de transporte público de passageiros a partir de dados massivos**. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2023. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/157549/2/663042.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Souza, H. H. H. D. (2018). **Caracterização da problemática da acessibilidade urbana com base no valor do tempo percebido pelos usuários**. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/36334. Acesso em: 27/08/2024.

Varandas, M. V. D. (2012). **Avaliação do uso e eficácia da Tecnologia da Informação no Sistema de Transporte Público**. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5512/1/arquivototal.pdf. Acesso em: 27/08/2024.

Zaban, B., Pompermayer, F. M., & Carvalho, C. H. R. D. (2021). **Novo modelo de contrato de mobilidade urbana: Como gerar receita, aumentar uso e reduzir custos de transporte público urbano**. Nota Técnica. IPEA.

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DA RMF ATRAVÉS DO DEA

J. N. C. Sousa Júnior, M. A. N. Azevedo Filho, T. Galvão Dias e E. T. Maciel

RESUMO

A eficiência dos serviços prestados pelo transporte público desempenha um papel crucial na satisfação dos usuários e no desenvolvimento sustentável das cidades. Esta pesquisa apresenta uma análise do desempenho do transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) através do método DEA, utilizando dados de bilhetagem do ano de 2023. Essa análise destaca a eficiência relativa das operadoras em relação aos *inputs* e *outputs*, revelando *insights* sobre rotas eficientes. A aplicação do método permitiu identificar as melhores práticas e rotas eficientes, que serviram como *benchmarking* para as rotas ineficientes. A análise do desempenho operacional através do método DEA demonstrou ser uma ferramenta eficaz para avaliar a eficiência das operadoras de transporte e identificar áreas de melhoria. O uso do DEA representa um passo importante, pois orienta a tomada de decisão na busca por um transporte público eficiente, acessível e sustentável na RMF.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de transporte de massa são cruciais nas grandes cidades e áreas metropolitanas em todo o mundo, não só porque permitem a circulação de muitas pessoas, mas também porque desempenham um papel significativo na abordagem das preocupações ambientais e na promoção do bem-estar dos cidadãos, de acordo com Belwal & Belwal (2010), Booysen *et al.* (2022), Javid *et al.* (2022), Wang *et al.* (2022).

O transporte público, muitas vezes gerido e regulamentado por instituições governamentais, visa fornecer opções de transporte de alta qualidade que atendam às necessidades da população, conforme afirma a OCDE (2022), que enfatiza o papel das autoridades de transporte em garantir um serviço eficiente e de qualidade, prestado pelo setor público ou operadores privados. Os serviços são cruciais para facilitar viagens para diversas atividades como trabalho, educação, lazer e saúde, oferecendo cobertura em termos de espaço e tempo.

De acordo com Sun *et al.* (2016), avaliar o desempenho das rotas de ônibus pode ser um desafio quando há indicadores limitados disponíveis. Portanto, a avaliação regular de desempenho é essencial para garantir o uso eficiente dos recursos disponíveis e o transporte eficaz de pessoas. Os processos de avaliação também podem apoiar os gestores na tomada de decisões fundamentadas, fornecendo indicadores operacionais que especificam os detalhes da prestação de serviços, incluindo localização, calendário e características operacionais.

A análise de desempenho operacional do transporte público pode fornecer um diagnóstico da situação atual e auxiliar a criar cenários de situações futuras. A necessidade de comparar rotas, operadores e momentos diferentes é fundamental para a tomada de decisões racionais e adequadas. Ao fazer uma avaliação de desempenho com bases nos dados de bilhetagem, é possível ter melhor compreensão do que está funcionando e o que não está, e assim, saber os passos a serem atingidos para a melhoria do desempenho.

Os sistemas de bilhetagem eletrônica oferecem potencial para uma ampla gama de análises de viagens, de maneira desagregada ou agregada, dependendo da finalidade pretendida. Conforme observado por Arbex e da Cunha (2017), os dados da bilhetagem eletrônica, bem como outros dados gerados passivamente pelos sistemas de transporte público, permitem uma avaliação técnica e monitoramento muito mais preciso e contínuo da implementação de mudanças. Liu, Zhou e Rau (2019) desenvolveram uma metodologia de replicação que inclui limpeza, filtragem, processamento e conversão dos dados coletados em informações, como rotas de ônibus e horários do sistema de metrô.

Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho operacional das rotas regulares de transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) por meio do método DEA, utilizando dados de bilhetagem do ano de 2023. Além disso, esta pesquisa propõe uma análise de desempenho baseada nas rotas, perspectiva possibilitada pelos dados detalhados disponíveis no sistema de bilhetagem.

A seção a seguir fornece uma revisão da literatura do modelo DEA. A Seção 3 descreve o método e o conjunto de dados empregados para analisar a eficiência operacional do serviço. A Seção 4 apresenta a aplicação do método com a discussão dos resultados. Por fim, o artigo conclui com implicações e considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A presente seção realizará uma revisão do método DEA. O objetivo principal da avaliação de desempenho no contexto do DEA é a definição de uma medida sumária da eficiência na transformação de inputs em outputs. Esta avaliação permite detectar áreas de excesso de utilização de recursos ou de produção deficiente de resultados.

O método DEA é baseado em programação linear para construir um modelo não paramétrico de fronteira, cujo objetivo é medir a eficiência relativa de entidades denominadas de unidades tomadoras de decisão – DMUs (DMUs, da sigla em inglês Decision Making Units). Tal medição é realizada de maneira comparativa, tendo como base as informações de inputs e de outputs de cada DMU.

Lee *et al.* (2019) citam que DEA tem quatro pressupostos: retorno de escala, convexidade, *Free Disposal Hull* (FDH) e orientação a input ou output. Para retorno de escala, os modelos DEA podem ser: CCR (retorno constante de escala) e BCC (retorno variável de escala). No caso das unidades de decisão terem dimensões homogêneas, devem ser utilizados modelos com retorno de escala constantes (CCR), conforme exemplo na Figura 1. No entanto, quando existem DMUs com escalas diferentes, é necessário explorar os retornos de escala das DMUs e usar o modelo BCC, conforme exemplos nas Figuras 2 e 3, apenas nos casos em que os efeitos de escala possam ser demonstrados Dyson *et al.* (2001).

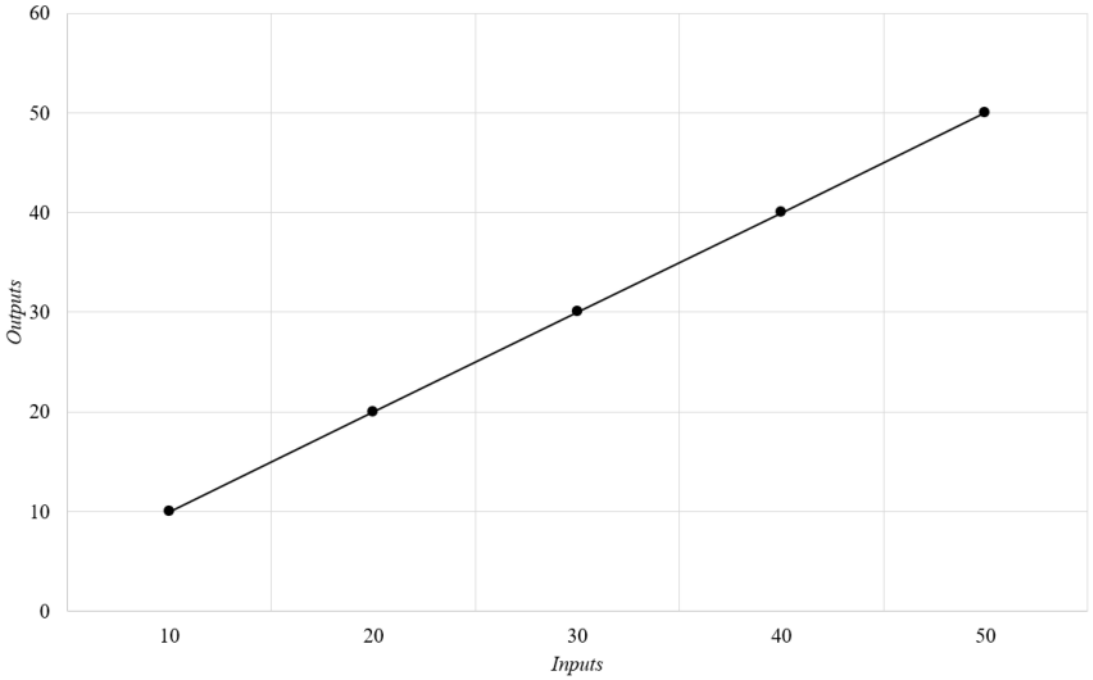


Figura 1 Modelo DEA CCR - Retorno constante de escala

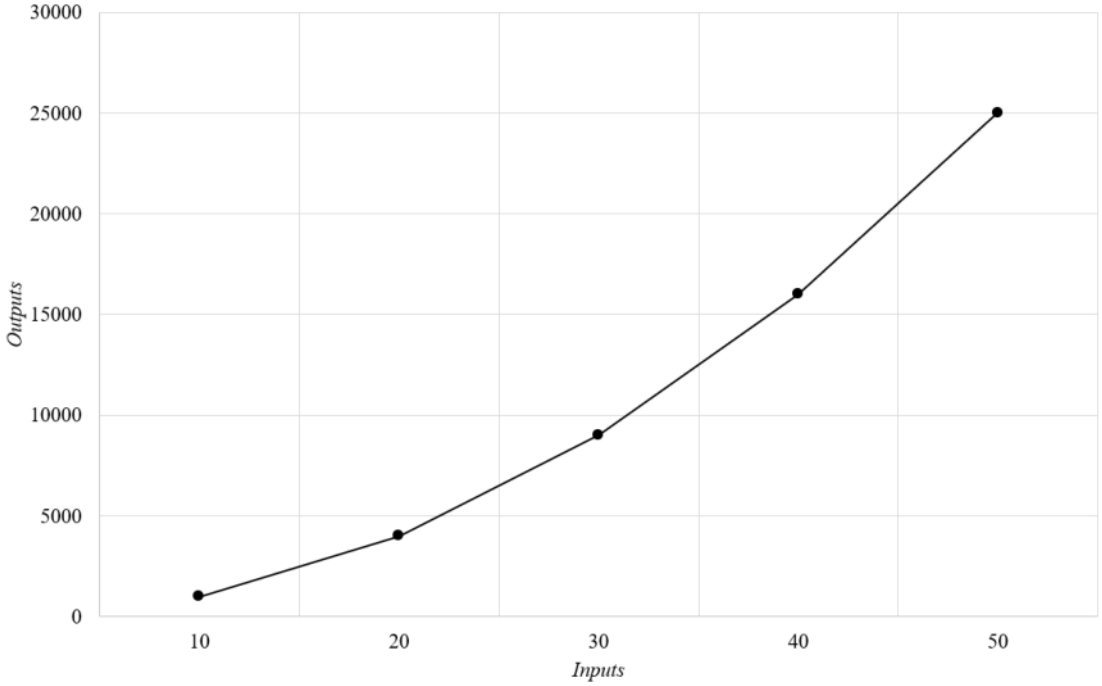


Figura 2 Modelo DEA BCC - Retorno variável de escala crescente

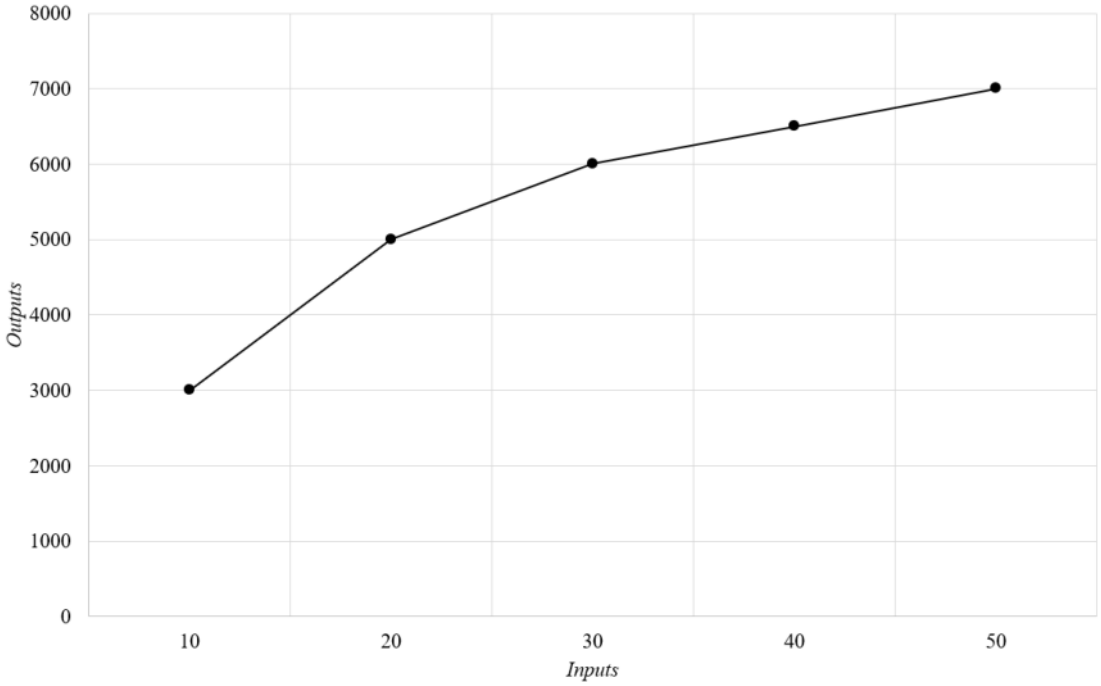


Figura 3 Modelo DEA BCC - Retorno variável de escala decrescente

O modelo DEA tem como premissa a convexidade, que supõe que os inputs (ou outputs) possam ser fracionados, o que nem sempre é possível. Já o pressuposto de FDH tem restrições mais fracas devido a livre disponibilidade, o que faz os resultados da abordagem FDH ter a quantidade de DMUs ineficientes ser igual ou menor do que na abordagem DEA. Quanto a orientação, os modelos DEA podem ser orientados a inputs, minimizando-os e mantendo os outputs constantes ou a outputs, maximizando-os e mantendo os inputs constantes. A formulação matemática do modelo consta nas Equações (1), (2), (3) e (4).

$$\max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} + u_o \tag{1}$$

sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1 \tag{2}$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + u_o \leq 0 \quad j = 1, \ldots, n; \tag{3}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \text{ e } u_o \text{ é livre} \tag{4}$$

em que,

m: número total de *inputs*;

s: número total de *outputs*;

n: número total de DMUs;

x_{io}: ith *input* para DMU_o;

y_{ro}: rth *output* para DMU_o;

$j = 1, 2, \ldots, n$;

v_i: vetor de pesos do *input* x;

u_r: vetor de pesos do *output* y.

A função objetivo na DEA tem um significado específico. É composta em duas partes, a primeira representa a soma ponderada dos outputs da DMU_o, onde u_r são os pesos associados aos outputs e y_{ro} é a r-ésima output da DMU_o. Já a segunda parte da função é uma variável livre que está sendo maximizada. O termo u_o é somado a primeira parte. Maximizar u_o pode ser interpretado como permitir que a DMU_o tenha uma "folga" ou uma margem extra além do que é representado pelos outputs ponderados. Essa variável livre captura a eficiência residual ou potencial de melhoria na eficiência da DMU_o.

Portanto, a função objetivo busca maximizar a eficiência global da DMU_o ao considerar a soma ponderada das saídas e permitir alguma folga representada por u_o. Em termos práticos, encontrar os valores ótimos para u_r e u_o implica encontrar uma combinação de pesos que maximize a eficiência da DMU_o em relação às suas saídas, levando em consideração uma possível margem de melhoria representada por u_o.

Cavaignac and Petiot (2017) citam que o método DEA não só permite a análise de economias de escala e economias de escopo, também permite medir a magnitude da mudança tecnológica, para orientar as decisões de gestão, como definição de preços, investimento na escolha do tamanho do veículo, dentre outras decisões. Além disso, representa uma ferramenta útil para os formuladores de políticas definirem regras de mercado, como níveis de desregulamentação ou tamanho ótimo de mercado.

O método de DEA permite distinguir as DMUs eficientes e as ineficientes. As eficientes são consideradas benchmarks (isto é, unidades organizacionais que são exemplos de bom desempenho) e formam a fronteira de eficiência. Já as ineficientes, o método permite definir objetivos para melhorar o desempenho de cada input e output, através da análise comparativa com as unidades eficientes. Adicionalmente, as unidades de referência benchmarks para cada unidade ineficiente permite identificar boas práticas que devem ser adotadas nas unidades ineficientes Boussofiane, Dyson e Thanassoulis (1991).

Liu *et al.* (2013) listam os setores com mais aplicações em DEA, sendo mais de 24 setores, de entre os quais se destacam os setores bancário, saúde, agricultura, transporte, educação, energia, manufaturado, meio-ambiente, comunicação e financeiro. Já Barnum *et al.* (2021) afirmam que o uso de DEA está aumentando para medir a eficiência em organizações de transporte. Na revisão realizada por Cavaignac and Petiot (2017), os autores identificaram entre 1989 e 2016 que 461 artigos publicados com aplicações de DEA em transporte, sendo em 2016 o ano com maior quantidade de publicações do período, com 54 artigos.

Logo, é possível perceber a utilização do DEA em aplicações reais em vários setores. Além da abordagem clássica, há outros modelos e formulações de DEA como por exemplo: o modelo BCC não arquimediano que evitar a ocorrência de DMU pseudo-eficientes, conforme Azambuja, A. M. V. de. (2002); a análise de dados em painel que utiliza múltiplas DMUs e vários períodos, como cita Barnum, McNeil e Hart (2007); bootstrap que procede inferência estatística dos resultados obtidos pelo modelo DEA, uitilizado em Fitzová e Matulová (2020); e a super-eficiência que consiste na comparação da DMU eficiente com as demais, onde a distância entre a fronteira original e a nova fronteira (sem a DMU eficiente) é a super-eficiência, conforme Sun *et al.* (2016).

Os estudos Fitzová, Matulová e Tomeš (2018) e Fitzová e Matulová (2020) analisaram a eficiência do transporte público com o DEA e comparando com outras locais (países e

cidades), o que demonstra a utilidade do método de além de ser possível avaliar o sistema internamente, ser possível comparar com outros sistemas.

Sousa Júnior et. al. (2023) aplicaram o método DEA e o índice Malmquist com o objetivo de obter o desempenho operacional no transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza, no período de 2016 à 2022. As variáveis utilizadas foram: tempo de operação, idade da frota e quilometragem percorrida (3 inputs) e quantidade de passageiros e receita tarifária (2 outputs).

3 MÉTODO

O método foi construído em etapas desde a definição do objetivo, análise da eficiência operacional do transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) até as conclusões da pesquisa, conforme Figura 4. A coleta de dados utilizou dados do sistema de bilhetagem do ano de 2023. Com a construção da base de dados, foi utilizado o método DEA para as rotas do sistema. Após a aplicação do método DEA, foi analisado o desempenho operacional de cada rota do transporte público.



Fig. 4 Fluxograma do método

Ainda na fase de coleta de dados, na etapa de construção da base de dados foi necessário realizar o tratamento dos dados, a subseção a seguir apresenta os principais aspectos adotados.

3.1 Tratamento dos dados

A fase de tratamento de dados requer uma metodologia para estruturar as etapas de extração, junção, limpeza e análise dos dados, logo é utilizado o modelo Crisp-DM que abrange: entendimento do assunto e dos dados, preparação, modelagem, avaliação e distribuição. A seguir será detalhada a etapa de preparação dos dados.

A construção da base de dados do sistema de bilhetagem eletrônica dispõe de diversos tipos de informação desde a empresa, rota, sentido, período, validação, dentre outros. Devido à grande quantidade de dados, faz-se necessário realizar um tratamento para identificar possíveis inconsistências. Conforme Zhou *et al.* (2019) e Nunes et. al. (2015), os dados brutos, geralmente, contêm registros incorretos, ilógicos ou sem dados, tendo a necessidade de se preparar os dados. Trépanier et. al. (2007) abordam a etapa de pré-processamento para identificar erros e se possível corrigi-los antes do processamento.

A preparação dos dados, para ser utilizados no método, pode ser realizado por etapas: Na 1ª etapa é a própria construção do banco de dados da quantidade de viagens; na 2ª etapa é necessário a exclusão de viagens cujo tempo de viagem seja menor do que o tempo de viagem considerando a velocidade máxima da via. Por exemplo, uma rota de 30 km com velocidade da via de 60 km/h terá um tempo de viagem de 30 minutos, logo qualquer viagem com tempo inferior a 30 minutos deve ser excluída.

Na 3ª etapa, é analisado a presença de outliers. De acordo com Pearson, R. K. (2018), a detecção de outlier pode ser realizada como um procedimento matemático automático, seja pela regra dos 3 sigmas, ou pelo identificador Hampel, ou pela regra do boxplot, mas a interpretação não pode ser automática. O autor recomenda que seja considerada a experiência e o conhecimento do especialista nos dados. O estudo utilizou o método de 3 sigmas para retiradas de outliers.

O método 3 sigmas refere-se a uma técnica estatística utilizada para medir e controlar a variabilidade dos dados. O sigma é desvio padrão, que em estatística, indica o quanto os valores individuais se desviam da média em um conjunto de dados. Com a média e o desvio padrão foram retirados os outliers de cada rota, valores que estavam fora do intervalo entre média e menos 3 desvios padrão e a média mais 3 desvios padrão.

Por fim, na quarta etapa, faz-se necessário analisar se todas as rotas são regulares ao longo do período. A necessidade de exclusão de rotas não regulares é pelo fato de se forem consideradas podem ser ineficientes pelo fato de não operar em todo o período das demais rotas em análise.

3.2 Método DEA

O método deve possibilitar a comparação das rotas de todo o sistema de transporte público de passageiros. O objetivo principal da análise de desempenho por rotas é a obtenção de uma medida sumária da eficiência na utilização dos inputs para obtenção dos outputs. Portanto, com o índice de eficiência de cada rota é possível analisá-las e ter o diagnóstico de possíveis adequações para prestação do serviço com qualidade. O desempenho de cada rota é avaliado através da comparação com rotas que compõem o mesmo sistema de transporte público de passageiros.

Na seleção das variáveis, foram escolhidos os inputs e os outputs. Os inputs têm relação com a oferta que abrange, principalmente, as categorias 1 (disponibilidade) e 2 (tempo), conforme categorização apresentada em Sousa Júnior et. al. (2023). Algumas variáveis utilizadas nos estudos citados no trabalho foram obtidas através dos dados de bilhetagem e da base de cadastro, como tempo de operação, idade do veículo e quilometragem percorrida.

O modelo DEA utilizado é com retorno variável de escala devido a relação outputs/inputs não apresentarem crescimento constante, pelo fato de as rotas terem características específicas como extensão, frequência, itinerário, dentre outras que produzem resultados variáveis.

Para os outputs, abrange a categoria 6 (econômica) que tem relação com a oferta do serviço. Diferente da seleção dos inputs, nos outputs é restrito a quantidade de variáveis utilizadas, sendo bastante utilizado as variáveis: quantidade de passageiros e receita tarifária que representam a categoria econômica.

Com a obtenção das rotas eficientes é possível identificar os aspectos positivos da operação e para cada rota ineficiente é possível identificar as rotas eficientes de referência (benchmarking) e definir os objetivos de melhoria para torná-las eficientes.

4 ESTUDO DE CASO / APLICAÇÃO

A área em estudo compreende municípios da RMF. O transporte público metropolitano é realizado, atualmente, por sete empresas que interligam 15 municípios no estado do Ceará: Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Guaiúba, Eusébio, Itaitinga, Aquiraz, Horizonte, Pacajus, Chorozinho, Pindoretama e Cascavel. O serviço metropolitano é disponibilizado através de 64 rotas operadas por seis empresas, conforme dados disponibilizados pela Agência Reguladora do Estado do Ceará – Arce, para o ano de 2023.

A prestação do serviço exerce papel fundamental na integração dos municípios pertencentes à RMF, o que afeta diretamente as atividades econômicas desenvolvidas na região e entorno. A gestão e regulação do serviço é responsabilidade do Governo do Estado do Ceará, sendo delegado à Arce.

A operação do serviço é realizada com ônibus tipo urbano (com duas portas). O acesso ao veículo acontece pela porta dianteira, onde o usuário valida o cartão de transporte ou faz o pagamento em dinheiro ao funcionário (cobrador), que libera o equipamento de bilhetagem (validador). Há uma catraca integrada ao validador que funciona como barreira física e separa os usuários que já validaram a viagem. No sistema é registrado apenas dados do embarque, não há registro de desembarque. A política tarifária é definida através de zonas tarifárias, denominadas de anéis tarifários, onde há faixas de tarifas a depender da distância percorrida.

A construção da base de dados das validações é referente a todo o ano de 2023. Os dados foram fornecidos desagregados por dia, sendo necessário a junção para a construção do banco de dados. Além da base de dados de bilhetagem, onde constam o registro das validações, são necessárias a base de dados cadastro dos usuários e tabelas auxiliares com identificação dos códigos apresentados na base de dados bilhetagem (serviço urbano ou metropolitano, nome da empresa, serviço complementar ou regular, tipo de usuário com base no cartão etc.).

Antes de proceder a análise faz-se necessária uma varredura nos dados brutos, conforme descrito na subseção 3.1. A Tabela 1 apresenta a quantidade de dados remanescentes após a aplicação de todas as etapas de pré-processamento da construção da base até a limpeza dos dados.

Tabela 1 Quantidade de viagens após o tratamento dos dados

Fases	Quantidade de viagens
1ª fase (Base de dados)	936.805
2ª fase (velocidade < 60 km/h)	739.147
3ª fase (outliers)	731.033
4ª fase (todos os meses)	724.935

O método DEA clássico com retorno variável de escala foi utilizado para a análise da eficiência operacional das rotas. As variáveis consideradas são: 2 inputs (tempo total de operação e quilometragem percorrida) e 2 outputs (quantidade de passageiros e receita tarifária).

Os resultados obtidos do método são apresentados na Tabela 2. Para uma análise detalhada, foi dividida as rotas ineficientes em 3 grupos: grupo com ineficiência extrema com índice de desempenho entre 0 e 0,499; grupo com ineficiência crítica com índice entre 0,5 e 0,749; e grupo com ineficiência moderada com índice entre 0,75 e 0,998.

Tabela 2 Quantidade de viagens após o tratamento dos dados

Grupos	Faixas de eficiência	Quantidade de DMUs
Eficientes	1	10
Ineficiência moderada	0,75 e 0,999	22
Ineficiência crítica	0,5 e 0,749	24
Ineficiência extrema	0 e 0,499	8

O indício de eficiência médio foi de 0,737, pela classificação de grupo seria considerado ineficiência crítica. Das setes empresas analisadas, 4 empresas tiveram rotas eficientes.

Com os resultados obtidos, é possível obter fragilidades na operação que podem ser corrigidas, de maneira a fornecer um transporte público de qualidade, seja com alteração no projeto de rede, na programação das rotas, dos veículos ou da tripulação.

5 CONCLUSÕES

A metodologia propôs uma análise do desempenho operacional do transporte público de passageiros, como forma de saber a qualidade do serviço e que aspectos necessitam de uma melhor atenção dos operadores e gestores. O modelo DEA clássico permitiu analisar a operação com aspectos internos ao serviço, de maneira geral, com a obtenção das rotas eficientes e ineficientes, assim como as rotas de referências para as rotas ineficientes. A proposta metodológica estabelece procedimentos para análise do desempenho da operação do transporte público de passageiros, com etapas padronizadas e definidas para ser referência de aplicação em outros sistemas.

A validação da aplicabilidade da metodologia foi realizada no sistema de transporte público de passageiros da Região Metropolitana de Fortaleza, sendo possível analisar cada etapa e os resultados obtidos.

Na análise do resultado do modelo DEA clássico orientado a inputs que considera a redução dos inputs com a manutenção da mesma quantidade de outputs, para a rota ser eficiente, o modelo resultou em valores de redução elevados. Algumas formas de reduzir as ineficiências seriam a redução do tempo de viagem e/ou a quantidade de viagens realizadas, reorganização da rede com agrupamento de rotas, análise dos pontos de paradas, dentre outras. Tal decisão de modificação deve considerar a desagregação por faixa horária, além da espacialidade da rede, de maneira a não prejudicar a qualidade do serviço.

O estudo utilizou apenas dados quantitativos obtidos do sistema de bilhetagem eletrônica e de cadastro do transporte público para construção da metodologia. Logo, não foram considerados aspectos qualitativos, como, por exemplo, a opinião do usuário quanto ao nível de serviço. Outra limitação foi a análise apenas do transporte público rodoviário, não sendo considerado outros modos nem a relação com o transporte privado.

Como trabalhos futuros, um dos estudos é a aplicação em outros sistemas, de maneira a validar as etapas da metodologia proposta e realizar os ajustes necessários. Uma derivação da pesquisa seria a análise da segmentação dos dados por faixa horária (pico e fora pico), o que permitirá detalhar o desempenho operacional da rota e compreender se o índice de eficiência apresenta variação em determinadas faixas horária. A continuidade do trabalho pode ser através da análise do desempenho pelo tipo de demanda (estudante, idoso, gênero, faixa etária, renda etc.) para analisar se perfil da demanda influencia no desempenho operacional, quais rotas são eficientes e em que aspectos são ineficientes. Outra possibilidade é a aplicação de outros métodos para análise do desempenho operacional do transporte público e comparação com a metodologia aplicada.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e ao Governo do Estado do Ceará pelo seu apoio na realização desta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

Arbex, R. O., & da Cunha, C. B. (2017). **Estimação da matriz origem-destino e da distribuição espacial da lotação em um sistema de transporte sobre trilhos a partir de dados de bilhetagem eletrônica**. Rev. Transp., 25, 166.

Azambuja, A. M. V. D. (2002). **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros**. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83123/184675.pdf. Acesso em: 27/08/2024

Barnum, D., Coupet, J., Gleason, J., McWilliams, A., & Parhankangas, A. (2021). "**Bias in transport efficiency estimates caused by misspecified DEA models.**" Journal of Transport Economics and Policy (JTEP), 55(4), 356-373.

Barnum, D. T., McNeil, S., & Hart, J. (2007). "**Comparing the efficiency of public transportation subunits using data envelopment analysis**." Journal of Public Transportation, 10(2), 1-16.

Belwal, R., & Belwal, S. (2010). **Public transportation services in Oman: A study of public perceptions**. J. Public Transp., 13, 1–21.

Booysen, M., Abraão, C., Rix, A., & Ndibatya, I. (2022). **Walking on sunshine: Pairing electric vehicles with solar energy for sustainable informal public transport in Uganda.** Energy Res. Soc. Sci., 85, 102403.

Boussofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). "**Applied data envelopment analysis**." European Journal of Operational Research, 52(1), 1-15.

Cavaignac, L., & Petiot, R. (2017). "**A quarter century of Data Envelopment Analysis applied to the transport sector: A bibliometric analysis**." Socio-Economic Planning Sciences, 57, 84-96.

Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). "**Pitfalls and protocols in DEA**." European Journal of Operational Research, 132(2), 245-259.

Fitzová, H., & Matulová, M. (2020). "**Comparison of urban public transport systems in the Czech Republic and Slovakia: Factors underpinning efficiency**." Research in Transportation Economics, 81, 100824.

Fitzová, H., Matulová, M., & Tomeš, Z. (2018). "**Determinants of urban public transport efficiency: case study of the Czech Republic**." European Transport Research Review, 10, 1-11.

Javid, M. A., Saif Al-Khatri, H., Disse Al-Abri, S., Ali, N., Chaiyasarn, K., & Joyklad, P. (2022). **Travelers' Perceptions on Significance of Travel Time Saving Attributes in Travel Behavior: A Case Study in Oman**. Infrastructures, 7, 78.

Lee, E. H., Lee, H., Kho, S. Y., & Kim, D. K. (2019). **Evaluation of transfer efficiency between bus and subway based on data envelopment analysis using smart card data.** KSCE Journal of Civil Engineering, 23, 788-799.

Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. (2013). "**A survey of DEA applications**." Omega, 41(5), 893-902.

Liu, X., Zhou, Y., & Rau, A. (2019). A. **Smart card data-centric replication of the multi-modal public transport system in Singapore**. Journal of Transportation Geography, 76, 254–264.

Nunes, A. A., Dias, T. G., & e Cunha, J. F. (2015). "**Passenger journey destination estimation from automated fare collection system data using spatial validation.**" IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 17(1), 133-142.

OCDE. (2022). **Concorrência e Regulamentação na Prestação de Serviços de Transporte Local, Nota de Base da Mesa Redonda sobre Política de Concorrência da OCDE**. Paris, França: OCDE, pág. 44.

Pearson, Ronald K. (2018). **Exploratory Data Analysis using R**. Chapman and Hall/CRC.

Sousa Júnior, J.N.C.; Dias, T.G.; Azevedo Filho, M.A.N. (2023). **Operational Performance Analysis of the Public Transport System over Time**. Infrastructures, 8, 82.

Sun, D., Chen, S., Zhang, C., & Shen, S. (2016). "**A bus route evaluation model based on GIS and super-efficient data envelopment analysis**." Transportation Planning and Technology, 39(4), 407-423.

Trépanier, M., Tranchant, N., & Chapleau, R. (2007). "**Individual trip destination estimation in a transit smart card automated fare collection system**." Journal of Intelligent Transportation Systems, 11(1), 1-14.

Wang, Z., Li, X., Bobylev, N., Li, S., & Liu, J. (2022). **Coupling Coordination of "Urban Rail Transit—Social Economy" Composite System**. Infrastructures, 7, 56.

Zhou, J., Sipe, N., Ma, Z., Mateo-Babiano, D., & Darchen, S. (2019). "**Monitoring transit-served areas with smartcard data: A Brisbane case study**." Journal of Transport Geography, 76, 265-275.

DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO EM ALTERYX DESIGNER COM BASE EM DADOS DE MACROSIMULAÇÃO EMME PARA ANÁLISE DE ALTERNATIVAS EM VIAS AUSTRALIANAS

M. C. Silveira, S. B. Lopes

RESUMO

Para minimizar problemas advindos do crescimento populacional previsto para os próximos anos, o governo australiano criou um modelo integrado de uso de solo e transportes, ao qual este trabalho auxilia em específico no seu módulo de custo e tomada de decisão. Apresenta-se o desenvolvimento de um método para integrar os resultados de macrossimulação de tráfego no software Emme e a análise de dados no software Alteryx Designer, com o intuito de fazer a escolha de infraestrutura de menor custo e que traga os melhores benefícios para o sistema. Atingiu-se o objetivo com um fluxo de trabalho que treina o modelo de machine learning Random Forest e realiza a previsão dos custos totais de infraestrutura. Depois são realizadas análises de custo benefício para definir os melhores cenários a serem implementados. Este trabalho analisou dois cenários de infraestrutura nos próximos 23 anos do sudeste do estado de Queensland, denominados cenário Referência e cenário Modificado. O modelo mostrou-se estável e com relativa precisão. O desempenho geral do Coeficiente de Determinação (R^2) foi de 0.7454 para os três estados analisados (estradas, vias para ônibus e trilhos). O cenário Modificado foi o que apresentou melhores resultados neste estudo com uma diferença de custo economizado por tempo de viagem de A$0.00772 hora/usuário/km.

1 INTRODUÇÃO

Para desenvolver um sistema viário estruturado e planejado a fim de garantir o bem-estar dos condutores com estradas não congestionadas e da população com sistemas eficientes, o departamento de Transportes e Estradas Principais (TMR) da Austrália, em parceria com a empresa *Urban Analytics & Complex Systems* (UACS), integra as simulações com modelos *Land Use and Transport Interaction* (LUTI) (TMR, 2023).

Acredita-se que esse modelo pode realizar um recorte da análise custo benefício definida pelo órgão, subsidiando a escolha de infraestruturas com menor custo com uma determinada confiança matemática e que supram as necessidades de capacidade das vias. Com objetivos de deesenvolver um módulo que ligue os dados de tráfego em um fluxo de trabalho de análise de dados para análise de alternativas sobre investimentos em cenários futuros de infraestruturas viárias australianas.

Utilizou-se dados demográficos, estruturais e de tráfego fornecidos por modelagem da macrossimulação e modelo LUTI nas redes australianas. Os dados de output foram coletados da ferramenta computacional de simulação e modelagem de tráfego Emme da empresa

Bentley, e foram utilizados como input para desenvolver uma ferramenta de análise de custos de infraestrutura e benefício em conjunto com a UACS. A modelagem foi nomeada como *caso base* e fornece dados para a criação do modelo de escolhas e análise econômica.

Para a tomada de decisão, foi criado um algoritmo com auxílio da ferramenta Alteryx de análise de dados, conectando os dados simulados com os dados socioeconômicos. Utilizou-se de ferramentas de machine learning como regressão linear, método spline e floresta aleatória, para realização da previsão de custos, além de métodos clássicos de análise de atendimento modal e de impactos ambientais baseados em emissões de tráfego.

Acredita-se que o conjunto de análises pode vir a subsidiar a escolha de infraestruturas com menor custo com uma determinada confiança matemática e que supram as necessidades de capacidade das vias. Nesse sentido, esse estudo tem o intuito de contribuir para o último módulo do modelo LUTI que está sendo desenvolvido pelo TMR australiano: Option Analysis. O TMR demonstrou em reuniões interesse no modelo, tendo em vista como a ferramenta pode fornecer de forma rápida e barata uma análise de inicial sobre custos e comparação de cenários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alteryx e análise de dados

A análise de dados em estatística é uma disciplina essencial para a tomada de decisões informadas em uma ampla gama de setores, incluindo o setor de transportes e, também, é utilizada na avaliação de impactos de políticas e projetos de transporte. Segundo McKinnon, Button e Nijkamp (2003), a análise estatística permite comparar indicadores-chave antes e depois da implementação de uma política ou projeto, permitindo uma avaliação precisa de seus efeitos sobre o desempenho do sistema de transporte, a economia e o meio ambiente.

Existem diversos softwares disponíveis para realizar análises estatísticas e facilitar o processo de análise de dados. Entre elas, opções tradicionais como o Microsoft Excel ou novas ferramentas como o Alteryx Designer. Utilizando de Python e suas bibliotecas em conjunto com R, integrando-as e otimizando seus processos, o software Alteryx foi escolhido para o estudo. Segundo a empresa Alteryx (2023), o software oferece uma interface intuitiva e recursos avançados para realizar tarefas complexas, como limpeza de dados, agregação, combinação de fontes e aplicação de técnicas estatísticas.

A ferramenta possui interface visual, que permite criar fluxos de trabalho arrastando e soltando ferramentas e conectando-as para realizar diferentes etapas da análise de dados. Essa abordagem permite aos usuários visualizarem e compreenderem facilmente as transformações e análises aplicadas aos dados, facilitando a exploração (Alteryx, 2023).

2.2 Algoritmos de previsão

O machine learning é uma área da inteligência artificial que se concentra no desenvolvimento de algoritmos que podem aprender com dados e fazer previsões ou tomar decisões com base nesses dados. Ele se baseia em modelos estatísticos e matemáticos para identificar padrões em grandes conjuntos de dados. A ideia por trás do machine learning é que, ao aprender com exemplos e observações, os algoritmos possam ser treinados para reconhecer padrões e fazer previsões precisas para novos dados (JAMES et al., 2013).

Este estudo trabalha apenas com o aprendizado supervisionado, devido a sua característica de ele ser treinado a partir de um conjunto de dados rotulados, ou seja, dados em que as saídas desejadas são conhecidas. Isso permite que o algoritmo possa aprender a prever novas saídas para dados de entrada não vistos anteriormente. Alguns exemplos de algoritmos de aprendizado supervisionado são a regressão linear, o método Spline e as árvores de decisão e sua variante Floresta Aleatória ou Random Forest (ALPAYDIN, 2010).

A Floresta Aleatória é uma técnica de aprendizado de máquina supervisionado utilizada para classificação, regressão e outras tarefas que se beneficiam de um conjunto de árvores de decisão. O método Random Forest constrói várias árvores de decisão independentes, cada uma treinada em um subconjunto aleatório dos dados de treinamento, e combina as previsões de cada árvore para chegar a uma previsão final (BREIMAN, 2001).

As árvores de decisão são construídas utilizando um conjunto aleatório de características em cada divisão, o que aumenta a variabilidade entre as árvores e reduz a correlação entre elas. Isso permite que o método Random Forest generalize melhor para novos dados e reduza a probabilidade de overfitting. Além disso, a técnica permite identificar a importância relativa de cada característica na previsão, o que pode ser útil para análises adicionais (CUTLER, et al., 2012)

2.3 Análise econômica em infraestrutura de transportes

Ao longo dos anos, a análise de custo-benefício (ACB) se tornou uma ferramenta essencial para avaliar projetos de infraestrutura de transporte e programas de políticas públicas. Ela permite comparar os custos de implementação e operação de determinada intervenção com os benefícios esperados, como redução de congestionamentos, economia de tempo e recursos, melhoria na segurança viária e aumento da acessibilidade. Essa abordagem considera não apenas os efeitos diretos, mas também os efeitos indiretos e de longo prazo sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente (Boardman et al., 2017).

Para realizar uma análise de custo-benefício abrangente, são utilizadas técnicas e métodos econômicos, como a valoração econômica de impactos ambientais e a atribuição de valores monetários a benefícios intangíveis, como a redução de acidentes e o ganho de qualidade de vida. Essa abordagem permite tomar decisões informadas sobre investimentos em infraestrutura de transporte e políticas de transporte, considerando não apenas os custos imediatos, mas também os benefícios de longo prazo para a sociedade como um todo (Flyvbjerg et al., 2003).

Devido à complexidade da análise de custo-benefício e à variedade de órgãos, dados e estudos envolvidos, este trabalho propõe uma análise inicial, abordando custos de construção, manutenção e economia no tempo gasto em viagens. Também inclui uma breve análise ambiental relacionada à poluição veicular e uma análise do atendimento modal, representando um recorte dentro do amplo escopo da ACB.

É proposto que, por meio da análise de dados históricos com o uso de machine learning, seja possível identificar padrões complexos e fatores influentes que afetam o custo de projetos de infraestrutura. A capacidade de aprendizado contínuo desses modelos pode ajudar as equipes de construção a ajustar suas estratégias à medida que novos dados e desafios surgem, melhorando a eficiência e a tomada de decisões informadas em projetos de infraestrutura de transporte, o que pode substituir a análise do custo total.

2.4 Economia de tempo de viagem

O reconhecimento de que o tempo é um recurso escasso afeta a demanda por bens e serviços no mercado, bem como a alocação de recursos financeiros limitados. Isso sugere que o tempo desempenha um papel importante nas atividades de consumo e produção. O uso do tempo em atividades "não produtivas" envolve um custo de oportunidade que deve ser valorizado. Teorias de alocação de tempo fornecem um quadro natural para derivar uma medida teórica do valor do tempo de viagem (VTTS) (Palma, et al. 2011).

Hensher (1977) propôs uma abordagem alternativa para avaliar o valor das economias de tempo de viagem, inicialmente concentrando-se em viagens domésticas e internacionais de avião. Essa abordagem reconhece diversos componentes, incluindo custos de oportunidade e desconforto relativo. Ao contrário da abordagem tradicional, que valoriza o tempo economizado no trabalho com base no salário bruto e acrescenta um valor marginal.

Hensher (1997) expandiu ainda mais esse modelo, incorporando elementos adicionais, como efeito de produtividade, custos associados ao desconforto relativo, perda de tempo de lazer e a possibilidade de transferência de compensação entre empregador e trabalhador. A combinação desses componentes resulta na "Fórmula Hensher" para estimar o valor do tempo economizado em viagens de trabalho.

$$VBTT = (1 - r) * MP + r * VP \quad (1)$$

Onde r é a proporção do tempo de viagem economizado que é usado para atividades de lazer, MP corresponde ao produto marginal do trabalho, ou seja, a mudança adicional na produção decorrente da contratação de uma unidade adicional de trabalho, e VP é valor privado do tempo economizado.

De acordo com o Ipea (2019), os resultados do valor da economia de tempo (r) estão entre 79% e 36% do valor do tempo laboral (valor dado ao salário hora do trabalhador). Valor esse que está dentro da margem estabelecida por Palma et al. (2011) para a Austrália em pesquisa de 2005, que constatou que o r é entre 72% e 28%.

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa busca auxiliar na tomada de decisões sobre investimentos em infraestrutura viária australiana. Para isso, utiliza-se os dados gerados pelo software EMME, responsável pela simulação de tráfego, e os insere no software Alteryx, voltado para análise de dados. A aplicação é direcionada a auxiliar no módulo final do modelo LUTI que está sendo aplicado pelo governo do estado de Queensland. Órgãos governamentais australianos e empresas privadas parceiras forneceram os dados utilizados. No entanto, a disponibilidade limitada desses dados apresentou desafios na criação dos modelos.

Os estágios de desenvolvimento da metodologia incluíram revisão bibliográfica, desenvolvimento, validação e aplicação da ferramenta de custos e análise de opções da rede de transporte. O objetivo deste estudo é analisar alternativas de investimento em cenários futuros de infraestrutura.

A aquisição de dados foi realizada por parcerias com empresas privadas e uso de fontes oficiais governamentais. O estudo desses dados define os resultados da rede de transportes para serem inputs para o modelo econômico fazer previsões de custos. O tratamento dos dados de entrada buscou identificar e solucionar problemas nos mesmos para o funcionamento eficiente da ferramenta de previsão de custos e representação precisa dos dados econômicos. No estágio final do desenvolvimento do modelo de custos, um módulo do Alteryx Designer é criado para integrar os dados da simulação de tráfego. Os dados são treinados, validados e avaliados na avaliação de resultados com métricas de economia de tempo de viagem, análise de emissões e custo por usuário da rede por hora.

3.1 Aquisição de dados

Os dados, assim como os custos de construção em infraestrutura de transportes, foram obtidos por meio do histórico do Queensland Transport and Roads Investment Program (QTRIP) (AUSTRÁLIA, 2020), inclui-se histórico de obras de infraestrutura rodoviária e de transporte público, como vias exclusivas para ônibus, trens e bondes na região sudeste de Queensland, Austrália. Os dados incluem informações como o ano de projeto, o nome do projeto, o custo total da etapa do projeto e o tipo de intervenção a ser realizada, que pode ser categorizado em construção, interseções, estudos e trabalhos de manutenção. Dados adicionais foram coletados de fontes oficiais do governo, como os Local Government Infrastructure Plans (LGIP) (Brisbane, 2020). Para ter uma base de dados com valores atualizados para o primeiro semestre de 2022 utilizou-se o índice de preços ao produtor da ABS (AUSTRÁLIA, 2023) que leva em consideração entre outros fatores, inflação e mudanças de valores do mercado.

A obtenção de informações extras para o treinamento dos modelos foi realizada utilizando-se um arquivo do tipo shapefile contendo os links de toda região o qual foi fornecido pelo TMR Australiano. Ao comparar o arquivo shape com imagens de satélite, e baseado no conhecimento prévio da região por parte do autor, foi possível realizar a separação dos links por projeto e ano da base de dados QTRIP. Assim, permitiu-se a obtenção do comprimento total dos links através da função $lenght, função que realiza esse cálculo, e da ferramenta de estatística para somar todos os comprimentos das seções, ambos processos realizados no software de geoprocessamento QGIS.

Ao todo sete projetos de transporte de grande porte foram desenvolvidos desde o início dos anos 2000, sendo quatro deles (South East, Inner Northen, Northen e Eastern) em vias de ônibus, Springfield Line em vias de trem, Gold Coast Rapid Transit em vias de bonde e Sunshine Motorway que é uma rodovia. Com essa informação criou-se uma lista com 33 dados de treinamento, dentre os quais, 12 de ônibus, oito de rodovias, sete de bonde e seis de trem. Com a adição dos dados advindos da pesquisa realizada nos QTRIPs formaram a base de dados para treinamento do modelo com 12 dados para projetos de ônibus, 66 para rodovias, 7 para bonde e 12 para trem.

3.2 Dados para inferência

Foram fornecidas duas redes de tráfego para a realização do custeio: uma rede chamada 'Referência', que fornece links da rede de transporte existente vários novos projetos de grande porte na região do Sudeste do estado de Queensland; e o cenário 'Modificado de Referência' que é semelhante ao primeiro com a adição ou remoção de alguns segmentos além da mudança de ano de projetos. O cenário atual sem modificações é chamado de ‘Base’.

Os dados são estruturados de maneira semelhante, com redes para os anos de 2021 (atuais), 2026, 2031, 2036, 2041 e 2046. Para cada um dos anos, são apresentadas planilhas com informações para cada link da rede de simulação, sendo que as duas primeiras colunas correspondem aos nós de origem A e de destino B respectivamente. São também informados dados referentes à velocidade média de simulação dos veículos nas vias, número de faixas de rolamento, comprimento do link, modo de transporte da via e ação a ser tomada (modificações nas vias).

Ao todo são avaliados 2442 links no caso de Referência, destes, 39 são linhas de ônibus, 2152 são vias de transporte, 40 são bondes e 210 trens. Já no caso modificado, a rede possui 2414 links, destes, 39 são ônibus, 2124 vias de transporte, 40 bondes e 210 trens. Sendo a diferença entre os cenários apenas os anos de aplicação entre alguns modos e alguns projetos de vias de transporte que foram considerados ou não entre os cenários.

3.3 Tratamento dos dados de entrada

Foi criado um fluxo de trabalho no Alteryx para filtrar os dados a custear a infraestrutura da rede com intuito de solucionar alguns problemas averiguados como, por exemplo, a existência de “duplicatas” de dados nos arquivos shapefile fornecidos pelo modelo EMME (Figura 1).

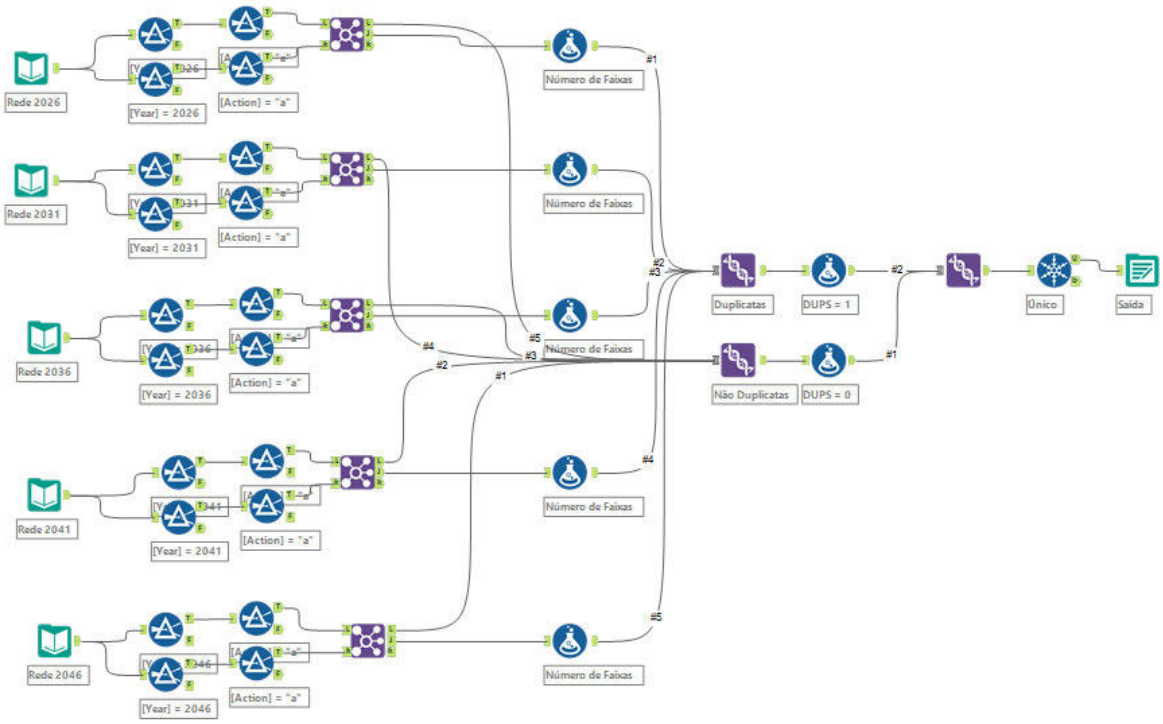


Fig. 1 Fluxo de Trabalho para Seleção de Duplicatas

Devido a economia de escala é necessário que o número de faixas de uma via esteja de acordo com a realidade já que a construção de uma via de duas faixas tem menor custo do que a construção de duas vias de uma faixa, porém nos dados recebidos do EMME, por particularidades do software, as vias são simuladas como no segundo caso.

Para solucionar o problema, divide-se os dados em duas cópias de si mesmos e, em seguida, com auxílio da ferramenta Junção, agrupa os dois fluxos de dados em apenas um, combinando a coluna do nó A (origem) de um fluxo com a coluna do nó B (destino) do outro. Após isso, é executada a ferramenta Unique para eliminar qualquer duplicação de dados, adicionando um marcador de duplicata àqueles duplicados e, por fim, incluindo o número de faixas da sua cópia no campo Lanes. Por fim, o valor dos links é dividido por dois, uma vez que está sendo custeado duas vezes o mesmo projeto: um conector de A até B e outro conector de B até A.

3.4 Desenvolvimento do modelo base de treinamento

Para o modelo de custos utilizou-se o módulo de predição do software de análise de dados Alteryx Designer, com os modelos de machine learning/regressão mencionados anteriormente, como Regressão Linear, Regressão Gama, Spline e Floresta Aleatória. Os campos mencionados na seção anterior foram utilizados como fonte de dados para o treinamento. A utilização dos diferentes métodos tem como objetivo identificar o melhor método que responde aos dados conforme as variáveis de treinamento selecionadas. Ao todo 97 amostras (linhas de dados) para o treinamento do modelo foram utilizadas.

O método floresta aleatória necessita de informações extras além dos dados para treinamento, sendo assim feita a definição, com base na experiência empírica, um valor de 1000 árvores e uma profundidade das árvores de 15, em detrimento do padrão de 500 árvores e profundidade de 10.

Os dados são divididos em duas correntes de fluxo de trabalho, uma para os modos rodoviários (ônibus e estradas) e outra para os modos de trilho (bondes e trens pesados). Isso foi feito devido às grandes diferenças de custo entre os diferentes modos, o que pode alterar drasticamente e influenciar o modelo como um todo, e desses dados 80% são separados para o treinamento e 20% para validação do modelo.

A métrica do coeficiente de determinação (R^2) foi o fator escolhido para avaliação e seleção dos modelos a serem aplicados, pois é uma métrica que estatisticamente representa a variação entre o esperado e o obtido. Ao fim da análise o melhor resultado é selecionado para a realização do custeio.

As variáveis selecionadas para utilização no treinamento (independentes) foram o comprimento (Length) com uma correlação de Pearson de 0.863, o número de faixas com correlação de 0.803 e a velocidade média dos veículos na simulação com uma correlação de 0.882, com o objetivo de buscar a variável dependente Custo (Updated Cost) na ferramenta Score, que aplica o modelo aos dados a serem previstos.

3.5 Análise de resultados

Na análise de resultados o objetivo é agrupar os resultados dos custos de infraestrutura por governos locais (LGA) e anos, a fim de avaliar os investimentos futuros nas regiões administrativas do sudeste de Queensland. Isso fornecerá informações cruciais sobre regiões que podem estar recebendo investimentos inadequados ou até mesmo sendo negligenciadas. Para calculá-lo, somam-se os custos de construção de infraestruturas, agrupando-os por modos, os valores de custo total também foram atualizados com base no ano de projeto utilizando uma inflação base de 3% ao ano conforme combinado com o TMR Australiano.

Outra métrica relevante é a análise da economia de tempo de viagem, pois envolve tanto o capital público quanto o das pessoas físicas e jurídicas. utilizando-se o valor de MP (produto marginal do trabalho) de 32.82 dólares australianos por hora (ABS, 2023), um VP (valor privado do tempo economizado) de 23.63 e um r (valor da economia de tempo em porcentagem) de 0.72, de acordo com os estudos mostrados no capítulo 2.4 para a Austrália.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção, é realizada a análise dos resultados com o propósito de avaliar os custos previstos pelo modelo desenvolvido neste estudo, bem como os impactos de tráfego em diversos cenários de infraestrutura.

4.1 Métodos preditivos

Para a escolha do melhor métodos foi feita a análise da reta de uma regressão entre valores reais (observados) e valores estimados pelo modelo. Neste caso observa-se, além do R^2, que deve estar o mais próximo de 1, valores do intercepto que numa situação onde o modelo prediz valores de acordo com a realidade deve se aproximar de zero, e a inclinação da reta que deve ser o mais próximo de 45º, com coeficiente de X (valores observados) mais próximo de 1 nessa mesma situação (Hastie, et al. 2009). Pode-se assim verificar a qualidade dos modelos averiguando os três coeficientes citados e tomar a decisão de qual modelo utilizar nas aplicações futuras (Tabela 1).

Tabela 1 Resultados dos coeficientes para cada método

Modelos	**Real x Estimado**			
	Análise da Regressão Simples	**Coeficientes**		**Ajuste**
	Parâmetros	**α (Intercepto)**	**β (Inclinação da Reta)**	**R^2 (Coeficiente de Determinação)**
	Valores Ideais	**0.000**	**1.000**	**1.000**
Linear	**Valores Obtidos**	284,269.000	0.265	0.189
	Diferença	284,269.000	-0.735	-0.811
Gama	**Valores Obtidos**	320,713.000	0.202	0.113
	Diferença	320,713.000	-0.798	-0.887
Spline	**Valores Obtidos**	40,133.000	0.768	0.670
	Diferença	40,133.000	-0.232	-0.329
Random Forest	**Valores Obtidos**	**28,220.000**	**0.820**	**0.745**
	Diferença	**28,220.000**	**-0.180**	**-0.255**

Com R^2 médio de 0.7454 para os três estados analisados (estradas, vias para ônibus e trilhos), o método Random Forest destacou-se como o mais qualificado para o treinamento e para realizar inferências nos dados para predição. De maneira geral, o intercepto e a inclinação da reta apresentaram comportamentos semelhantes ao do R^2, com o Random Forest mostrando-se o método mais apto para a continuidade do trabalho.

4.2 Inferências nos cenários

Observou-se após a seleção do melhor método que no cenário Referência todos os LGAs recebem algum tipo de obra de grande infraestrutura no período próximo de 23 anos, com exceção de Somerset. Esta região, apesar de possuir a maior área do sudeste de Queensland, é a que possui a menor população, o que é um indicativo da falta de grandes investimentos no período estudado. média de investimentos por governo local foi de A$10,286,423,991.28, sendo que cerca de 65% de todo o investimento foi feito nas três regiões mais povoadas da região, em ordem de investimentos: Sunshine Coast, Gold Coast e Brisbane. A categoria com menor investimento foi a de vias para ônibus, e a com maior investimento foi a de ferrovias (Tabela 2).

Tabela 2 Custos totais previstos por ano cenário Referência

Year	Road	Rail	Bus	Estimated Cost (3%/y)
2026	$ 7.896 x10^6	$ 9.098 x10^6	$5.206 x10^6	$ 22.201 x10^6
2031	$11.805 x10^6	$ -	$2.139 x10^6	$ 13.944 x10^6
2036	$ 6.306 x10^6	$ 7.646 x10^6	$ -	$ 13.952 x10^6
2041	$15.112 x10^6	$ 16.072 x10^6	$ -	$ 31.185 x10^6
2046	$ 4.400 x10^6	$ 18.611 x10^6	$ -	$ 23.012 x10^6
TOTAL	$45.520 x10^6	$ 51.429 x10^6	$7.345 x10^6	$ 104.295 x10^6

As estradas para ônibus demonstraram o menor valor, com 14.74 km de extensão, e também apresentam uma característica interessante: é previsto investimentos nessa categoria apenas até 2031. Isso se deve à baixa quantidade de vias exclusivas de ônibus na região, onde faixas para ônibus em vias compartilhadas com outros tipos de veículos são mais comuns.

Já no cenário Modificado nota-se novamente que Somerset é o único LGA que não recebe grandes investimentos em infraestruturas de transporte. A proporção dos investimentos continua a mesma, com cerca de 66.4% de todo o investimento sendo alocado nas três maiores regiões: Sunshine Coast, Gold Coast e Brisbane. O valor total (Tabela 3) também foi muito próximo do esperado, devido às pequenas mudanças entre as duas previsões.

Tabela 3 Custos totais previstos por ano cenário Modificado

Ano	Road	Rail	Bus	Estimated Cost (3%/y)
2026	$ 8.956 x10^6	$ 9.099 x10^6	$5.206 x10^6	$ 23.262 x10^6
2031	$10.702 x10^6	$ -	$2.139 x10^6	$ 12.841 x10^6
2036	$ 6.450 x10^6	$ 7.646 x10^6	$ -	$ 14.096 x10^6
2041	$15.568 x10^6	$16.072 x10^6	$ -	$ 31.641 x10^6
2046	$ 4.400 x10^6	$18.611 x10^6	$ -	$ 23.012 x10^6
TOTAL	$46.078 x10^6	$51.429 x10^6	$7.345 x10^6	$ 104.853 x10^6

Apenas a categoria de estradas foi modificada nos dados de entrada, resultando em um acréscimo no custo de A$557,510,245.33. O segundo cenário foi de suma importância para reforçar a validação do modelo, visto que os cenários de ferrovia e ônibus foram custeados de maneira similar, conforme esperado devido à igualdade de links para os modos. Como o modelo previu ambos os cenários em diferentes execuções do Alteryx Designer, a proximidade de valores indica estabilidade do modelo, ou seja, uma precisão mais alta. Sendo assim, o modelo pode até estar prevendo valores fora da otimalidade, como visto anteriormente na seção 4.1, porém ele é consistente em prever esses valores.

4.3 Análise de benefícios

O cenário com menor custo total foi o de Referência, apresentando uma diferença de A$557,523,068.29, ou 0.534%, em relação ao Modificado. Assim, a análise de custo de infraestrutura não se mostra uma variável de grande importância na definição de melhor cenário. Portanto, a análise do custo do tempo de viagem economizado é de suma importância.

O tempo médio de viagem por link da rede Base (atual e sem modificações), é de 0.019591 horas ou 1.17546 minutos. Utiliza-se esse valor como base de comparação para os tempos de viagem entre as simulações de ambos os cenários alternativos. O cenário de Referência obteve uma melhoria no tempo de viagem médio entre links, com 0.017397 horas ou 1.04382 minutos, representando uma melhoria de 0.13164 minutos. Já o cenário Modificado obteve uma melhoria para 0.0172527 horas ou 1.035162 minutos, garantindo 0.140298 minutos de melhoria em comparação à rede Base.

Multiplicando os tempos pelo VBTT calculado, chega-se ao valor economizado por viagem por link (Tabela 4). É importante ressaltar que a média de comprimento de links é de 0.489761 km, ou 489.761 metros. Os valores são calculados por link, ou seja, o valor economizado por um usuário a cada link viajado, já que os dados de tempo de viagem por cenário não chegaram até a data da análise deste trabalho, apesar de terem sido solicitados via e-mail e por meio de conferência online múltiplas vezes.

Tabela 4 Custo economizado por viagem

Custo Economizado por Viagem por Link				
Cenário	Velocidade (Km/h)	Economia de Tempo (h)	VBTT	Custo Economizado (A$/h/usuário)
Referência	49.664	0.00219	26.200	0.0575
Modificado	51.254	0.00234	26.200	0.0613

Com uma diferença no custo economizado por viagem de A$0.00378066 hora/usuário/link, o melhor cenário foi o Modificado. Apesar de o valor parecer pequeno, é importante lembrar que esse custo não se refere à totalidade da viagem do usuário, mas sim ao tempo que ele leva para percorrer o link de A à B ou 489.761 metros em média. Considerando que uma viagem consiste em um conjunto de diversos links, sendo esse o valor multiplicado pelo número de links utilizados e pelo número de usuários. Portanto, o custo total de uma viagem

completa seria composto por várias parcelas desse valor, resultando em uma quantia mais significativa.

Convertendo-se o link em quilômetros temos no cenário Referência de A$0.11736 hora/usuário/km e de A$0.1251 hora/usuário/km no Modificado. Assim, concluindo novamente a melhoria do cenário Modificado de A$0.00772 hora/usuário/km.

5. CONCLUSÃO

O Option Analysis é uma ferramenta que utiliza machine learning com o método Random Forest. Sua criação teve como objetivo principal integrar os dados de saída do software de macrossimulação Emme em um fluxo de trabalho no Alteryx Designer para a análise de alternativas de investimentos, com base nos custos de construção de transporte. Esses custos são derivados de dados fornecidos pelo Departamento de Transportes e Main Roads de Queensland, Austrália, e por empresas privadas parceiras do governo.

Foram propostas duas análises para avaliar diferentes cenários (Referência e Modificado): a comparação direta dos custos de construção e a economia do custo de tempo de viagem na rede. O projeto é de grande relevância para auxiliar na tomada de decisão em relação a cenários de tráfego futuro. O TMR destacou, em reuniões, a importância do modelo, principalmente o de previsão de custos, evidenciando como a ferramenta pode fornecer uma análise de alto nível sobre custos e comparação de cenários de forma rápida e econômica.

Os cenários mostraram-se bastante parelhos ao utilizar a métrica de custo total de construção, com uma diferença de apenas A$557,510,245.33, sendo o cenário Modificado o mais caro. No entanto, esse valor é irrisório quando comparado ao montante total dos cenários, representando pouco mais que 0.5% dos custos de ambos.

Outra análise realizada foi a de custo economizado por tempo de viagem. Com uma diferença de A$0.00772 hora/usuário/km, o cenário Modificado foi o que mais economizou tempo de viagem. Embora esse valor pareça pequeno, é importante destacar que ele deve ser multiplicado pela quantidade de quilômetros percorridos pelos usuários durante sua viagem, bem como pelo número de usuários no sistema. pode-se afirmar que, a menos que os A$557,510,245.33 de custo adicional no cenário Modificado sejam considerados significativos, este cenário é o mais indicado com base nas análises realizadas neste estudo.

6 REFERÊNCIAS

Alpaydin, E. (2010) **Introduction to Machine Learning**. Massachusetts: The MIT Press.
Alteryx (2023) **Alterix: Soluções para análise de dados**. Disponível em: https://www.alteryx.com/. Acesso em: 21 maio 2023.

Austália, Department of Transport and Main Roads (2023) **South East Queensland Multi Model Project Report**.
Austrália (2020) Transports and Main Roads. **Queensland Transport and Roads Investment Program** (2000 – 2020). Brisbane, Queensland.

Austrália (2023) Australian Bureau of Statistics. **Average Weekly Earnings**, Australia. ABS, 2023.

AUSTRÁLIA (2023) Queensland. Brisbane City Council. **Local Government Infrastructure Plan**. Brisbane. Disponível em: https://www.brisbane.qld.gov.au/planning-andbuilding/planning-guidelines-and-tools/local-government-infrastructure-plan/lgipcomponents-extrinsic-material-and-supporting-documents.

Austrália (2023). Australian Bureau of Statistics. **Producer Price Indexes**, Australia. Canberra.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. e Weimer, D. L. (2017) **Cost-benefit analysis: Concepts and practice**. 5 th edition, Reino Unido, Cambridge University Press.
Breiman, L. (2001) Random forests. Machine Learning, **Kluwer Academic Publishers**, p. 5-32, Holanda.

Cutler, A., Cutler, D. R. e Stevens, J. R. Random forests. In: ZHANG, Cha (Ed.), MA, Yungian (Ed.). **Ensemble Machine Learning: Methods and Applications**. Boston: Springer, 2012. p. 157-175.

Ferrari, T.K, et al. (2019) **Estimativa do Valor da Vida Estatística e do Valor da Economia de Tempo em Viagens nas Rodovias Brasileiras com a Utilização de Pesquisa de Preferência Declarada**. Brasília: Ipea.

Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. e Rothengatter, W. (2003) **Megaprojects and risk: An anatomy of ambition**. Cambridge University Press, Reino Unido.

Hastie, T., Tibshirani, R. e Friedman, J. (2009) **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction**. 2nd ed. New York: Springer.

Hensher, D.A. (1977) **Value of Business Travel Time**. Oxford: Pergamon Press. Reino Unido.

James, G., Witten, D., Hastie. T. e Tibshirani, R. (2013) **An Introduction to Statistical Learning, Springer**, Nova Iorque, Estados Unidos.

McKinnon, A., Button, K. e Nijkamp, P. (2003) **Transport Logistics**, Edward Elgar Publising, Reino Unido.

PALMA, A. et al. (2011) **A Handbook of Transport Economics**. Edward Elgar Publishing. Reino Unido.

ESTUDO DOS PADRÕES DE DESLOCAMENTO DOS USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EM UMA CIDADE BRASILEIRA DE PEQUENO PORTE

V. R. Corrêa, J. B. Z. Souza, P. S. Rhoden, A. Grings e A. Ruiz-Padillo

RESUMO

O transporte público é um serviço essencial para a mobilidade urbana, já que permite o acesso às necessidades básicas do cidadão, que precisa deslocar-se pela cidade. Esse trabalho teve como objetivo estudar os aspectos que influenciam na percepção e uso do transporte público no município de Palmeira das Missões, uma cidade brasileira de pequeno porte. A partir dos dados de um questionário sobre mobilidade urbana aplicado à população, foram aplicadas técnicas estatísticas descritivas e de análise fatorial. Os resultados revelaram deficiências relacionadas à confiabilidade e disponibilidade do transporte público no município e foi possível identificar que as variáveis mais influentes são a segurança contra acidentes, o acesso ao transporte e a satisfação geral. Dessa forma, os resultados permitem direcionar esforços para planejamento de investimentos mais efetivos e que promovam a atratividade do transporte público, focando em melhorias da infraestrutura de paradas e aquisição de novos veículos com mais conforto.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana sustentável procura permitir que os usuários tenham a possibilidade de escolha sobre a sua forma de deslocar-se nas cidades, promovendo assim uma maior igualdade e equidade nos deslocamentos das pessoas, bens e serviços no cotidiano, durante a realização de suas atividades (Brasil, 2012). Esse conceito pode ser interpretado como a capacidade dos indivíduos se moverem de um lugar para outro (Cardoso, 2008). A mobilidade está diretamente ligada à qualidade de vida dos habitantes e envolve a relação com os deslocamentos diários (viagens) de determinada população no espaço urbano, sejam essas viagens de cunho social, econômico ou cultural. De uma maneira mais aprofundada, a mobilidade pode ser definida pela relação das infraestruturas e operação dos sistemas de transporte oferecidos pela cidade à sua população e as características individuais dos usuários para usar essas infraestruturas, como possuir veículo e/ou renda para definir o modo de transporte desejado nos seus deslocamentos (de Araújo *et al*., 2011).

A acessibilidade está ligada à mobilidade urbana pois se entrelaçam no cotidiano dos usuários quanto à possibilidade de acesso aos diferentes sistemas de transporte como transporte coletivo, ciclovias e as calçadas, entre a moradia e o trabalho por exemplo e posteriormente acessibilidade aos destinos levando em conta a localização (rotas), o tempo de deslocamento, disponibilidade, tempo de espera, existência de paradas e o custo (Cardoso, 2008). O transporte coletivo nas cidades é um serviço essencial e democrático, constituindo-

se como um modo de transporte imprescindível para reduzir congestionamentos, os níveis de poluição, a desigualdade social e o uso indiscriminado de carros e motos (Gomide, 2006).

A Política Nacional da Mobilidade Urbana - PNMU (BRASIL, 2012) estabelece que municípios brasileiros com mais de 20000 habitantes desenvolvam planos de mobilidade urbana para atender de maneira mais efetiva os deslocamentos de suas populações nos seus espaços urbanos, priorizando o transporte coletivo e os modos não motorizados em detrimento aos veículos automotores particulares para contribuir ao desenvolvimento de uma mobilidade mais sustentável e que atenda os anseios de sua população nos deslocamentos do dia a dia. Para tanto, a elaboração do documento deve levar em consideração a realidade da infraestrutura de cada município, os sistemas de transporte e o modo de uso dos diferentes modos de transporte pela população, a partir de um diagnóstico da mobilidade da cidade para definir o desenvolvimento e o progresso organizado.

O planejamento de transporte não pode ser realizado de maneira isolada dos demais elementos urbanos. É fundamental estabelecer políticas e planos integrados de planejamento urbano e de transporte por meio de mecanismos que garantam a implementação dos projetos que concretizam essa abordagem. No entanto, é evidente que os estudos relacionados a cidades de menor porte não têm recebido a devida prioridade na produção de conhecimento sobre planejamento urbano integrado. Isso resulta em planos urbanos e diretores, quando existentes, que são ineficazes e genéricos para essas localidades (Bracarense *et al.*, 2023).

O município de Palmeira das Missões, uma cidade de apenas 34.907 habitantes localizada no interior do Estado do Rio Grande do Sul, na região sul do Brasil (IBGE, 2023), que recentemente concluiu a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana Municipal (Palmeira das Missões, 2024). Com levantamentos de dados primários e secundários no município cujos resultados permitiram realizar um diagnóstico do perfil dos entrevistados e suas percepções sobre o serviço de transporte público e a mobilidade urbana em geral, o documento estabelece objetivos, metas e ações para desenvolver e implantar melhorias visando a qualidade de vida de sua população e seus deslocamentos (Brasil, 2012).

Diante do quadro apontado na cidade de Palmeira das Missões quanto à mobilidade urbana sustentável, na elaboração do Plano de Mobilidade do município, o presente trabalho tem o objetivo de traçar um perfil dos usuários do transporte público, analisando os aspectos que influenciam na escolha desse modo e a percepção por parte dos usuários, para fomentar sua utilização na cidade. Para isso, a pesquisa utiliza a aplicação de técnicas de estatística descritiva e de análise fatorial, tanto exploratória como confirmatória.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mobilidade urbana é uma área política com diversas opções de intervenção, incluindo o aumento da densidade e concentração de atividades da população, incentivo ao transporte coletivo e desenvolvimento de uso misto do solo. O planejamento urbano deve integrar o uso do solo e transporte coletivo para facilitar o acesso às atividades da população, promovendo maior acessibilidade urbana e reduzindo a dependência de veículos motorizados (Bracarense *et al.*, 2023).

No geral, diversas variáveis estão envolvidas na escolha de modo de transporte pelos usuários, principalmente quando se fala em transporte público. Assim, destacam aspectos fundamentalmente ligados à infraestrutura de paradas e veículos, assim como relacionados

à operação do serviço, com grande impacto no tempo dedicado às viagens, como confiabilidade, conforto, segurança, acessibilidade, custo derivado e à satisfação geral do usuário (Antunes e Simões, 2013; Bajčetić *et al*., 2018; de Oña, 2020)

Precisamente o valor das tarifas de transporte pode influenciar de forma direta a acessibilidade e a conveniência do serviço para os passageiros. Quando as tarifas são acessíveis e proporcionais ao serviço oferecido, os usuários tendem a se sentir mais satisfeitos, pois percebem um bom custo-benefício em relação à sua mobilidade (de Carvalho e Pereira, 2012). Nesse sentido, a possibilidade da utilização de descontos na passagem do transporte coletivo traz uma redução de custos para os usuários, além de facilitar a acessibilidade ao serviço e com isso o aumento da demanda pelo transporte (Darling *et al*., 2021). A diversidade de necessidades e preferências dos passageiros no transporte coletivo também gera diferentes formas de pagamento, que igualmente precisam oferecer adequada conveniência, segurança e eficiência aos mesmos, além de atender às demandas por integração multimodal e tarifação justa. A variedade de formas de pagamento também permite adaptar-se melhor às necessidades específicas de diferentes grupos de usuários, promovendo a acessibilidade no acesso ao transporte público (de Araújo *et al.,* 2011).

Outra das variáveis a ser considerada é a infraestrutura das paradas, que leva em conta sua localização, a presença de bancos, cobertura e iluminação suficientes, assim como painéis informativos sobre localização e horários (de Brito *et al.*, 2018) Por outro lado, o transporte público coletivo deve garantir que pessoas com diferentes necessidades, como por exemplo mobilidade reduzida, possam se beneficiar dele de forma independente e digna, a partir de veículos adaptados, paradas projetadas com a instalação de rampas, corrimão e pisos táteis (Barreto e Porto, 2016).

Em relação à operação de transporte público, destaca o tempo de viagem, que é definido pelo tempo gasto no deslocamento da origem até a parada, a espera na parada e nos possíveis transbordos, da parada até o destino e, sobretudo, no deslocamento dentro do veículo, que pode variar dependendo da distância a ser percorrida e a velocidade média além do trajeto das linhas (Ferraz e Torres, 2004). As esperas são principalmente afetadas pela frequência e pontualidade das linhas, das quais o usuário espera regularidade nos horários.

Além disso, a confiabilidade do transporte coletivo é crucial para garantir uma experiência satisfatória aos passageiros, influenciada diretamente pela capacidade do sistema de cumprir horários e oferecer serviços consistentes e previsíveis (Antunes e Simões, 2013). Nesse sentido, os painéis informativos garantem um aumento na qualidade da operação, tendo em vista que facilitam a compreensão das informações pelos usuários e permite uma maior confiabilidade no serviço (Da Silva, 2000). Para os usuários, um bom sistema de informação que permita o acompanhamento em tempo real do ônibus e que permite ver os horários é essencial para sua satisfação com o transporte além de trazer confiança nele permitindo maior atratividade (Simangunsong *et al.*, 2023).

Quando tratado sobre a experiência e o conforto durante os deslocamentos dentro do ônibus, a satisfação dos usuários é influenciada por aspectos tais como a limpeza, temperatura interna dos veículos, a velocidade de deslocamento e a necessidade de transbordo. Outro atributo que também é levado em conta está relacionado à lotação dos veículos, tendo como a situação mais confortável onde o passageiro está sentado, porém quando está de pé se torna aceitável quando não há aglomeração e a viagem não é muito longa (de Oña, 2021; d'Ovidio *et al*., 2014; de Palma *et al.*, 2015).

Por outro lado, o comportamento dos operadores também pode impactar diretamente a experiência de viagem dos usuários. Um atendimento cortês e atencioso pode contribuir para uma atmosfera positiva dentro do veículo, aumentando o conforto e a segurança percebidos pelos passageiros. Além disso, um atendimento que demonstra profissionalismo e respeito pelos passageiros tende a criar uma sensação de confiança e confiabilidade no serviço de transporte público (Antunes e Simões, 2013; de Oña, 2021).

Outro aspecto importante na percepção da qualidade do serviço é a compreensão referente à segurança pública e viária durante os deslocamentos, derivada do medo de sofrer acidentes de trânsito ou ser vítima de um crime, como roubos, assaltos ou até violência, tanto nas paradas quanto no interior dos veículos (Atombo e Wemegah, 2021; de Oña, 2021). Do mesmo modo, existem outras externalidades derivadas dos deslocamentos de transporte coletivo, como os ruídos gerados pelos ônibus e trens durante sua operação, incluindo os procedentes do motor, da suspensão, das vibrações do veículo e do atrito dos pneus. Em caso de serem altos, podem causar perturbação e desconforto para os residentes próximos às rotas de transporte público, além de potencialmente afetar a saúde auditiva dos passageiros e dos trabalhadores do transporte e interferir na comunicação e no descanso durante a viagem (Lopes *et al.*, 2012; Zannin, 2008).

Dessa forma, as decisões das pessoas sobre os deslocamentos no seu dia a dia são influenciadas pela sua variedade de atividades e necessidades como trabalho, escola, mercado e lazer, além das percepções sobre diferentes aspectos de mobilidade urbana e satisfação com a viagem no modo de transporte utilizado (Ferraz e Torres, 2004). Portanto, compreender as finalidades e as variáveis envolvidas por trás desses deslocamentos é fundamental para o planejamento eficaz do transporte.

3 METODOLOGIA

3.1 Cenário de estudo

O município de Palmeira das Missões localiza-se no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (como pode-se visualizar na Figura 1), possui uma população estimada de 34.907 habitantes distribuídos em uma área de 1.421 km², a 373 km de Porto Alegre, capital do estado (IBGE, 2023). A frota de veículos automotores do município possui 24.678 veículos (SENATRAN, 2022), uma média de 0,75 veículos por habitante.

Palmeira das Missões conta com apenas duas linhas que funcionam com dois ônibus trabalhando em sentidos contrários. A linha de ônibus possui aproximadamente 10 km de extensão em ruas pavimentadas, tendo tempo médio de viagem de 30 a 40 minutos. A média de passageiros pagantes gira em torno de 320 passageiros em dias úteis. Em média 260 passageiros realizam o pagamento da passagem no valor integral de R$3,00 nos dias úteis e 60 passageiros realizam o pagamento da meia-passagem (estudantes) no valor de R$1,50 (Palmeira das Missões, 2024).

3.2. Coleta de dados

Para a coleta de dados foi elaborado um questionário para com o intuito de abordar diferentes aspectos da mobilidade urbana em Palmeira das Missões. O formulário estava direcionado a obter, em primeiro lugar, dados sobre as características de mobilidade dos cidadãos, incluindo origem e destino, motivo do deslocamento, principal modo de transporte utilizado,

tempo médio de viagem e quantidade semanal de deslocamentos realizados. Também foram coletadas informações para traçar o perfil dos entrevistados como sexo, idade, cor, renda, escolaridade, posse de carro, motocicleta ou bicicleta para deslocamentos, se são portadores de necessidades especiais e se possuem CNH.

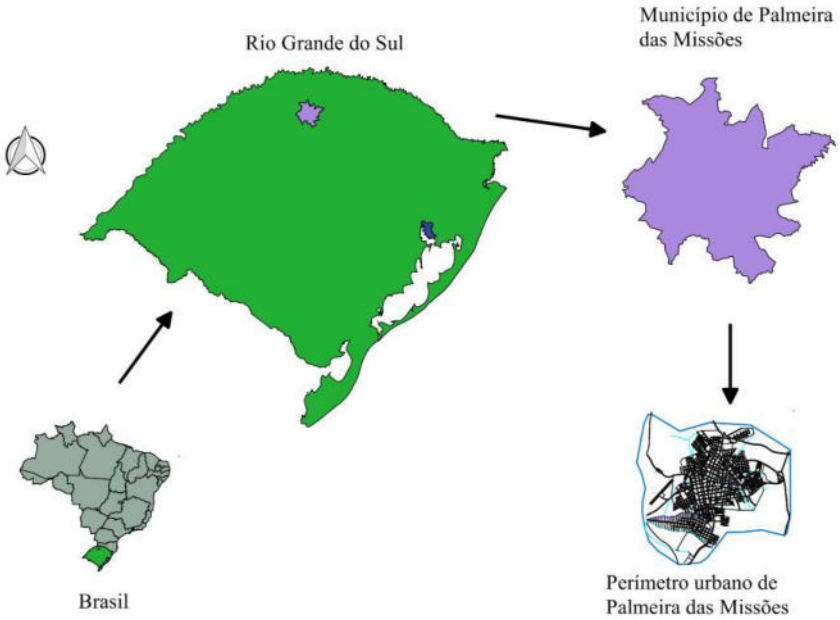


Fig. 1 Mapa de localização do Município de Palmeira das Missões – RS, Brasil

Além desses dados, o formulário abordou questões específicas sobre o transporte coletivo em Palmeira das Missões identificadas na revisão de literatura, incluindo horário e dias de uso, motivo do deslocamento, forma de pagamento, uso de benefícios, alternativas de deslocamento, motivos para não utilizar o transporte coletivo e opiniões sobre acesso, disponibilidade, rapidez, confiabilidade, conforto, segurança, forma de pagamento, gastos, acesso à informação e satisfação geral com o sistema de transporte coletivo.

O questionário esteve disponível de forma online 17/10/2022 a 11/11/2022, recebendo um total de 446 respostas, superando a amostra mínima almejada de 380 participantes (para 95% de nível de confiança e 5% de erro amostral). Após o encerramento do período de coleta, a equipe realizou a análise dos dados.

3.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados primeiramente com estatísticas básicas para o entendimento e melhor compreensão do estado que se encontra o município quanto a sua mobilidade urbana e o perfil dos usuários. Em seguida os dados foram filtrados tendo como base as perguntas que eram de tipo binário ou seguiam a escala Likert para assim serem avaliados em uma análise fatorial exploratória (*Exploratory Factor Analysis* - EFA), que busca obter uma estrutura das relações e inter-relações entre as variáveis do estudo (Fávero et al., 2009; Hair et al., 2017). A partir da EFA foi obtido um conjunto de fatores latentes, incluindo um número reduzido de variáveis, que descrevem o comportamento do banco de dados avaliado. Foi utilizado o método de componentes principais para a criação do modelo fatorial, e conforme as necessidades durante a análise foram feitos diversos ajustes para a eliminação de variáveis seguindo os critérios para a adequabilidade do método. Com o modelo já ajustado, foram obtidas as cargas fatoriais que permitem a extração dos fatores,

representados pelo conjunto de variáveis originais do modelo (Hair et al., 2017; Law et al., 2017). Em sequência foi realizada uma análise fatorial confirmatória (*Confirmatory Factor Analysis* - CFA), que determina como o modelo que foi adquirido previamente consegue se adaptar aos dados sem perder a sua coerência, assim como a importância relativa de cada variável no fator do qual forma parte. Para facilitar o ajuste do modelo, foi aplicada a correção de Satorra-Bentler (sb).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de uma análise descritiva, foi possível conhecer o perfil do público estudado e como funciona sua rotina até suas atividades diárias. Sendo assim, a partir da Figura 2, consegue-se observar o uso majoritário de automóvel particular (aproximadamente 55% da amostra, seja como motorista ou como carona), seguido pelos deslocamentos por caminhada e a utilização do transporte coletivo. A partir desta primeira análise em que grande parte da população se utiliza de modos de transportes não sustentáveis e que nos casos sem a possibilidade de utilização do veículo motorizado individual tendem a preferir a caminhada do que transporte coletivo, esse cenário chama a atenção para o estudo da razão de tais escolhas no município. Contribuindo com tal cenário se tem o alto índice de posse de CNH e veículos particulares que podem contribuir para a facilidade da utilização do automóvel. Cabe destacar que apenas um 2,47% dos respondentes manifestaram possuir alguma deficiência e que a maioria dos usuários é de baixa renda, do sexo feminino e possuem como razão principal do seu deslocamento trabalho e estudo, até cinco dias por semana.

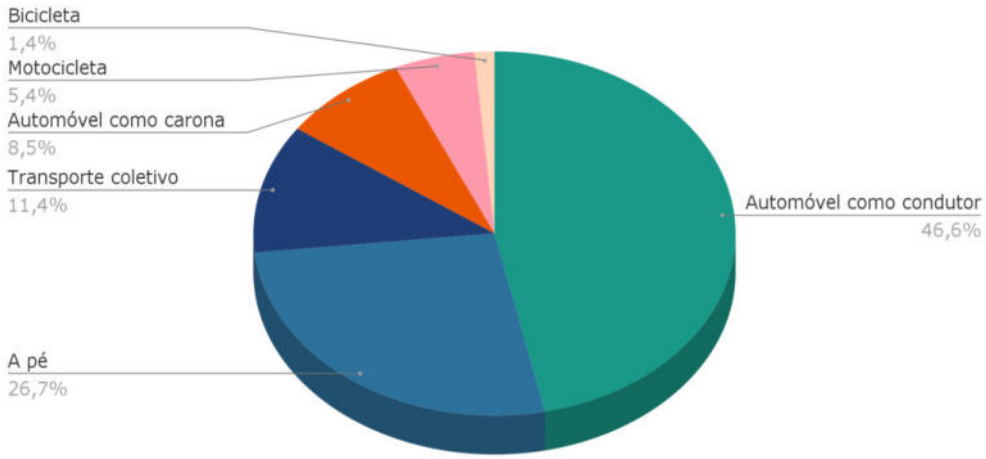


Fig. 2 Distribuição modal da amostra de respondentes

A Figura 3 apresenta os resultados das respostas sobre as questões de satisfação dos usuários do transporte coletivo (26,26% da amostra total) sobre as variáveis identificadas na revisão da literatura. Como pode-se observar na figura, a variável com maior índice de aprovação foi a de atendimento (aproximadamente 64% considera boa ou ótima) que corrobora o que foi escrito por de Oña (2021), seguida por forma de pagamento, que facilita a utilização do transporte e promove mobilidade e acessibilidade dos usuários, e a segurança pública que, é de extrema importância para a população para facilitar o acesso e promove a satisfação geral dos usuários (Atombo e Wemegah, 2021; Antunes e Simões, 2013). Porém, a população indicou grande insatisfação com a disponibilidade e confiabilidade do transporte coletivo, tendo em vista que a linha de ônibus do município leva em média 40 minutos para completar o percurso completo, o que em alguns casos pode levar a muitos usuários recorram a outros

meios de transporte. Com relação a satisfação geral, apenas 28% dos respondentes indicaram como boa ou ótima, provavelmente relacionado também à baixa satisfação com o conforto em geral e a facilidade de acesso ao sistema (Antunes e Simões, 2013; Bajčetić *et al*., 2018).

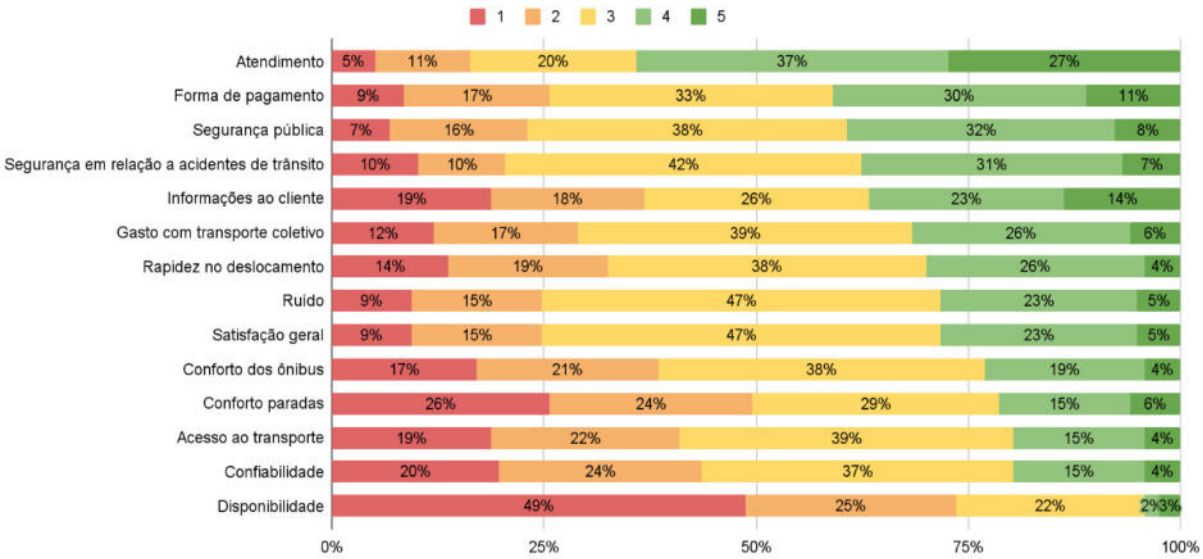


Fig. 3 Nível de satisfação dos usuários com as variáveis de mobilidade de ônibus

A aplicação da técnica de EFA mostrou-se adequada aos dados coletados, de acordo com os resultados do teste de esfericidade de Barlett (χ^2 (210) = 1070,151, p-valor < 0,01) e de KMO = 0,807 ($\geq$0,8). Assim, foram identificados quatro fatores principais que agrupam as variáveis relacionadas ao transporte público (Figura 4): "impactos ao usuário", que incluem aspectos de segurança, ruído, custos e atendimento ao usuário (Simangunsong *et al*., 2023; Zannin, 2008); "infraestrutura do serviço", abrangendo características das paradas, conforto nos veículos, acessibilidade e disponibilidade do serviço, e qualidade das informações ao cliente (Da Silva, 2000; Simangunsong *et al*., 2023); "tempo de deslocamento", que relaciona a rapidez da viagem e confiabilidade no serviço, junto à satisfação geral, o que destaca a dependência que a satisfação sobre a viagem como um todo tem com a velocidade do deslocamento e a garantia de regularidade e adequado serviço da linha de ônibus (Antunes e Simões, 2013; Bajčetić *et al.*, 2018); e "perfil do beneficiário", que considera a finalidade de uso, o pagamento e benefícios associados a ele, esta última variável com carga fatorial negativa, sendo assim tendo influência contrária às demais.

Na sequência foi conduzida a análise fatorial confirmatória (CFA), que permite verificar se as variáveis reunidas nos seus fatores tinham sentido entre si. Ainda, após a análise de correlações, foi possível constatar que apenas os três primeiros fatores eram adequados para o modelo e, portanto, foram considerados no modelo final. Os valores dos parâmetros de ajuste aproximado obtidos para o modelo fatorial resultaram satisfatórios: RMSEA (sb) = 0,067 (<0,8); CFI (sb) = 0,932 (>0,9); TLI (sb) = 0,914 (>0,9); e SRMR = 0,070 (<0,8). A Tabela 2 mostra os resultados obtidos para as cargas fatoriais das variáveis dentro de cada fator. Destacam-se a relevância das variáveis de segurança no fator "Impactos", o que indica maior importância para o usuário é se sentir seguro na utilização do transporte, mais do que outros aspectos, como o custo do bilhete (carga fatorial de "Gasto com o transporte coletivo" é a menor, e o aspecto foi avaliado como regular pelos usuários). Também chama a atenção a elevada carga fatorial da variável "Ruído", que pode estar relacionada ao desconforto indicado pelos usuários no interior dos ônibus nesse sentido, provavelmente derivado do estado dos veículos e das ruas por onde transitam.

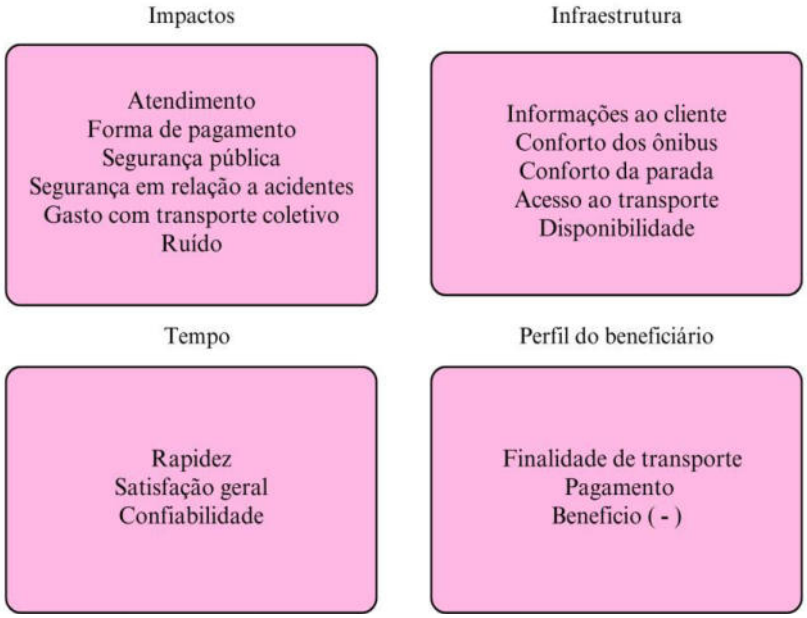


Fig. 4 Fatores identificados na EFA

Tabela 2 Resultados da CFA

Fatores	**Variáveis**	**Cargas fatoriais**		
		Não normalizada	**Erro**	**Normalizada**
Impactos	Segurança pública	1	-	0,787
	Segurança em relação a acidentes	1,113	0,110	0,857
	Ruído	0,969	0,103	0,788
	Forma de pagamento	0,818	0,146	0,590
	Gasto com transporte coletivo	0,739	0,119	0,552
	Atendimento	0,923	0,127	0,650
Infraestrutura	Acesso ao transporte	1	-	0,719
	Disponibilidade	0,744	0,106	0,583
	Conforto paradas	0,908	0,135	0,591
	Conforto dos ônibus	0,974	0,126	0,699
	Informações ao cliente	1,088	0,164	0,648
Tempo	Satisfação geral	1	-	0,799
	Rapidez	0,842	0,121	0,684
	Confiabilidade	0,834	0,109	0,664

No fator “Infraestrutura”, a variável que possui maior influência é a facilidade de acesso ao transporte (destacada anteriormente como uma das que geram maior insatisfação para os usuários, Figura 3), embora existam poucas informações e até mesmo acima da variável disponibilidade, já que os usuários conhecem a existência da única linha de ônibus. De fato, a disponibilidade apresenta um nível de satisfação baixo, sendo uma variável muito relacionada à percepção de qualidade do serviço (de Oña, 2021), pois, como mostrado por Simangunsong *et al*. (2023) e por Antunes e Simões (2013), a população espera a circulação de mais ônibus a fim de minimizar o tempo de espera na parada. Do mesmo modo, a temperatura dentro dos ônibus e a limpeza dos veículos e das paradas, relacionadas ao

conforto da viagem, possuem um nível de satisfação médio dos usuários, mas também tem grau de influência expressivo na percepção da infraestrutura

Finalmente, no fator "Tempo" percebe-se que a satisfação geral possui maior influência comparativamente à confiabilidade e rapidez, que segundo Atombo e Wemegah (2021) é um dos componentes mais significativos para os usuários, tendo em vista que está relacionado ao cumprimento de horários e redução do tempo de viagem.

Os resultados obtidos permitem formular propostas de atuação no sistema de transporte público da cidade. Assim, como possível solução para os problemas identificados, verifica-se a necessidade de investimento em mais veículos de transporte coletivo, para aumento do conforto e da disponibilidade para os usuários, assim como faz-se necessária uma otimização do trajeto da rota existente a fim de atender melhor a população, diminuindo o tempo de espera e proporcionando maior rapidez no deslocamento. Também estas medidas de aquisição de novos veículos possibilitam que sejam estudadas novas rotas para atender a uma maior parcela da população, incentivando o uso do modo.

Da mesma forma, é necessário também o investimento no conforto das paradas e da própria infraestrutura de mobilidade na cidade, agregando qualidade ao serviço e atraindo novos usuários, tendo em vista que mais de 50% da população usa regularmente o veículo motorizado individual e que os usuários do transporte coletivo mostraram baixa satisfação com as características do serviço. Assim, o investimento dos gestores públicos deve primeiro atentar-se aos usuários cativos, que dependem do ônibus para seus deslocamentos rotineiros, de modo a atender suas necessidades e aumentar sua satisfação geral, mas ao mesmo tempo facilita a fidelização dos atuais usuários e se incentiva o uso de modos de transporte mais sustentáveis por parte de outros usuários potenciais.

O investimento em transporte coletivo deve ser uma preocupação de outros municípios de pequeno porte tendo em vista a necessidade da população em acessar o centro urbano ou outras regiões das cidades é muito importante para as atividades cotidianas da população, sobretudo dos que dependem de modos de transporte públicos. Além disso, este tipo de estudos sobre as necessidades das áreas urbanas de pequeno porte ou áreas rurais mostrou-se fundamental para diagnosticar e compreender as carências existentes e verificar as alternativas para supri-las, levando em conta as especiais características destes municípios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte público é um serviço essencial para a mobilidade urbana, pois ele é um facilitador no acesso da população a diversos pontos das cidades de forma democrática, para diferentes finalidades, mas também está relacionado à qualidade de vida dos habitantes. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo estudar os aspectos que influenciam na percepção e uso do transporte coletivo no município de Palmeira das Missões, uma cidade de pequeno porte no interior do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil). Tendo como base os dados de um questionário aplicado com o intuito de buscar as características de mobilidade urbana da cidade sob a ótica dos usuários do sistema de ônibus municipal, foram aplicadas técnicas de estatística descritiva e de análise fatorial, tanto exploratória (EFA) como confirmatória (CFA) para análise das percepções do serviço e traçar um diagnóstico do sistema.

Dentre as informações obtidas, notou-se que mais da metade da população se utiliza de veículos motorizados individuais para se deslocar até suas atividades cotidianas, e que metade dos usuários de transporte público não está satisfeita com os horários e itinerários, mas 70% ainda consideram o serviço regular ou bom, destacando o conforto, segurança e atendimento oferecidos. Por meio da AFE foi viável identificar 4 elementos-chave para agrupar as variáveis, sendo eles: "impactos", contendo questões de segurança, ruído, gastos com o transporte e atendimento; "infraestrutura", captando tanto aspectos relacionados às paradas, quanto das condições do veículo, acesso ao transporte e a disponibilidade de informações; um fator de "tempo", que relaciona as percepções do usuário sobre a rapidez da viagem, a confiabilidade no horário, diretamente ligados à satisfação geral com a viagem; e por fim um fator que agrupa características do "perfil do usuário", tanto da finalidade do uso do transporte, como se possui benefícios associados ao pagamento da passagem.

Após a análise de conexão entre as variáveis agrupadas e a qualidade do modelo construído, apenas os três primeiros fatores foram considerados na CFA, o que permitiu avaliar a importância relativa das variáveis de cada fator. Desta forma, em relação aos "impactos", destaca-se a relevância da segurança contra acidentes, no fator "infraestrutura" é o acesso ao transporte e no fator "tempo" é a satisfação geral a variável que se evidencia.

A partir dos resultados obtidos e do diagnóstico realizado sobre a mobilidade da população do município, fez-se possível propor medidas de melhoria do serviço de transporte público urbano e da percepção dos usuários, incentivando o seu uso e a partir do planejamento de alternativas que atendam à população e atuem especialmente nas deficiências identificadas, para assim aumentar a satisfação dos usuários e promover uma experiência de transporte mais eficiente e agradável nesse tipo de cidades de pequeno porte. Nesse sentido, a otimização das rotas e frequências de passagem dos ônibus, assim como investimentos no conforto das paradas e dos veículos permitiriam agregar qualidade ao serviço e atrair novos usuários ao sistema, refletindo ao mesmo tempo na satisfação geral.

Para futuros trabalhos, sugerem-se novos estudos referentes à operação de horários e itinerários que se adequem à necessidade da população, a partir de dados georreferenciados específicos sobre origem/destino dos usuários. Outra sugestão a investigar seria um novo estudo quanto à mobilidade urbana de Palmeira das Missões após as melhorias serem implantadas, a fim de compreender mais a fundo os efeitos na percepção e satisfação da população, incluindo igualmente aspectos de outros modos de transporte no município.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Prefeitura Municipal de Palmeira das Missões (RS, Brasil) e dos especialistas participantes no grupo focal. Também agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), (Processos 130047/2024-4 e 310258/2021-9), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) (Processo 23/2551-0001199-9) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 23081.031933/2024-77).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes, E. M. e Simões, F. A. (2013) Engenharia urbana aplicada: um estudo sobre a qualidade do transporte público em cidades médias, **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana,** 5(480), 51. https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.se04

Atombo, C. e Wemegah, T. D. (2021) Indicators for commuter's satisfaction and usage of high occupancy public bus transport service in Ghana. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, 11. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100458

Bajčetić, S., Tica, S., Živanović, P., Milovanović, B. e Đorojević, A. (2018) Analysis of public transport users' satisfaction using quality function deployment: Belgrade case study, **Transport**, 33(3), 609–618. https://doi.org/10.3846/transport.2018.1570

Barreto, J. B. e Porto, C. H. de Q. (2016) Mobilidade urbana, acessibilidade e segurança no trânsito para população idosa em Montes Claros –MG, **Revista Cerrados**, 14(2448–2692), 230–249. www.periodicos.unimontes.br/cerrados

Bracarense, L. dos S. F. P., Machado, S. L. L., e De Oliveira, R. L. M. de O. (2023) Planejamento Orientado à Acessibilidade Urbana e sua Aplicação em Cidades de Pequeno Porte, **Urbanização Em Contexto Periférico**, 27, 139–157. https://doi.org/https://doi.org/10.48075/igepec.v27i2.31158

Brasil (2012) **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**, Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm

Cardoso, C. E. de P. (2008) Análise do Transporte Coletivo Urbano sob a Ótica dos Riscos e Carências Sociais, **Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Serviço Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil**. https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/17901/1/Carlos%20Eduardo%20de%20Paiva%20Cardoso.pdf

Carvalho, C.H.R. de e Pereira, R.H.M. (2012) Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil, **Transportes**, 20(1). doi:https://doi.org/10.4237/transportes.v20i1.464.

Darling, W., Carpenter, E., Johnson-Praino, T., Brakewood, C. e Voulgaris, C. T. (2021) Comparison of reduced-fare programs for low-income transit riders. **Transportation Research Record** Vol. 2675, Issue 7, pp. 335–349, SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.1177/03611981211017900

De Araújo, M. R. M. De, Oliveira, J. M. De e Jesus, M. S. De (2010) Transporte Público Coletivo: Discutindo Acessibilidade, Mobilidade e Qualidade de Vida, **Psicologia Social**, 23(3), 574-582. https://doi.org/10.1590/S0102-71822011000300015

De Brito, A. W. DA S. de et al. Estudo sobre as condições das paradas de ônibus na cidade de São Paulo, **Revista ENIAC Pesquisa**, v. 7, n. 1, p. 60–81, 28 jan. 2018.

De Oña, J. de. (2020) The role of involvement with public transport in the relationship between service quality, satisfaction and behavioral intentions, **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 142, 296–318. https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.11.006

De Oña, J. De. (2021) Understanding the mediator role of satisfaction in public transport: A cross-country analysis, **Transport Policy**, 100, 129–149. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.09.011

d'Ovidio, F. D., Leogrande, D., Mancarella, R., Schinzano, A., & Viola, D. (2014) A Multivariate Analysis of the Quality of Public Transport Services, **Procedia Economics and Finance**, 17, 238–247. https://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00868-5

De Palma, A., Kilani, M., e Proost, S. (2015) Discomfort in mass transit and its implication for scheduling and pricing, **Transportation Research Part B: Methodological**, 71, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.trb.2014.10.001

Fávero, L. P. L., Belfiore, P. P., Silva, F. L. da, e Chan, B. L. (2009) Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões, **Rio de Janeiro: Elsevier**.

Ferraz, A. C. "Coca" e Torres, I. G. E. (2004) **Transporte Público Urbano**, 2ª Edição Ampliada e Atualizada, Editora Rima.

Gomide, A. de Á. (2006) Mobilidade urbana, iniqüidade e políticas sociais, **IPEA: Política Econômica. Política Social. Planejamento**, 12, p. 242-250.

Hair, J., Anderson, R., Babin, B., e Black, W. (2018) Multivariate Data Analysis. (8th ed.), **Cengage Learning EMEA**, Andover, England.

IBGE (2023) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo 2022**. www.ibge.gov.br.

Law, T. H.; M. S. Daud; H. Hamid e N. A. Haron (2017) Development of safety performance index for intercity buses: An exploratory factor analysis approach, **Transport Policy,** 58, 46–5.

Lopes, A. C., Otowiz, V. G., De Barros Lopes, P. M., Lauris, J. R. P. e Santos, C. C. (2012) Prevalence of noise-induced hearing loss in drivers, **International Archives of Otorhinolaryngology**,16(4),509–514. https://doi.org/10.7162/S1809-97772012000400013

Palmeira das Missões (2024) **Lei Ordinária 6114 de 2024**. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/palmeira-das-missoes/lei-ordinaria/2024/612/6114/lei-ordinaria-n-6114-2024-aprova-o-plano-de-mobilidade-urbana-sustentavel-do-municipio-de-palmeira-das-missoes-e-da-outras-providencias.

SENATRAN (2022) Secretaria Nacional de Trânsito, **Censo 2022**. Disponível em: https://portalservicos.senatran.serpro.gov.br/#/.

Da Silva, D. M. (2000) **Sistemas Inteligentes no Transporte Público Coletivo por Ônibus**, Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em engenharia de produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Simangunsong, R. E. E., Rakhmatulloh, A. R., Dewi, D. I. K., Adrie, F. M., e Nugraheni, D. M. K. (2023) Passengers' Perceptions of the Service Quality and Operation of a Bus Rapid Transit System (Trans Semarang) in Semarang, Indonesia, **Transport Problems**, 18(1), 143–156. https://doi.org/10.20858/TP.2023.18.1.12

Zannin, P. H. T. (2008) Occupational noise in urban buses, **International Journal of Industrial Ergonomics**, 38(2), 232–237. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2006.06.014

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA A LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE PARADA E DESCANSO EM RODOVIAS

F. Martins e R. Villarroel Dávalos

RESUMO

O transporte rodoviário é o principal meio de integração e escoamento de produtos no Brasil, movimentando 61% das cargas e 90% dos passageiros. A BR-101 uma das rodovias mais importantes no país, enfrenta desafios de segurança no trânsito devido ao crescimento do tráfego. Para melhorar a segurança e o conforto dos usuários, o estudo propôs a aplicação da técnica da *p-mediana* e a MCLP para otimizar a localização de áreas de descanso para caminhoneiros. O estudo avaliou 25 postos de combustíveis, e com base em critérios de segurança viária, como sinistros de trânsito, volume de tráfego e características da via, determinou um padrão de segurança a ser atendido. A combinação desses critérios permitiu a identificação de locais ideais para essas áreas e propôs a abertura de 2 medianas para cada sentido da rodovia. O estudo ainda delineou 10 etapas para o processo de localização das áreas de descanso em rodovias.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o transporte rodoviário é o maior responsável pela integração e escoamento de produtos entre as regiões, se complementando com os modos de transportes ferroviário, aéreo e aquaviário. De maneira geral, o país é dependente do transporte rodoviário, que possui vantagens e desvantagens, como a capacidade de tráfego em qualquer rodovia, a flexibilidade para transportar diversos tipos de carga, a agilidade no transporte, e as desvantagens incluem o limite de tamanho de carga e/ou veículo, o alto custo de operação, a emissão de gases poluentes, os custos elevados de frete, além dos riscos de roubo e acidentes (Logística para todos, 2011).

Um dos principais fatores relacionados ao desenvolvimento do setor de transporte no país está ligado a um trânsito mais seguro, dado que os sinistros nas estradas geram custos sociais e econômicos. As ocorrências envolvendo caminhões trazem riscos aos usuários e motoristas devido às características e porte desse tipo de veículo. Além disso, ao longo da última década observou-se que a frota de veículos dobrou, ao passo que a extensão rodoviária cresceu cerca de 12% no mesmo período, o crescimento do tráfego não tem sido acompanhado pelo desenvolvimento de políticas de infraestrutura capazes de absorver as demandas e necessidades geradas (CNT, 2019).

Neste contexto, os pontos de parada e descansos para caminhoneiros são entendidos como instalações que se destinam aos motoristas profissionais, para que realizem paradas para descanso visando maior segurança com o repouso entre jornadas. A localização e a

proximidade entre uma área de descanso e outra são temas importantes para o planejamento de melhorias na segurança viária.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pontos de Parada e Descanso

O uso das áreas de descanso é diferente em cada país, pois aspectos como velocidade da via, geometria, classes, comportamento dos usuários, definições públicas e técnicas são específicos de cada região (Bertulienė and Juknevičiūtė-Zilinskienė, 2014). A Espanha possui a maior rede rodoviária da Europa, totalizando 15.523 km, seguida pela Alemanha com 12.993 km e a França com 11.600 km, conforme dados de 2019 do Eurostat.

As distâncias mínimas entre áreas de descanso são de 20 km e as máximas variam entre 40 a 60 km, as instalações devem oferecer estacionamento, postos de combustível, restaurantes e hotéis. Nos Estados Unidos, as distâncias variam entre os estados, um estudo de caso em Nova Jersey analisou a distribuição recomendando as distâncias de 15 e 20 km em trechos com alto volume de tráfego e 50 a 60 km quando incluírem serviços extras (Higgins, Chiu and Bai, 2015).

Na Noruega, a Agência Nacional de Administração de vias públicas recomenda a instalação a cada 45 km em rodovias ou a cada 15 km se forem instalações menores (Elvik *et al.*, 2015). Na França, o documento "Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison", (Ictaal, 2000) diferencia áreas de descanso e serviços com base na presença de postos de combustível. A distância mínima é de 30 km e 60 km entre áreas de serviço. No Japão, existe uma distinção entre áreas de serviço (SA's), e áreas de estacionamento (PA's). As SA's estão localizadas a cada 50 km, com banheiros, restaurantes e postos de combustível, e as PA's são encontradas a cada 15 km, oferecendo banheiros e máquinas de vendas automatizadas (Seya *et al.*, 2020).

No Brasil, a Lei nº 13.103/2015 (Brasil, 2015) estabelece as normas para o tempo de descanso obrigatório dos motoristas profissionais, enquanto a Portaria nº 387, de 2024 (Diário Oficial da União, 2024), define a Política Nacional para a implementação de Pontos de Parada e Descanso (PPDs) em rodovias federais. Essa política estabelece a distância máxima de 400 km e recomenda a consideração de dados de tráfego e segurança viária nos estudos. Atualmente, há 103 instalações certificadas pelo governo, incluindo postos de combustíveis e restaurantes. As concessões privatizadas têm até o ano de 2025 para implementar PPDs, tendo sido inauguradas recentemente dois PPDs na rodovia SP-255 e na BR-101 em Santa Catarina.

2.2 Segurança Viária

Segundo Aashto (2010) acidentes de trânsito são eventos raros e aleatórios, causados por falhas humanas, veiculares e ambientais. Fatores humanos incluem drogas, cansaço, conduta perigosa e distração. Fatores veiculares abrangem a falta de manutenção e dispositivos de segurança.

Fatores ambientais englobam conservação da estrada, sinalização e condições climáticas adversas. Sabe-se que todo acidente está de alguma forma, relacionado ao comportamento do usuário envolvido, mas não necessariamente a sua severidade, quase sempre é possível

apontar erros específicos ou escolhas infelizes, feitas normalmente nas frações de segundo que antecedem um acidente (Grime, 1987; Nordquist, 1988). Para determinar o índice de acidentalidade, foi utilizada a metodologia de Unidade Padrão de Severidade (UPS) recomendada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), o índice de UPS é obtido utilizando a Equação (1).

$$T = \frac{UPS \times 10^6}{P \times V} \quad (1)$$

Onde: T = sinistros em UPS por milhões de veículos; UPS = unidade padrão de severidade; P= período do estudo (365); V= volume de tráfego. Para avaliar trechos que não são similares em tempo e extensão, pode-se utilizar a Equação (2):

$$R = \frac{N\ de\ UPS \times 10^6}{VDM\ X\ P\ X\ E} \quad (2)$$

Onde: R= Taxa de severidade de sinistros no trânsito; VDM= Volume diário médio de veículos passando pelo trecho; P= Período de estudo (365 dias); E= Extensão do trecho (em km);

As condições geométricas das rodovias são importantes para a operação do tráfego de veículos de carga, considerando seu tamanho e peso, isso inclui aspectos como aclives acentuados, interseções e curvas verticais. As medidas operacionais dos veículos, como volume médio diário, velocidade e headway também são relevantes para as condições de tráfego. Segundo a CNT (2017), para a avaliação da ocorrência de acidentes devem ser consideradas as características geométricas da via, como tipo de pista, faixas adicionais, pontes, viadutos, curvas perigosas e acostamento.

A sinalização viária compreende elementos horizontais como demarcações de linhas, faixas, símbolos, sinalização verticais e dispositivos auxiliares que em conjunto, têm as funções de regulamentação, advertência e orientação dos seus usuários. A premissa básica para o bom desempenho da sinalização é de que as mensagens sejam transmitidas de modo que os usuários compreendam o seu significado com distância ou tempo suficiente para orientar as ações exigidas dele no sistema viário, sendo efetiva para a tomada de decisão do motorista (Fuji, 2017).

A iluminação também é uma variável importante, uma vez que em situações climáticas adversas como chuva e neblina, a visibilidade do motorista é afetada. A iluminação aérea ou suspensa sobre uma via melhora a visibilidade das demarcações do pavimento, auxiliando a tomada de decisão.

A análise da estrutura do pavimento é indispensável. É comum encontrar problemas na estrutura de pavimento gerado por falhas no seu dimensionamento, qualidade dos materiais ou falhas construtivas, a condição da superfície com buracos ou ondulações causam instabilidades nos veículos ocasionando perda da estabilidade e aumento das ocorrências de sinistros de trânsito. Conforme a CNT (2022), um bom pavimento deve suportar os efeitos do clima, permitir um deslocamento suave e não causar desgaste excessivo dos pneus ou nível alto de ruídos, deve ainda, resistir ao fluxo de veículos, realizar o escoamento da água na superfície e ter boa resistência a derrapagens.

2.3 Problemas de Localização

Os problemas de localização de facilidades consistem em selecionar os locais mais adequados dentre um conjunto de opções, buscando oferecer um padrão de serviço. Em transportes, a Pesquisa Operacional acrescenta importantes contribuições que auxiliam na definição da localização, entre as ferramentas e métodos disponíveis a programação linear trata do problema de alocar recursos escassos que competem entre si, representados por modelos de expressões lineares, que consistem em encontrar os valores das variáveis de decisão, de modo que maximizem ou minimizem a devida função, respeitando um sistema de igualdades ou desigualdades, com as restrições do modelo, que determinam um conjunto de soluções viáveis, sendo a melhor solução conhecida como solução ótima (Gomes and Gomes, 2019).

O modelo mais conhecido é o modelo da *p-mediana*, o qual tem objetivo o de determinar os locais para *p facilidades* (chamadas de medianas) em uma rede com *n* nós, de forma a minimizar a soma das distâncias entre cada nó de demanda e sua mediana mais próxima.

O Problema de Localização de Máxima Cobertura (MCLP), busca localizar um número limitado de facilidades para cobrir o máximo de pontos de demanda, mas não necessariamente todos os pontos. Church e ReVelle (1974), apresentam em seu estudo uma abordagem que não determina que todas as demandas estejam cobertas, mas procura maximizar a cobertura total, desta forma, o problema de localização de máxima cobertura tem o objetivo de maximizar a demanda coberta dentro de um padrão de serviço, dado um número de recursos. Em conjunto com modelos de otimização complexos, devido a quantidade de dados envolvidos, o uso de recursos computacionais se torna imprescindível (Gomes and Gomes, 2019).

2.4 Método AHP

Segundo (Ramos, 2000), não há um método consensual para definir pesos, mas várias abordagens são encontradas na literatura, uma das mais conhecidas é o Analytic Hierarchy Process (AHP), esse método envolve a comparação par a par dos critérios em uma matriz quadrada, onde os valores representam a importância relativa entre os critérios, sendo baseada numa matriz quadrada *n x n*, onde as linhas e colunas correspondem aos *n* critérios analisados para o problema em questão.

Assim, o valor a *ij* representa a importância relativa do critério da linha *i* face ao critério da coluna *j*. Como esta matriz é recíproca, apenas a metade triangular inferior necessita ser avaliada, já que a outra metade deriva desta e a diagonal principal assume valores iguais a 1. A principal ideia é decompor o problema em uma estrutura hierárquica de critérios e alternativas, facilitando a compreensão e a análise do problema.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Pesquisadores têm se dedicado a elaborar metodologias a fim de identificar trechos prioritários que devem receber os PPD, como abordou Santos (2016). É imprescindível que as áreas de descanso e serviço estejam distribuídas de forma adequada ao longo da malha rodoviária, uma série de PPDs com boas instalações não se tornam eficientes se não estiverem alocadas atendendo as necessidades dos usuários.

Dentro desse contexto, a proposta da pesquisa foi utilizar técnicas para otimizar a localização das instalações, considerando dados que envolvam critérios de segurança viária em rodovias, propondo um procedimento metodológico. A Figura 1 apresenta o fluxograma com as 10 etapas para o processo de localização das áreas de descanso:

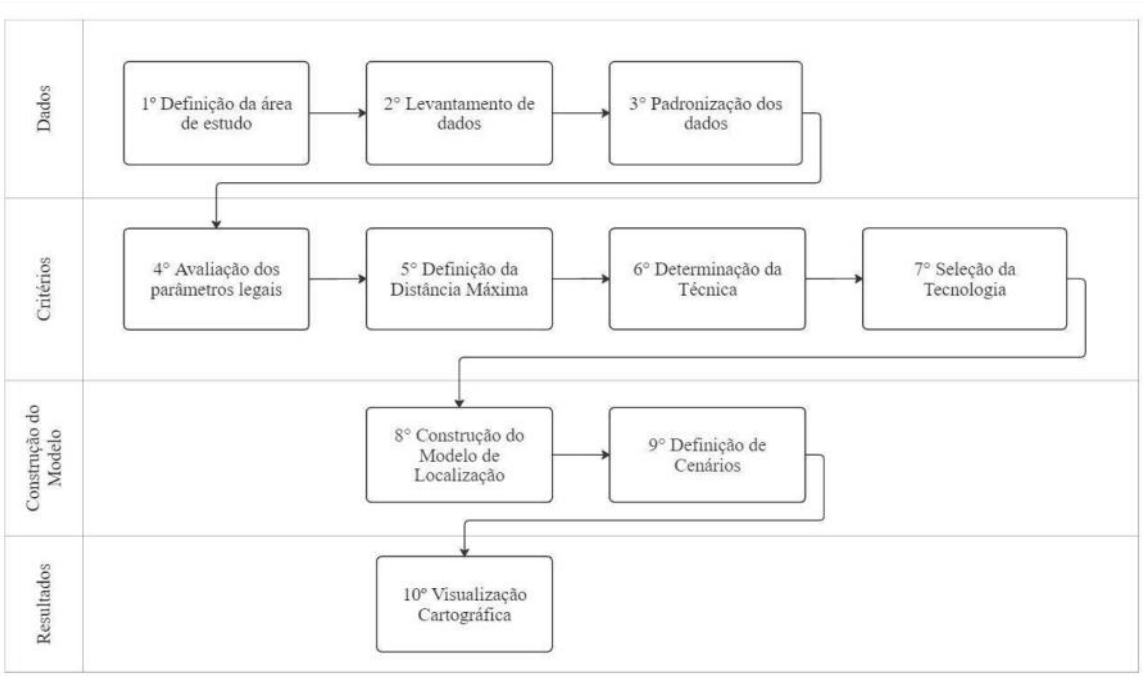


Fig. 1 Fluxograma Procedimento Metodológico

As dez etapas constituíram o procedimento metodológico para a localização das áreas de descanso em rodovias, sendo a 1ª etapa: definir a malha viária a ser utilizada, ou seja, o recorte proposto.

A 2ª etapa: o levantamento de dados, que pode ser dividido em três fases: 1) dados associados à pesquisa, seja custo de transporte, densidade demográfica, sinistros de trânsito, volumes de tráfego, características da rodovia, entre outros; 2) avaliação das instalações existentes que se enquadram como PPDs, como postos de combustíveis, estacionamentos, hotéis entre outros; 3) a definição dos parâmetros de segurança viária, como sinistros de trânsito, condições do pavimento, sinalização viária, iluminação, extensão das tangentes e trechos com curvas sinuosas, características físicas e operacionais.

A 3ª etapa: é a normalização dos dados, ou seja, transformá-los em uma unidade unificada de pontuação.

Na 4ª etapa: deve-se verificar a legislação vigente que rege a jornada de trabalho dos motoristas profissionais, observando o tempo máximo de direção para longas viagens e o tempo mínimo para intervalos.

A 5ª etapa: consiste na definição da distância mínima e máxima entre uma instalação e outra, buscando na literatura ou em legislações.

A 6ª etapa: é a determinação da técnica, a escolha do modelo matemático que será utilizado para analisar os dados.

A 7ª etapa: consiste em definir por qual software ou ferramenta será realizada a construção do modelo, nesta fase deve-se considerar que em grandes conjuntos de dados o uso de recursos computacionais é indispensável.

A 8ª etapa: é a construção do modelo, devem ser definidas as variáveis de decisão e as restrições, determinando um conjunto de soluções viáveis.

A 9ª etapa: é a definição de cenários para execução do modelo. Estes cenários devem considerar situações diferentes do conjunto de dados, a fim de solucionar diferentes situações para a solução ótima. E por fim, a 10ª etapa consiste em através de recursos em SIG, obter dados da localização das instalações como suas coordenadas geográficas e a partir deles, representar os resultados obtidos nos cenários em visualizações cartográficas.

3.1 Estudo de Caso

A BR-101 é uma rodovia importante que percorre o sul do Brasil, com 4.080 quilômetros de extensão entre os estados do Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul (BRASIL, 1964). No estado de Santa Catarina, seus 465,9 quilômetros facilitam o acesso à faixa litorânea, impulsionando atividades comerciais, industriais e turísticas, bem como o transporte de cargas pelos portos marítimos (Nunes, 2008). A BR-101 exerce uma importante conexão entre estados brasileiros e faz parte do corredor Mercosul, no entanto, o rápido aumento do tráfego resultou em altas taxas de acidentes, classificando-a como a segunda rodovia com mais acidentes envolvendo caminhões a cada 100 km (CNT, 2018).

Para este estudo foi selecionado um trecho de 240,600 quilômetros da BR-101/SC, tendo sido levantados dados de segurança viária como taxa de severidade de sinistros de trânsito, volume de tráfego, nível de serviço (capacidade), geometria da via, iluminação, qualidade do pavimento e da sinalização, tipo de urbanização e características físicas e operacionais das rodovias e postos de combustíveis existentes, conforme apresentado nos itens a seguir.

3.2 Segmentos Homogêneos

A avaliação por quilômetro foi descartada devido à quantidade extensa de dados e à dificuldade em normalizá-los. Em vez disso, a avaliação baseou-se em segmentos homogêneos, definidos pelas características físicas da rodovia que afetam o desempenho do tráfego, como classe da rodovia, quantidade e dimensão das faixas de tráfego, velocidade diretriz, perfil longitudinal e tipo de ocupação lindeira, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Segmentos Homogêneos

SH sentido norte e sul	km inicial	km final
101SH1	0	6
101SH2	6	41,2
101SH3	41,2	57,4
101SH4	57,4	111,3
101SH5	111,3	137,4
101SH6	137,4	144,1
101SH7	144,1	155
101SH8	155	193
101SH9	193	203,6
101SH10	203,6	205
101SH11	205	208
101SH12	208	212
101SH13	212	213,7
101SH14	213,7	215,5
101SH15	215,5	220,9
101SH16	220,9	244,6

3.3 Possíveis Pontos de Parada e Descanso na BR-101/SC

Para identificar potenciais PPDs ao longo da rodovia, foi realizada análise espacial através da ferramenta Google Earth, considerando os postos de combustível existentes próximos à rodovia. Foram analisadas as áreas de cada instalação e aplicados filtros considerando áreas iguais ou superiores a 15.000m², esse processo resultou na seleção de 25 postos de combustíveis.

3.4 Matriz de Distância

Após a definição do trecho em estudo (rodovia BR-101 entre o km 0 ao 244,600) foi elaborada a matriz de distância, entre o ponto médio de cada segmento homogêneo e os postos de combustíveis separados por sentido de tráfego, ou seja, norte e sul.

3.5 Pesos Associados

Para padronizar os dados coletados, pesos foram atribuídos a cada critério que compõe o modelo. Os pesos foram definidos através de uma pesquisa entre profissionais da área de transportes. Os critérios incluíram taxa de severidade de acidentes, volume de tráfego, nível de serviço, geometria da via, iluminação, qualidade do pavimento, sinalização, tipo de urbanização e presença de serviços auxiliares, conforme seu grau de importância na segurança viária. Utilizando o método AHP, a partir da Equação (3) foram definidos os pesos associados aos PPDs.

$$Ps = (0{,}30 \times FT) + (0{,}20 \times NS) + (\,0{,}30\, \times CG) + \,(0{,}20 \times CF) \qquad (3)$$

Os critérios levantados foram classificados em quatro grupos, sendo chamados de riscos associados, onde: *Ps*= Valor do peso associado; *FT*= Fluidez do tráfego; *NS*= Capacidade da Rodovia; *CG*= Características geométricas da rodovia; CF= Características físicas e

operacionais. A Tabela 2 apresenta os valores obtidos em cada grupo de risco, e o peso associado para o sentido norte a rodovia:

Tabela 2 Pesos Associados Sentido Norte

SH sentido norte	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Ps
101SH1	31,65	1,10	4,20	6,20	12,22
101SH2	28,84	1,10	4,10	6,40	11,38
101SH3	17,43	1,10	4,10	6,30	7,94
101SH4	24,97	1,10	4,10	6,30	10,20
101SH5	20,63	1,10	4,10	6,40	8,92
101SH6	22,04	1,10	4,10	6,30	9,32
101SH7	17,92	1,10	4,10	6,10	8,05
101SH8	22,63	1,00	4,20	6,40	9,53
101SH9	16,41	1,10	4,10	6,20	7,61
101SH10	16,86	1,10	4,00	6,20	7,72
101SH11	13,90	1,10	4,00	6,10	6,81
101SH12	17,27	1,10	4,10	6,10	7,85
101SH13	21,31	1,10	4,10	6,20	9,08
101SH14	15,97	1,10	4,10	6,20	7,48
101SH15	28,83	1,10	4,20	6,10	11,35
101SH16	38,00	1,00	4,00	6,20	14,04

A Tabela 3 apresenta os valores obtidos em cada grupo de risco, e o peso associado para o sentido sul da rodovia.

Tabela 3 Pesos Associados Sentido Sul

SH sentido sul	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Ps
101SH1	32,84	1,10	4,20	6,30	12,59
101SH2	29,89	1,10	4,00	6,30	11,65
101SH3	22,13	1,10	4,00	6,20	9,30
101SH4	25,53	1,10	4,10	6,40	10,39
101SH5	20,12	1,10	4,10	6,30	8,75
101SH6	19,40	1,10	4,10	6,20	8,51
101SH7	17,79	1,00	4,10	6,20	8,01
101SH8	23,20	1,10	4,20	6,30	9,70
101SH9	17,22	1,10	4,10	6,20	7,86
101SH10	15,01	1,10	4,00	6,20	7,16
101SH11	14,57	1,10	4,00	6,10	7,01
101SH12	14,65	1,10	4,10	6,20	7,09
101SH13	17,95	1,00	4,10	6,20	8,05
101SH14	15,07	1,10	4,10	6,20	7,21
101SH15	25,60	1,10	4,20	6,20	10,40
101SH16	39,10	1,00	4,00	6,20	14,37

3.6 Modelagem

Um único cenário foi formulado e resolvido utilizando o OpenSolver no Excel. Esse cenário envolve a determinação da localização de dois PPDs para cada sentido da rodovia, resultado na abertura de quatro medianas, considerando os pesos associados indicados nas Tabelas 2 e 3. Neste cenário foi assumido que cada posto poderia ter múltiplas demandas, devido à natureza do problema de transporte na corrente de tráfego.

3.7 Modelo *p-mediana*

Primeiramente foi utilizado o modelo da *p-mediana* conforme Equações a seguir:

Minimizar:

$$z = \sum_i \sum_j w_i \, d_{ij} \, x_{ij} \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_j x_{jj} = p \quad (6)$$

$$x_{ij} \leq xjj \quad (7)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (8)$$

Onde: *i*= representa os postos de combustíveis; *j*= representa os segmentos homogêneos; *xij*= representa os postos de combustíveis *i* que atende os segmentos homogêneos *j*; *wi*= representa o peso associado; *dij*= é a distância entre os postos de combustíveis *i* e os segmentos homogêneos *j*; e *p*= é o número de pontos de facilidades que serão instaladas;

3.8 Modelo Máxima Cobertura

Com os resultados obtidos na *p-mediana* foram aplicados o MCLP, adaptando as restrições à realidade do problema estudado, utilizando a seguinte formulação matemática:

Maximizar:

$$z = \sum_{i \in I} a_i y_i \quad (9)$$

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq y_{i,} \forall \, i \in I \quad (10)$$

$$\sum_{j \in J} x_i \leq P \quad (11)$$

$$x_j \in \{0,1\} \forall \, j \in J, e \quad (12)$$

$$y_j \in \{0,1\}, \forall \, i \in I \quad (13)$$

Onde: *ai*= é o valor da cobertura do ponto de demanda *i*, para *i*= 1, 2, ..., m; *yi*= 1, se o ponto de demanda i está coberto, 0 caso contrário; *xj*= 1, se o ponto da demanda *j* está ocupado, 0 caso contrário; *j*= é o conjunto de pontos de facilidades candidatos; *i*= é o conjunto de pontos de demanda; *p*= é o número máximo de pontos de facilidade que podem ser ocupados simultaneamente;

3.9 Resultados

Com a técnica da *p-mediana* os resultados encontrados no sentido norte foram de 173,7 km entre PPDs, enquanto ao otimizar os resultados com o MCLP, se obteve a distância de 11,1 km. A Tabela 4 apresenta o comparativo entre as técnicas:

Tabela 4 Comparativo resultados *p-mediana* x MCLP Sentido Norte

Técnica	*p-mediana*	Distância	MCLP	Distância
Posto	P02 - km 24,8	173,7km	P22 – km 110,0	11,1 km
Posto	P51 - km 198,5		P26 – km 121,1	

Para o sentido sul, a distância encontrada utilizando a *p-mediana* foi de 177 km, enquanto ao otimizar os resultados com o MCLP, se obteve a distância de 155 km. A Tabela 5 apresenta o comparativo entre as técnicas:

Tabela 5 Comparativo resultados *p-mediana* x MCLP Sentido Sul

Técnica	*p-mediana*	Distância	MCLP	Distância
Posto	P08 - km 46	177	P15 - km 83	155
Posto	P61 - km 223		P64 - km 238	

Na Figura 2 é possível visualizar os resultados em representações cartográficas:

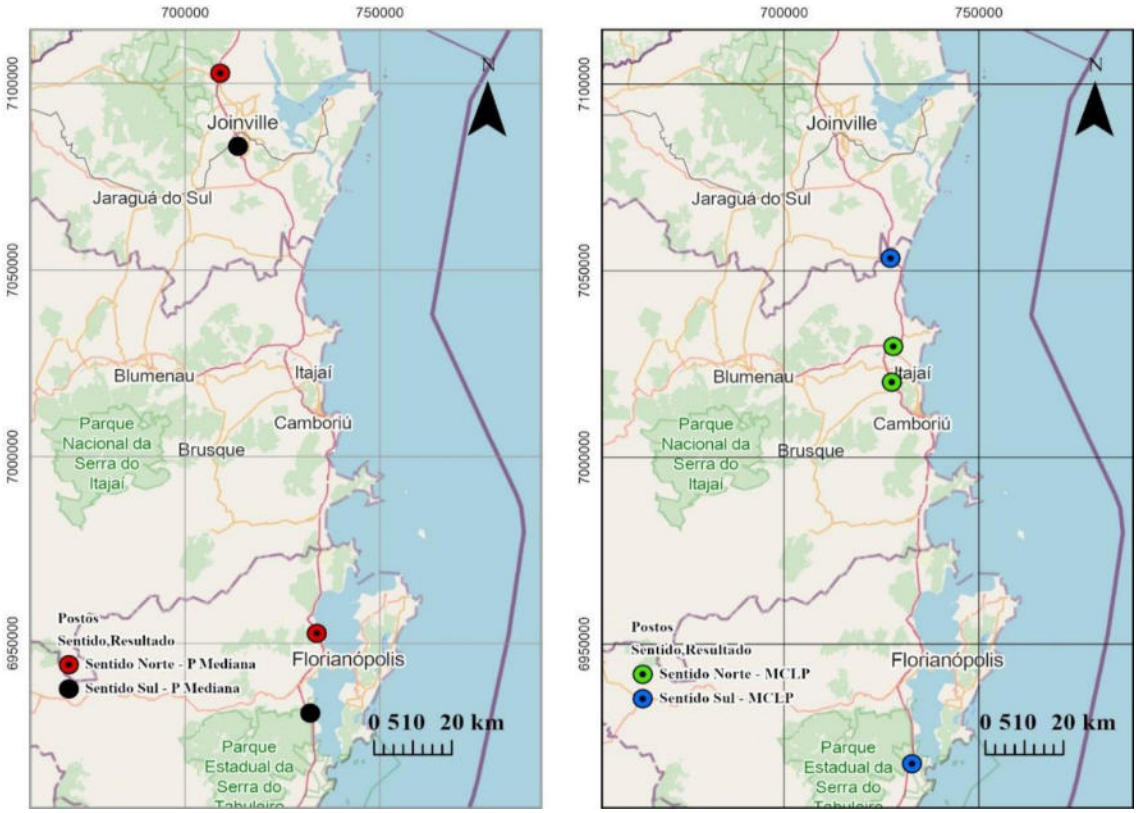


Fig. 2 Resultados *p-mediana* e MCLP sentido norte e sul

3.10 Conclusão e Recomendação para trabalhos futuros

O estudo abordou dois problemas de otimização de localização: o da *p-mediana* e o de Máxima Cobertura (MCLP), ambos envolvendo decisões de alocação de recursos. Enquanto as medianas visam minimizar distâncias para atender demandas, o MCLP busca maximizar a abrangência. Os resultados mostraram que o modelo da *p-mediana* foi consistente ao fornecer uma formulação baseada em critérios de segurança viária, atingindo o número mínimo de pontos de facilidades definido.

Por outro lado, o MCLP otimizou a cobertura da demanda, concentrando instalações no centro do eixo da rodovia. O uso do Power BI facilitou a visualização dos cenários, integrando dados geoespaciais sem programação extensiva, embora possa ser integrado com o ArcGIS ou *Python*. O estudo delineou dez etapas para a localização de áreas de descanso em rodovias, normalizando dados qualitativos e quantitativos para avaliação com o método AHP.

Essas etapas proporcionam um método abrangente para a localização de áreas de descanso, com foco na segurança viária e na otimização do transporte rodoviário, contribuindo para melhorar as condições de trabalho dos motoristas e reduzir custos associados a sinistros de trânsito. Sugere-se abordar futuras pesquisas com o problema de MCLP utilizando software ou bibliotecas de otimização em *Python* e avaliar a redução de gases de efeito estufa gerados por veículos pesados parados durante o horário de pico antes e depois da implementação das áreas de descanso.

4 REFERÊNCIAS

Aashto. **Highway Safety Manual**. [S.l.: s.n.], 2010. Aitken,

Bertulienė, L. and Juknevičiūtė-Žilinskienė, L. (2014) **Roadside infrastructure and rest areas concepts in Lithuania, 9th International Conference on Environmental Engineering,** ICEE, Lituânia, 22-23 May 2014. doi: 10.3846/enviro.2014.145.

BRASIL. **Lei 13103 (2015).** Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13103.htm (Accessed: 17 May 2024).

BRASIL. **Lei 4592 (1964).** Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l4592.htm (Accessed: 17 May 2024).

Church, R., ReVelle, C. O problema de localização de cobertura máxima. **Artigos da Associação Científica Regional**. 32 , 101–118 (1974). https://doi.org/10.1007/BF01942293

CNT, Confederação Nacional do Transporte. (2017). **Pesquisa CNT de Rodovias.** Available at: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/ (Accessed: 15 January 2023).

CNT, Confederação Nacional do Transporte. (2018). **Pesquisa CNT de Rodovias.** Available at: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/ (Accessed: 18 May 2023).

CNT, Confederação Nacional do Transporte. (2019). **Pesquisa CNT de Rodovias.** Available at: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/ (Accessed: 15 Dez 2024).

CNT, Confederação Nacional do Transporte. (2022). **Pesquisa CNT de Rodovias.** Available at: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/ (Accessed: 10 May 2024).

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006). **Manual de estudos de tráfego**. (IPR. Publ., 723) 384 p. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Diário Oficial da União. **Portaria nº 387 de 17 de abril de 2024.** Available at: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=188&data=19/04/2024 (Accessed: 17 May 2024).

Elvik, R. Alena H. T. V. Michael S. (2015). **O manual de medidas de segurança viária. Edição ampliada e revisada**. Fundación Mapfre.

Fuji, W. Y. (2017). Avaliação do desempenho dos elementos de sinalização viária em rodovias. **Tese Doutorado**, p. 1–169.

Gomes, A. F. Luis. Gomes. F. Carlos. (2019). Princípios e Métodos para Tomada de Decisão Enfoque Multicritério. **Livro 6ª Edição,** p. 1-360. SP: Atlas, 08 de maio de 2019.

GRIME, G. **Handbook of road safety research**. Butterworth, London,1987.

Higgins, C., Chiu, Y. and Bai, Y. (2015) **Methodological Framework Development for Evaluating Highway Truck Parking Location and Capacity Expansion,** p. 83.

Ictaal (2000). **Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison**, p. 60.

Logística para todos (2011). **Os 05 (cinco) modais de transporte.** Available at:https://logisticaparatodos-com-b.webnode.com.br/ (Accessed: 25 January 2023).

Nordquist, S. (1988). **Road safety technology.** STU Information no 667-1988. Stockholm, Styrelsen för teknisk utveckling (STU).

Nunes, I. T. (2008). A BR-101 e a Migração para o Litoral em Santa Catarina, **Monografia.** Universidade Federal de Santa Catarina, p. 80.

Ramos, R. A. R. (2000). **Localização Industrial: Um Modelo Espacial Para o Noroeste De Portugal Um Modelo Espacial Para o Noroeste De Portugal**, UMinho, p. 245. July 2000.

Santos, A. V. dos (2016). Método para alocação de áreas de descanso para transporte de carga em redes rodoviária. **Tese Doutorado**. Universidade Federal de Santa Catarina, p. 222.

Seya, H. et al. (2020). **Decisions on truck parking place and time on expressways: an analysis using digital tachograph data**, Transportation, 47(2), pp. 555–583. doi: 10.1007/s11116-018-9899-y.

POLÍTICAS DE INCENTIVO AOS MODOS ATIVOS EM PLANOS DE MOBILIDADE NO BRASIL E EM PORTUGAL

R. C. A. Glauser, M. L. Oliveira, J. P. Lima

RESUMO

O Plano de Mobilidade Urbana é crucial para promover planejamento urbano sustentável, inclusão e qualidade de vida a população. Este estudo compara as políticas de incentivo aos transportes ativos em Planos de Mobilidade no Brasil e em Portugal. Foram realizadas revisão bibliográfica e análise documental, e estabelecidos critérios de avaliação. Ao todo 16 Planos de Mobilidade foram avaliados, destacando políticas comuns relacionadas a infraestrutura, educação e restrição a veículos motorizados, além de integração e incentivo ao transporte coletivo. Políticas relacionadas ao uso do solo, incentivos financeiros/fiscais e compartilhamento de bicicletas foram menos empregadas. Os planos portugueses tendem a propostas detalhadas e coordenadas, enquanto os brasileiros variam nesse aspecto, embora ambos incluam participação social. Este estudo forneceu uma maior compreensão das estratégias de transportes ativos e *insights* para políticas públicas baseadas em evidências.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento urbano, que considera diversos aspectos econômicos, ambientais e sociais, visa criar espaços urbanos mais sustentáveis e inclusivos. O Plano de Mobilidade Urbana (PMU) é uma ferramenta importante para promover o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável. Os planos setoriais, como o de mobilidade, desempenham um papel crucial na gestão pública, visando orientar o desenvolvimento integrado das áreas correspondentes para uma gestão mais eficaz e humana (PCS, 2020; BRASIL, 2015). O principal objetivo de um PMU é diminuir os deslocamentos realizados por veículos motorizados e seus impactos, assegurando a sustentabilidade nos trajetos de pessoas e cargas e a qualidade de vida com o uso de modos de transporte sustentáveis, como os modos coletivos e não motorizados (PCS, 2020; BRASIL, 2015; EU COMM, 2013; IMTT, 2012). O deslocamento a pé ou de bicicleta permite uma maior interação com o ambiente urbano, ajuda a reduzir as emissões de poluentes e oferece alternativas de locomoção mais acessíveis (custos) para os usuários (Maltese *et al.*, 2021, Biggar, 2020, Winters *et al.*, 2017, WRI Brasil, 2017; Brasil, 2015; IMTT, 2011).

As políticas de transporte devem dar prioridade a projetos que visem tornar as comunidades mais seguras e convidativas para o deslocamento a pé e de bicicleta. Estas políticas podem abranger investimentos em melhorias na infraestrutura, estabelecimento de zonas de uso misto do solo, controle do crescimento urbano, e restrições ou proibições à construção de mais infraestrutura para automóveis (Biggar, 2020).

Contudo, estudos que promovam práticas sustentáveis na mobilidade, como o uso de modos ativos de transporte, são importantes e podem auxiliar na tomada de decisões, especialmente da gestão pública. Porém, a adaptação das políticas de mobilidade a diferentes contextos é crucial e, a observação de práticas internacionais também podem enriquecer o conhecimento, dada a diversidade de soluções existentes globalmente.

Diante deste contexto, este estudo tem como objetivo analisar e comparar as políticas de incentivo aos transportes ativos presentes nos Planos de Mobilidade Urbana no Brasil e em Portugal. Por meio de uma revisão da literatura, da análise da legislação vigente e da avaliação dos planos em cada país, busca-se identificar boas práticas, desafios e oportunidades para a promoção de modos de transporte mais sustentáveis e acessíveis. Pode contribuir ainda, para o desenvolvimento de políticas mais eficazes e alinhadas com as necessidades das cidades contemporâneas, identificando lições aprendidas e possíveis caminhos para uma mobilidade urbana mais sustentável e inclusiva.

2 LEGISLAÇÃO E AS POLÍTICAS DE INCENTIVO AOS TRANSPORTES ATIVOS

De acordo com as diretrizes da União Europeia, os Planos de Mobilidade Urbana (PMUs) devem incluir princípios como: a cooperação entre diferentes níveis de governo; a participação de cidadãos e agentes sociais; a consideração do desempenho presente e futuro; a definição de uma visão de longo prazo; um plano de implementação claro; o desenvolvimento integrado dos modos de transporte; definição de monitoramento e avaliação; e, garantia de qualidade. Adaptar essas diretrizes às realidades urbanas específicas é essencial para avançar em direção a cidades mais sustentáveis (Rupprecht Consult, 2019).

O Guia para Desenvolvimento e Implementação de Planos de Mobilidade Urbana Sustentável (Rupprecht Consult, 2019) também apresenta quatro fases para o planejamento da mobilidade urbana sustentável, sendo elas: a preparação e análise; a elaboração de estratégia para objetivos de mobilidade e cenários futuros; o planejamento das ações; e, a implementação e monitoramento, sendo crucial aperfeiçoar os planos ao longo do tempo. Essas etapas devem ser adaptadas às especificidades de cada área urbana, mantendo-se as ambições elevadas, mas considerando os diferentes tamanhos de cidades, foco das políticas, e condições locais como topografia, clima, e preferências dos usuários.

Em relação a promoção de modos ativos, o documento da Comissão Europeia sobre Planos de Transporte Urbano Sustentáveis recomenda várias ações, como: estabelecer metas mais elevadas para esses modos; reforçar a prioridade para pedestres e ciclistas; gerenciar cruzamentos de forma eficiente; integrar deslocamentos a pé, de bicicleta e por transporte público; implementar zonas de baixa velocidade; melhorar conexões e densidade das redes ativas; monitorar e melhorar segurança e conforto; e, aumentar a sensibilização e educação dos usuários (Rupprecht Consult, 2019). Segundo a Lei de Bases do Clima (lei nº98/2021), a elaboração de planos de mobilidade urbana sustentável em Portugal é obrigatória para várias entidades, incluindo municípios, Comunidades Intermunicipais, Áreas Metropolitanas e Núcleos Urbanos Funcionais (IMT, c2024).

No Brasil, a Lei Federal nº. 12.587/12, estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). Essa política se fundamenta em princípios como o desenvolvimento sustentável das cidades, a igualdade de acesso dos cidadãos ao transporte coletivo e a utilização adequada do espaço público para deslocamento. Dentre suas diretrizes fundamentais estão a

priorização dos modos de transporte ativos em relação aos motorizados e a preferência pelos serviços de transporte coletivo em detrimento do transporte individual. Além disso, reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos urbanos e fomentar o avanço tecnológico e a utilização de fontes de energia renovável e menos poluentes. A legislação estipula o PMU como o instrumento para concretizar os princípios, diretrizes e objetivos da política. Sua elaboração é obrigatória para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes e para os que necessitam de Planos Diretores (Brasil, 2012; Brasil, 2015).

É papel dos responsáveis pela elaboração do PNM de cada localidade conceber o estudo considerando as adaptações necessárias a atender a realidade local. A criação do PMU deve ser formalizada por meio de legislação municipal. Esse ato de institucionalização possibilita que o plano vá além dos ciclos políticos, transformando-se em um planejamento contínuo, vinculado ao estado e ativamente a sociedade civil e não somente aos governos vigentes (WRI Brasil, 2017). O guia Sete Passos - Como Construir um Plano de Mobilidade Urbana traz em seu conteúdo uma metodologia adaptada a realidade brasileira, cujo objetivo é orientar profissionais e qualificar o processo de elaboração dos PMUs no Brasil (WRI Brasil, 2017). A visão integrada e sustentável da mobilidade urbana deve ser formalizada no PMU por meio de um conjunto de objetivos específicos, de curto, médio e longo prazos, com base no contexto e nas especificidades de cada município. Os objetivos, devem ser traduzidos em ações estratégicas e projetos, acompanhados do estabelecimento de metas.

As políticas de incentivo aos transportes ativos podem adotar medidas diretas *"hard measures"* ou indiretas *"soft measures"*. Ou seja, nos aspectos físicos que influenciam o uso de transportes ativos, como infraestrutura e uso do solo ou medidas mais subjetivas, que motivam as pessoas a caminhar ou andar de bicicleta, como as restrições ao uso de veículos privados, programas de incentivo, educação e conscientização (Krizek *et al.*, 2009, Buehler e Pucher, 2023; Psara *et al.*, 2023). Em relação as bicicletas, para o uso ser uma opção prática no dia a dia, é crucial fornecer estacionamentos seguros em todos os destinos e a possibilidade de guardá-las em locais privados durante a noite ou períodos prolongados (ITDP, 2017).

Em termos de infraestrutura, a presença de calçadas e ciclovias seguras e contínuas é fundamental para aumentar a adesão aos modos ativos. É notável que áreas com alto volume de deslocamentos a pé e de bicicleta também tendem a ser mais seguras para os pedestres (Buehler *et al.* 2016; Maltese *et al.*, 2021, Rupprecht Consult, 2019). São recomendadas políticas que garantam infraestrutura adequada e segregada do tráfego motorizado, redução da distância dos deslocamentos (uso misto do solo e cidades compactas), além de políticas relacionadas à habitação, geração de empregos, melhorias no transporte público, desestímulo aos veículos privados motorizados, incentivos financeiros (ex. isenções de impostos para bicicletas) e, ações de informação e apoio (Psara *et al.*, 2023). Um ambiente que facilite o acesso a pé ou de bicicleta também estimula o uso do transporte coletivo, trazendo consigo os benefícios associados a esses modos de deslocamento (Biggar, 2020; Maltese *et al.*, 2021; ITDP, 2017). Os governos também podem implementar incentivos, como benefícios fiscais e faixas exclusivas, e medidas de desincentivo, como a precificação das estradas, regras rígidas para estacionamento e limites de velocidade, tornando o uso de carros menos atrativo (Maas e Attard, 2022; Pucher e Buehler, 2008). A combinação de esforços para promover modos ativos e restringir o uso de carros é reconhecida como uma estratégia eficaz para a mudança modal (Piatkowski *et al.*, 2019).

A percepção da sociedade em relação às políticas públicas também é um fator crucial. É crucial considerar fatores diretos quanto indiretos que influenciam o comportamento das pessoas, considerando que pacotes de medidas têm maior impacto na mudança de padrões de mobilidade do que medidas isoladas (Krizek *et al.*, 2009; Pucher *et al.*, 2010). Além disso, o envolvimento da comunidade desde o início do planejamento aumenta a eficácia das políticas públicas e reduz a ineficiência na gestão urbana (WRI Brasil, 2017). Os princípios-chave incluem o engajamento da população, cooperação institucional, identificação de infraestruturas eficazes e monitoramento constante das medidas de mobilidade (Damidavičius *et al*., 2020).

4 METODOLOGIA

Com o intuito de avaliar as medidas de incentivo aos transportes ativos implementadas nos Planos de Mobilidade Urbana (PMUs), foram realizadas de 4 etapas de trabalho. A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica buscando compreender o estado da arte sobre o tema e também consideradas as legislações e recomendações da União Europeia, Portugal e Brasil. A partir dessa etapa foi possível definir os critérios de avaliação dos Planos. Na segunda etapa foi conduzida uma pesquisa de municípios que possuem PMU e feita a coleta de dados. Os critérios para seleção dos PMUs foram: (1) disponibilidade dos planos em sites governamentais/institucionais; (2) formato disponibilizado (isto é, estudo completo ou apenas resumo ou lei); (3) abordar modos ativos nas fases de diagnóstico, prognóstico e nas propostas. A pesquisa procurou identificar as categorias de políticas de incentivo aos transportes ativos mais utilizadas e as consideradas mais efetivas e não teve a intenção de avaliar a qualidade do PMU, ou se as políticas propostas são adequadas ao município. No total foram selecionados 16 PMUs (8 no Brasil e 8 em Portugal).

A terceira etapa teve o propósito de ajustar os critérios de avaliação com a realização de um estudo preliminar a partir dos dados dos PMU de Serra Negra/BR e Póvoa de Lanhoso/PT. O estudo revelou que ambos os planos abordam o incentivo aos modos ativos por meio de medidas de infraestrutura, integração com transporte público, educação e restrição do carro. Essas abordagens estão em acordo com o recomendado pela literatura. O plano de Póvoa de Lanhoso aborda as ações em pacotes de medidas mais bem coordenados, com maior detalhamento das ações do que o plano brasileiro, apresentando cronograma, possíveis fontes de financiamento e metodologia de monitoramento. Esses resultados foram importantes para ajustar as medidas e critérios aplicados na avaliação dos planos de mobilidade.

Por último, na quarta etapa, foi feita a análise de todos os planos de mobilidade de acordo com os critérios definidos. As etapas da proposta metodológica do trabalho para atingir os objetivos da pesquisa são apresentadas na Figura 1. Os dados dos municípios selecionados no Brasil e em Portugal estão na Tabela 1, onde “DD’ é a densidade demográfica e “Área” refere-se a Área territorial.

A comparação das amostras do Brasil e Portugal foi realizada de forma cuidadosa devido às suas diferenças territoriais, populacionais e organizacionais. Optou-se por, no Brasil, selecionar municípios do estado de São Paulo, utilizando o critério de serem próximos e interdependentes, com as mesmas Regiões de Influência, caracterizadas pelos fluxos de bens, serviços e gestão. Em Portugal os PMUs de diversos municípios são elaborados em conjunto com os demais municípios integrantes de uma mesma comunidade intermunicipal (CIM). O CIM Ave foi selecionado, pois apesar de ter sido elaborado em conjunto, as propostas de programas e ações são divididas em ações específicas para cada local.

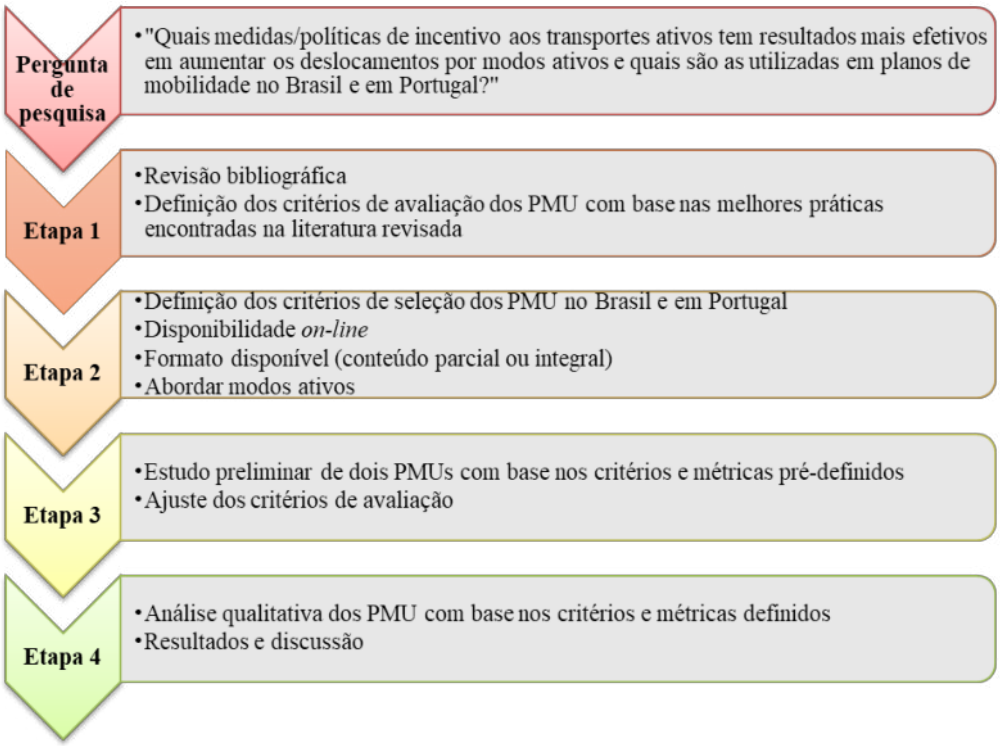


Fig. 1 - Processo metodológico

Tabela 1 - Dados dos municípios selecionados

Municípios brasileiros	População (2021)	DD (hab/km²)	Área (Km²)	Municípios portugueses	População (2021)	DD (hab/km²)	Área (Km²)
Bragança Paulista	172.346	336,2	512,58	**Guimarães**	156.348	650	240,54
Mogi Mirim	94.098	189,1	497,71	**Vila Nova de Famalicão**	133.510	662,9	201,4
Amparo	73.145	164,3	445,32	**Fafe**	48.345	221,3	218,46
Pedreira	48.992	450,2	108,82	**Vizela**	23.912	968	24,7
Socorro	41.690	92,8	449,03	**Póvoa de Lanhoso**	21.805	162	134,6
Serra Negra	29.669	145,6	203,73	**Cabeceiras de Basto**	15.506	64,3	241,15
Tuiuti	7.058	55,7	126,73	**Vieira do Minho**	11.924	55,3	215,62
Pedra Bela	6.127	38,6	158,59	**Mondim de Basto**	6.406	37,3	171,74

Fonte: IBGE, c2017; PORDATA, [s.d.].

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi feita uma revisão da literatura a respeito das medidas existentes e praticadas para promoção dos transportes ativos e realizada uma consulta às exigências e orientações legislativas do Brasil e em Portugal. Para consulta à literatura disponível foi utilizada a plataforma on-line *Scopus*. A Tabela 2 apresenta uma síntese da forma como as medidas foram observadas nos Planos de Mobilidade dos casos estudados, em que MD é medidas diretas e MI medidas indiretas. A sigla TPC é referente ao Transporte Público Coletivo.

Os resultados da revisão bibliográfica mostraram que abordagens múltiplas com ações voltadas para o incentivo aos modos ativos combinadas com desincentivo dos modos motorizados são as mais eficazes, como observado pelos trabalhos de Krizek *et al.* (2009), Pucher *et al.* (2010), Maas e Attard (2022), Pucher e Buehler (2008), Amoroso *et al.* (2012) e Piatkowski *et al.* (2019).

Tabela 2 - Medidas utilizadas nos Planos de Mobilidade Urbana

Nº	Medidas	Descrição	Referências
1	MD (Infraestrutura)	O plano propõe infraestrutura para modos ativos (e.g. calçadas, vias para bicicletas, bicicletários e demais infraestruturas de apoio, calçadões, pedestrianização, sinalização, acessibilidade, segurança pública, segurança viária, hierarquização viária e reorganização do trânsito)	KRIZEK *et al.* 2009; BIGGAR, 2020; BUEHLER *et al.* 2016; PUCHER *et al.* 2010; SALLIS *et al.* , 2006; RUPPRECHT CONSULT, 2019; MALTESE *et al.* , 2021; MOZOS-BLANCO *et al.* , 2018; MAAS e ATTARD, 2022; WINTERS *et al.* , 2017; CIRIANNI *et al.* , 2018; EU COMM, 2013; IMTT, 2011; BRASIL, 2015.
2	MD (Sistemas e equipamentos)	O plano propõe sistema de compartilhamento de bicicletas	
3	MD (Uso do solo)	O plano propõe medidas relativas ao uso do solo que favoreçam modos ativos como uso misto do solo, aumento da densidade urbana, limitação do espraiamento urbano, etc.	KRIZEK *et al.* , 2009; BIGGAR, 2020; MALTESE *et al.* , 2021; PUCHER *et al.* , 2010; SALLIS *et al.* , 2006; WINTERS *et al.* , 2017; BRASIL, 2015.
4	MI (Informação e Educação)	O plano propõe medidas que garantam a conscientização e informação da população como campanhas, divulgação de informação, sites, aplicativos, cartilhas, programas de educação e conscientização, Rotas seguras para escola, etc.	KRIZEK *et al.*, 2009; ADITJANDRA, 2013; MALTESE *et al.*, 2021; MOZOS-BLANCO *et al.*, 2018; MAAS e ATTARD, 2022; WINTERS *et al.*, 2017; EU COMM, 2013; IMTT, 2011; BRASIL, 2015; CIRIANNI *et al.*, 2018
5	MI (Restrição ou regulação do uso do automóvel)	O plano propõe medidas que de alguma forma promovam a restrição ou regulação do uso automóvel (e.g. estacionamentos pagos, restrição de horários e locais de circulação, pedágios, áreas livres de carros, restrições de velocidade, medidas moderadoras, etc.)	KRIZEK *et al.*, 2009; BIGGAR, 2020; PUCHER *et al.*, 2010; SALLIS *et al.*, 2006; PUCHER e BUEHLER, 2008; PIATKOWSKI *et al.*, 2019; MALTESE *et al.*, 2021; MOZOS-BLANCO *et al.*, 2018; MAAS; ATTARD, 2022; IMTT, 2011; BRASIL, 2015; WINTERS *et al.*, 2017
6	MI (Incentivos financeiros/fiscais)	O plano propõe medidas com benefícios financeiros ou fiscais (ex. prêmios, pontos, descontos, etc.)	KRIZEK *et al.* , 2009; PUCHER; BUEHLER, 2008
7	MI (Incentivo e integração ao TPC)	O plano propõe medidas de melhoria dos serviços de TPC (ex. itinerários, horários, pontos de parada, cobertura do sistema, bilhetagem eletrônica, GPS, aplicativos, vias exclusivas, etc.) e que facilitem a integração entre os modos ativos e o TPC (ex. sistema de bicicletas próximo a parada e no TPC, acessibilidade a pé, etc.)	WINTERS *et al.*, 2017; BRASIL, 2015; RUPPRECHT CONSULT, 2019; IMTT, 2011; EU COMM, 2013; BIGGAR, 2020; MALTESE *et al.*, 2021; MOZOS-BLANCO *et al.*, 2018
8	MI (Governança e regulamentação)	O plano propõe medidas regulamentadoras dos modos ativos, sua importância e de sua priorização no sistema viário.	PUCHER *et al.* , 2010; SALLIS *et al.* , 2006; IMTT, 2011; BRASIL, 2015; RUPPRECHT CONSULT, 2019; CIRIANNI *et al.* , 2018

Dentre as medidas de incentivos aos modos ativos, a literatura reforça a importância das ações direcionadas a promoção de infraestrutura segura e bem conectada, que priorize os pedestres e ciclistas na circulação viária, como é reforçado nos trabalhos de Winters *et al.* (2017), Biggar (2020) e Maltese *et al.* (2021). Além de medidas de infraestrutura, ações de educação e conscientização da população também são reforçadas, bem como medidas de restrição dos veículos motorizados, como cobrança por estacionamento, aumento dos impostos incidentes sobre este modo de transporte e medidas moderadoras de tráfego. A importância da integração com transporte coletivo suficiente e eficaz também é salientada nos trabalhos de Maas e Attard (2022), Mozos-Blanco et at. (2018), Biggar (2020) e Carvalho (2016).

Além de diagnosticar as medidas que podem ser utilizadas nos PMUs foram definidos alguns critérios de avaliação. Os critérios foram estabelecidos de acordo com os tipos de medidas encontradas na literatura, melhores práticas e orientações legislativas do Brasil, da União Europeia e de Portugal. Os quatro primeiros critérios abordados são exigidos por lei em forma de conteúdo mínimo nos dois países. O planejamento integrado (pacote de medidas) é uma diretriz contida na legislação. Os critérios são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de avaliação dos Planos de Mobilidade Urbana

Nº	Critérios de avaliação	Descrição	Referências
1	Fontes de Financiamento	Avalia se o plano determina fontes de financiamento paras medidas de incentivo aos modos ativos e transporte coletivo.	Rupprecht Consult, 2019; Brasil, 2015; IMTT, 2011; EU COMM, 2013
2	Implementação	Avalia se o plano descreve etapas e cronograma (curto, médio e longo prazo) de implementação das medidas propostas e se o faz de modo detalhado ou superficial.	Rupprecht Consult, 2019; Brasil, 2015; IMTT, 2011; EU COMM, 2013
3	Monitoramento	Avalia se o plano propõe ações de monitoramento e indicadores para as medidas propostas.	Rupprecht Consult, 2019; Brasil, 2015; IMTT, 2011; EU COMM, 2013
4	Participação Social	Avalia se o plano cumpre as exigências de participação social na elaboração, implementação e avaliação do plano.	IMTT, 2011; Mozos-Blanco *et al.*, 2018; Brasil, 2015; Banister, 2008; Biggar, 2020; EU COMM, 2013; Rupprecht Consult, 2019
5	Pacotes de medidas	Avalia se as medidas de incentivo são propostas de maneira individual ou complementar/conjunta como abordagem múltipla que lide com aspectos físicos, sociais e políticos dos modos ativos.	PIATKOWSKI *et al.* , 2019; KRIZEK *et al.* , 2009; PUCHER *et al.* , 2010; Rupprecht Consult, 2019; MALTESE *et al.* , 2021; Buehler; Pucher, 2012; Damidavičius et al., 2020; WINTERS *et al.* , 2017

Posteriormente, depois de definidas as medidas contidas nos PMU e os critérios de avaliação foi determinada uma escala de valor que permitiu pontuar cada um dos planos de mobilidade. A escala varia de 0 a 1 em intervalos regulares de 0,25, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Escala de valor - Medidas contidas nos planos de mobilidade

Escala de Valor				
Péssimo 0,0	**Ruim 0,25**	**Regular 0,5**	**Bom 0,75**	**Excelente 1,0**
A medida não é proposta no plano.	A medida é proposta, porém aborda apenas 1 ou 2 critérios de avaliação.	A medida é proposta e são detalhados 3 dos 4 critérios mínimos previstos em lei (participação social, fonte de financiamento, monitoramento e implementação).	A medida é proposta, e detalhada considerando quatro critérios de avaliação: participação social, fonte de financiamento, monitoramento e implementação.	A medida é proposta, e detalhada considerando os cinco critérios de avaliação.

Foi feita a leitura e avaliação do conteúdo dos planos na etapa de metas e ações, pontuando quais os tipos de medidas direcionadas aos modos ativos eram propostas em cada PMU. A pontuação final de cada plano consistiu na somatória da avaliação de todas as medidas para identificação dos planos mais completos em relação aos critérios de avaliação. A pontuação de cada caso é apresentada na Tabela 5. A valoração foi construída com o objetivo de visualizar de maneira integral os valores atribuídos a cada medida avaliada e a pontuação final de cada PMU, indicando o grau de detalhamento contido em cada plano. Foi observado

que o plano com avaliação mais baixa é o do município de Socorro – BR. O plano com avaliação mais alta foi o do município de Fafe- PT. O plano brasileiro com avaliação mais alta foi o de Bragança Paulista. Os planos portugueses com avaliação mais baixa foram: Cabeceiras de Basto e Mondim de Basto.

Tabela 5 - Pontuação de cada caso de estudo a partir das medidas e dos critérios de avaliação

Cidades	País	MD (Infraestrutura)	MD (sistemas e equipamentos)	MD (Uso do solo)	MI (Informação e Educação)	MI (Restrição ou regulação do uso do automóvel)	MI (Incentivo financeiro/fiscal)	MI (incentivo e integração TPC)	MI (Governança e regulamentação)
Serra Negra	BR	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5
Pedra Bela	BR	0,25	0	0	0	0,25	0	0,25	0,25
Pedreira	BR	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5
Tuiuti	BR	0,25	0	0	0,25	0,25	0	0,25	0,25
Socorro	BR	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0,25
Amparo	BR	0,25	0	0	0	0,25	0	0,25	0,25
Bragança Paulista	BR	0,75	0	0	0,75	0,75	0	0,75	0,75
Mogi Mirim	BR	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5
Cabeceiras de Basto	PT	1	0	0	1	0	0	1	1
Fafe	PT	1	1	0	1	1	0	1	1
Guimarães	PT	1	0	0	1	1	0	1	1
Mondim de Basto	PT	1	0	0	1	0	0	1	1
Póvoa de Lanhoso	PT	1	0	0	1	1	0	1	1
Vieira do Minho	PT	1	0	0	1	1	0	1	1
Vila Nova de Famalicão	PT	1	0	0	1	1	0	1	1
Vizela	PT	1	0	0	1	1	0	1	1

De modo geral, os planos portugueses apresentam maior detalhamento das medidas do que os planos brasileiros, apresentando uma pontuação mínima de 4 e máxima de 6. Os planos brasileiros apresentaram uma pontuação final mínima de 0,75 e máxima de 3,75. A pontuação máxima nessa escala era de 8 pontos, um ponto para cada medida que fosse apresentada com todos os critérios de avaliação. A pontuação média dos planos brasileiros é 2, enquanto a média portuguesa é 5. Isso revela que os planos portugueses de maneira geral apresentam suas propostas de forma mais estruturada e atendem melhor o conteúdo mínimo definido pela legislação do que os planos brasileiros.

As medidas de sistemas e equipamentos, uso do solo e incentivos financeiros/benefícios fiscais são incomuns nos planos avaliados de ambas as nacionalidades. Medidas de infraestrutura, incentivo e integração ao TPC e medidas de governança foram encontradas em todos os planos avaliados, mas diferem no grau de detalhamento, medido pelos critérios de avaliação. O mesmo ocorre para medidas voltadas para informação e restrição do uso de veículos motorizados. De modo geral, os planos portugueses apresentam maior detalhamento das medidas do que os planos brasileiros. Por exemplo, quanto ao critério de pacote de medidas, em que o planejamento deixou clara a complementariedade de cada tipo de medida proposta no plano de ação. O mesmo não ocorre nos planos brasileiros.

Nos planos brasileiros as propostas dos PMUs avaliados voltadas para a promoção dos modos ativos eram de infraestrutura (acessibilidade, ciclovias, bicicletário, ponto de manutenção de bicicletas, arborização, sinalização, instalação de semáforos, infraestrutura das vias, melhorias no sistema viário, criação de áreas pedestrianizadas, drenagem, requalificação de áreas urbanas, entre outros), incentivo ao transporte coletivo (revitalização e instalação de pontos de parada, implantação/ reforma de rodoviárias e ampliação da oferta de transporte público), de legislação para padronizar construção e reforma de calçadas, criação de secretaria/ departamento para gestão, aumento da fiscalização, criação de zoneamento de mobilidade, parceiras público privadas, restrição do veículo motorizado com a implementação de estacionamento rotativo, aplicativo de carona solidária, bolsões de estacionamento, medidas de moderação de tráfego, adesão de iniciativas de cidades inteligentes, medidas de educação e conscientização, entre outras. Os PMUs em diversos municípios brasileiros refletem abordagens e ênfases variadas, evidenciando a complexidade dos desafios enfrentados na busca por uma mobilidade urbana mais sustentável e eficiente.

Os PMUs dos municípios portugueses analisados são um só estudo, realizado por meio de um consórcio de municípios, o CIM do Ave. O Plano de mobilidade da região do Ave tem sete objetivos, sendo um deles melhorar as condições para os modos ativos. Os relatórios têm estrutura clara. Uma vez feito o diagnóstico, são então definidos os objetivos gerais do plano, e em seguida são apresentadas as ações para cada um dos municípios que compõe a CIM do Ave. Por fim, são apresentadas as relações de cada ação com os objetivos propostos e suas contribuições esperadas, o cronograma e investimento previstos e a metodologia de acompanhamento e indicadores. Todo o conteúdo é sintetizado em um relatório final.

Em Portugal as medidas são semelhantes às brasileiras, com criação de rede de caminhos para pedestres e malha cicloviária, requalificação de parques e praças, estudos de demanda por transporte coletivo, implantação de abrigos nos pontos de parada, integração entre os modos, programas de sensibilização da população, sistema de compartilhamento de bicicletas, medidas moderadoras de tráfego, infraestrutura de apoio a bicicleta, modernização de ônibus com GPS e adaptação para transporte de bicicletas, planos de qualidade de ar e de ruído, incentivo a caronas, entre outros. As ações são listadas, com síntese descritiva, horizonte de projeto, nível de prioridade, estimativa de custos e elegibilidade para financiamento.

Estes resultados são semelhantes a outros estudos, como de Maltese *et al.* (2021), Cirianni *et al.* (2018) e Buehler e Pucher (2023), que analisaram planos de mobilidade e políticas públicas voltadas aos modos ativos. Os autores também destacam as medidas de governança e regulamentação, incentivo e integração do transporte coletivo e informação e restrição do uso do carro como medidas comuns aos PMUs. As medidas mais incomuns foram as medidas de sistemas e equipamentos, uso do solo e incentivos financeiros. Os trabalhos de Krizek, Forsyth e Baum (2009) e Pucher e Buehler (2008) evidenciam o uso de medidas que incentivem o transporte ativo através de benefícios financeiros ou fiscais, como prêmios, programa de pontos e descontos. No entanto, em nosso resultado, esse tipo de medida foi observado em apenas um PMU (Pedreira-BR) por meio de um cartão de transporte que oferecesse descontos.

Todos os planos contaram com participação social, um requisito obrigatório por lei em ambos os países. Em projetos de planejamento urbano, a participação social é essencial, possibilitando a identificação dos problemas reais e garantindo a compreensão e apoio da população (Mozos-Blanco et al., 2018 e Banister, 2008). Aceitação pública é necessária para

promover mudanças. No entanto, dos planos brasileiros a maioria não atendeu aos requisitos mínimos da lei por não apresentar monitoramento das ações propostas no plano. Quanto a legislação, ambas nacionalidades possuem diretrizes de desenvolvimento orientadas ao transporte sustentável e a necessidade de adaptar as diretrizes a realidade de cada localidade (regiões e municípios). Nenhum dos planos avaliados apresentou objetivos ou ações que vão contra as recomendações e legislação vigente de cada país, apesar de nem todos os planos brasileiros terem atendido os requisitos mínimos da PNMU (lei nº 12.587/12). Todos os planos portugueses analisados apresentaram sua estrutura de acordo com o recomendado pela União Europeia e pelo guia português de elaboração de planos, com objetivos bem definidos, metas e ações detalhadas com cronograma, previsão de custos e plano de acompanhamento.

6 CONCLUSÕES

O estudo teve como objetivo analisar comparativamente as políticas de incentivo aos transportes ativos em Planos de Mobilidade Urbana (PMUs) no Brasil e em Portugal. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura para identificar as melhores práticas de incentivo aos transportes ativos, a fim de estabelecer critérios de avaliação para os PMUs. Esses critérios foram fundamentais para compreender se as medidas propostas nos planos estavam alinhadas com as diretrizes da legislação e da literatura especializada. Em seguida, foi conduzido um estudo preliminar para ajustar e calibrar esses critérios, além de identificar eventuais limitações e desafios que poderiam surgir durante a avaliação dos planos completos. Ao todo foram avaliados 16 PMUs (8 brasileiros e o portugueses) com objetivo de identificar as principais medidas de incentivo aos transportes ativos e seu alinhamento com as diretrizes legais e de boas práticas identificadas na revisão da literatura.

Os resultados da análise indicaram que a maioria dos planos abordava o incentivo aos transportes ativos através de medidas diretas, como infraestrutura específica para ciclistas e pedestres, e indiretas, como campanhas de conscientização e incentivos ao transporte coletivo. No entanto, houve diferenças significativas entre os planos brasileiros e portugueses em termos de profundidade e coordenação das ações propostas. Os planos portugueses se destacaram por apresentar maior detalhamento das ações, incluindo cronograma, custos e mecanismos de monitoramento, enquanto os planos brasileiros geralmente tinham propostas mais genéricas e menos detalhadas. A legislação e manuais disponíveis fornecem material de qualidade e suficiente para elaboração dos planos. No entanto, falta por parte da administração pública, pessoal capacitado e acompanhamento da implementação dos PMUs elaborados. Ainda, é necessária também uma mudança cultural e conscientização da população do seu papel em políticas públicas.

Apesar dos esforços em identificar e comparar as políticas de incentivo, o estudo encontrou algumas limitações, como a escassez de informações detalhadas sobre a elaboração e implementação dos planos de mobilidade urbana no Brasil, bem como a falta de dados sobre o impacto efetivo das medidas propostas. Recomenda-se, portanto, a realização de entrevistas com gestores públicos e a população para entender melhor a eficácia das políticas adotadas e a expansão da amostra em futuras pesquisas para uma análise mais abrangente e representativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais).

REFERÊNCIAS

Amoroso, S., Castelluccio, F., Maritano, L. (2012) Indicators for sustainable pedestrian mobility. **WIT Transactions on the Built Environment**, 128, 173–185.

Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, 15(2), 73–80.

Biggar, M. (2020) Non-motorized Transport: Walking and Cycling. **Sustainable Cities and Communities**. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer.

BRASIL (2015) **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob)**. Brasília: Ministério das Cidades.

BRASIL (2012). **Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Buehler, R.; Gotschi, T.; Winters, M. (2016) Promoting activity-friendly communities. Moving Toward Active Transportation: How Policies Can Encourage Walking and Bicycling. **ActiveLiving Research Brief**.

Buehler, R. e Pucher, J. (2023) Overview of Walking Rates, Walking Safety, and Government Policies to Encourage More and Safer Walking in Europe and North America. **Sustainability**, 15(7), p. 5719.

Cirianni, F.; Panuccio, P.; Rindone, C.; Monterosso, C. *(2018)* A review methodology of sustainable urban mobility plans: Objectives and actions to promote cycling and pedestrian mobility. **Green Energy and Technology**, p. 685–697.

Damidavičius, J., Burinskiene, M., Antuchevičiene, J. (2020) Assessing sustainable mobility measures applying multicriteria decision making methods. **Sustainability**, 12 (15).

EU COMM - European Commission (2013) **A CONCEPT FOR SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLANS : Together towards competitive and resource-efficient urban mobility**..

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) **Portal Cidades**. https://cidades.ibge.gov.br/.

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (2011) **Guia para Elaboração de Planos de Mobilidade e Transporte**. Portugal: Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres.

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (2012) **Diretrizes Nacionais para Mobilidade**. Portugal: Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres.

ITDP - Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (2017). **Padrão de qualidade DOTS**. Disponível em: http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/12/DU-Padr%C3%A3o-de-Qualidade-DOTS-2017-v1.pdf. Acesso em: 04 de set. 2022.

Krizek, K., Forsyth, A., e Baum, L. (2009) **Walking and Cycling International Literature Review Final ReportVictoria Department of Transport**. Melbourne.

Maas, S. E Attard, M. (2022) Policies to promote cycling in Southern European island cities: challenges and solutions from three 'starter' cycling cities. **Transportation Research Procedia**, 60, 52–59.

Maltese, I., Gatta, V. e Marcucci, E. (2021) Active Travel in Sustainable Urban Mobility Plans. An Italian overview. **Research in Transportation Business and Management**, 40, 2210–5395.

Mozos-Blanco, M., Pozo-Menédez, E., Arce-Ruiz, R. e Baucells-Altà, N. (2018) The way to sustainable mobility. A comparative analysis of sustainable mobility plans in Spain. **Transport Policy**, 72, 45–54.

Piatkowski, D. P., Marshall, W. E. e Krizek, K. J. (2019) Carrots versus Sticks: Assessing Intervention Effectiveness and Implementation Challenges for Active Transport. **Journal of Planning Education and Research**, 39(1), 50–64.

PORDATA. **População Residente**. [s.d.]. Disponível em: https://www.pordata.pt/Subtema/Municipios/Popula%c3%a7%c3%a3o+Residente-214. Acesso em: 04 de set. 2022.

Psara, O.; Fonseca, F., Nisiforou, O. e Ramos, R. (2023) Evaluation of Urban Sustainability Based on Transportation and Green Spaces: the case of limassol, cyprus. **Sustainability**, 15(13), 10563. http://dx.doi.org/10.3390/su151310563.

Pucher, J. e Buehler, R. (2008) Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. **Transport Reviews**, 28(4), 495–528.

Pucher, J., Dill, J. e Handy, S. (2010) Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. **Preventive Medicine**, 50.

RUPPRECHT CONSULT (2019) **GUIDELINES FOR DEVELOPING AND IMPLEMENTING A SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLAN SECOND EDITION**. ELTIS. Disponível em: https://www.eltis.org/mobility-plans/sump-guidelines. Acesso em: 9 abr. 2022.

Winters, M., Buehler, R. e Götschi, T. (2017) **Policies to Promote Active Travel: Evidence from Reviews of the Literature**. **Current environmental health reports.** Springer.

WRI BRASIL (2017). **Sete Passos: Como Construir um Plano de Mobilidade Urbana**. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/Sete%20Passos%20-%20Como%20construir%20um%20Plano%20de%20Mobilidade%20Urbana_jan18.pdf. Acesso em: 26 dez. 2023.

ANALYSIS OF GEOPROCESSING TOOLS IN THE VACCINE DISTRIBUTION NETWORK: A CASE STUDY IN THE SOUTHERN REGION OF SANTA CATARINA

C. T. Volpato, S. B. Lopes

ABSTRACT

This study assesses the use of GIS QGIS geoprocessing tools to improve vaccine distribution logistics in the southern region of Santa Catarina, Brazil, aiming to enhance public health logistics practices. The research objectives include understanding the operations of the vaccine distribution network, exploring available geoprocessing tools in QGIS, implementing various APIs for effective mapping and route analysis across municipalities, and evaluating the performance of each tool. By integrating data from IBGE, Google Cloud, and OpenRouteService, the study conducts a comparative analysis that leads to the development of a QGIS plugin. This plugin proposes shorter distance routes and assesses road data limitations, thereby contributing to more efficient supply chain processes. The findings provide significant insights for improving healthcare infrastructure and have broad implications for future research and practical application in similar settings.

1 INTRODUCTION

In catastrophic events, such as natural disasters and humanitarian crises, ensuring the basic conditions for human survival is a primary concern involving medical assistance and supplies, such as medicine, food, or shelter (Ergun et al., 2010). The catastrophic events give these operations a high level of intensity, where intensity can be measured by the number of tasks to be executed divided by the product of time and available resources (Tomasini and Wassenhove, 2009). Both the public and private sectors allocate capital, time, and labor towards developing strategies to mitigate the consequences of crises, aiming to accelerate the delivery of essential supplies (Kovács and Spens, 2009). These include food, clothing, medicine, and skilled personnel, ensuring their availability to victims in the shortest possible timeframe.

The rapid assessment of immediate needs and their dissemination is considered crucial for the practical impact of the intervention. However, the affected country's government and armed forces take a prominent role in the preparation phase, ensuring essential services and access, often because mobility activities are intrinsically linked to economic conditions, existing social infrastructure, and national policies (Ergun et al., 2009; Tatham and Christopher, 2018).

On the other hand, non-governmental organizations (NGOs) often play the role of primary responders in natural disasters. Specifically large international NGOs are notable for their

readiness to respond to crises, dedicating themselves to providing medicines, medical assistance, food support, and recurring essential supplies (Tatham and Christopher, 2018).

Humanitarian interventions after a disaster are typically characterized by an acute urgency (Tomasini and Wassenhove, 2009). As stated by the Brazilian Government (2021), the vaccination campaign against Covid-19 started in January 2021, when the public administration was responsible for disseminating inputs, logistics goods and services, technology information and communication, social and advertising communication and training aimed at vaccination.

Due to the uncertainties and challenges associated with the distribution of vaccines against Covid-19, it was necessary to resort to the knowledge and practices of humanitarian logistics to ensure the implementation of large-scale vaccination. In this sense, the existing structure of the vaccine distribution network, which was already used for the distribution of other supplies, was used to meet the transport and specificities of vaccines against Covid-19 (Brasil, 2023). This approach allowed for adequate dose storage, maintaining controlled temperature, and ensuring their integrity during transport and distribution.

However, every disaster brings together a new set of actors with different resources and commitment levels (Tomasini and Wassenhove, 2009). The vaccine distribution network proved essential to enable the logistics of its vaccine doses, providing a broad and efficient reach in immunizing the population. Moreover, the success of large-scale immunization efforts depends on a reliable distribution network to avoid misplacement and temperature fluctuations, for example.

This study proposes improvements to the vaccine distribution network in a case study in south of Santa Catarina (SC), through distinct geoprocessing tools using QGIS. The comparative analysis of current routes with new created routes, using data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, in Portuguese), OpenStreetMap (OSM), and Google Cloud, aims to identify the most efficient geoprocessing tool, thus contributing to reducing routes distances. The main objective of this study is to compare routes that are used for public health purposes.

2 INTRODUCTION

The principal concepts pertinent to humanitarian logistics, the vaccines distribution network in Brazil and in the state of Santa Catarina, and the geographic information system were presented in this section, contributing to the literature review of this study. The concepts of logistics were explored with the intent to establish a foundation for understanding the complexities inherent in the transportation of supplies through the vaccine's distribution network, which is divided into different levels of administration. Moreover, general information about GIS was introduced, highlighting its functionality for mapping, and routes creation.

2.1 Humanitarian Logistics

Humanitarian logistics corresponds to the process of planning, implementing, and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of goods and materials, as well as related information, from the point of origin to the point of consumption to alleviate the suffering of vulnerable people (Overstreet et al., 2011) as quickly as possible and within a

short time frame (Wassenhove, 2006). Besides, it involves a comprehensive understanding of local contexts, including cultural, political, and socio-economic factors.

As mentioned by Siebert (2017), humanitarian logistics deals with disasters that range from earthquakes, tsunamis, hurricanes, epidemics, droughts, famines, terrorist attacks, and war situations to a combination of several disasters that may coincide. Humanitarian relief operations can be classified into several categories, such as emergency relief, which offers an immediate response to disasters; essential or subsistence relief; rehabilitation relief, which aims to reinstate daily life; and development relief, designed to enhance systems (Kovács and Spens, 2019).

The traditional profit-making incentive is often absent in humanitarian contexts, being replaced by the urgency for a rapid and lifesaving response (Kovács and Spens, 2019). This shift in focus can result in a fire fighting behavior, characterized by reactive and immediate actions, along with a tendency towards frequent reinvention of processes and solutions, rather than building on existing knowledge and practices (Tomasini and Wassenhove, 2009).

However, Overstreet et al. (2011) outline several factors impacting humanitarian logistics, such as road infrastructure; equipment availability; time urgency where delays can be fatal; a shortage of trained logisticians with practical experience in relief operations; media and funding where publicity influences donor support and can wane without continuous coverage; equipment and information technology which often receive limited funding from donors; and interference from human actions that can disrupt aid distribution.

Furthermore, it is essential to comprehend the concepts of humanitarian logistics for an appropriate view of the immunobiological transport network in Brazil. Humanitarian logistics, with its emphasis on rapid and efficient responses to emergency situations, provides valuable insights into dealing with logistical challenges under critical circumstances, such as vaccine distribution. Additionally, when integrated with supply chain management, it provides a comprehensive framework to understand the integration and effective management of product flows, information, and resources throughout the distribution network (Ballou, 2007; Cozzolino, 2012). This holistic approach is essential for understanding the delivery and handling of vaccines across the country.

2.2 Immunobiologicals transport network in Brazil

According to the Cold Chain Manual of the National Immunization Program by the Ministry of Health (Brasil, 2013), the immunobiological transport network in Brazil is structured into five hierarchical levels: national, state, regional, municipal, and local. Each level has distinct responsibilities and scopes of action. Distribution and storage of immunobiologicals are conducted both vertically and horizontally, adapting to epidemiological needs and emergency situations.

The national level is responsible for the immunization plan, covering activities such as administrative support and immunobiological management (Brasil, 2023). However, upon receiving doses from the higher instance, the state level assumes responsibility for the administrative, logistical, and technical support necessary to the storage and transportation of vaccines to instances below the distribution chain (Brasil, 2023).

The distribution of vaccines to the end user of the chain occurs through regional, municipal, and local levels, which offer different types of support to the higher body, such as operations planning, vaccination schedules and vaccine applications in remote regions (Brasil, 2013). Given the support, the end user of the chain, represented by the Brazilian population, benefits from an organized vaccination strategy, reducing the total time of the distribution chain.

2.3 Vaccines distribution network in Santa Catarina, Brazil

As stated in the vaccination plan against Covid-19, there are 17 regional units, known as Decentralized Epidemiological Surveillance Units (UDVE, in Portuguese), that are responsible for distributing vaccines and other supplies through the territory of Santa Catarina, with specific storage locations for vaccines and general supplies (Santa Catarina, 2021). Firstly, the state center is responsible for distributing vaccine doses to those regional centers, which distribute to the municipalities within the coverage areas (Brasil, 2023). In this way, the vaccine distribution process is carried out in stages, ensuring broad coverage.

To understand the cold chain for immunobiological transport enabled this study to identify critical points and potential areas for improvement in the distribution network of Santa Catarina, once it represents the necessary infrastructure for the preservation and transportation of supplies under controlled temperature conditions (Santa Catarina, 2021). Besides, to accurately represent the current distribution of Covid-19 vaccines, it was necessary to utilize tools associated with the concept of Geographic Information Systems (GIS). This approach enabled a detailed spatial analysis, providing a visual representation of the distribution network and the logistic pathways employed for vaccine transportation across the region.

3 METHODOLOGY

This study is structured into distinct stages of research, as illustrated in Figure 1, aimed at acquiring bibliographic and technical knowledge to compose the research findings. The initial phase of this study encompassed a comprehensive exploration of humanitarian logistics and the vaccines distribution network in Brazil, with a particular focus on vaccine distribution in SC. This involved a detailed study of the existing vaccines distribution network and its operational mechanisms, as well as an analysis of how cities in SC integrate into this network.

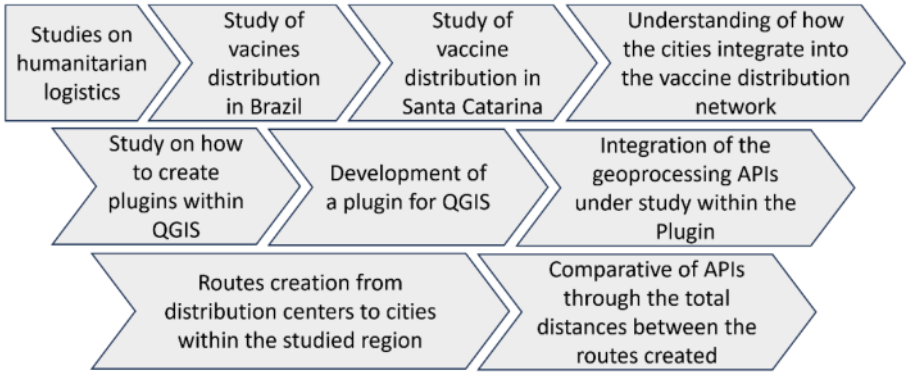


Figure 1 – Research stages

The subsequent part included a study on how to create plugins within QGIS, followed by the development of a plugin designed for this research. In addition, the geoprocessing APIs

named as Directions API (from Google Cloud), OpenStreetMap and the network analysis (available on QGIS) were integrated within the plugin, as demonstrated in Figure 2, through the software Qt Designer, a step that combined both the theoretical understanding and practical application of GIS technology in addressing the research objectives.

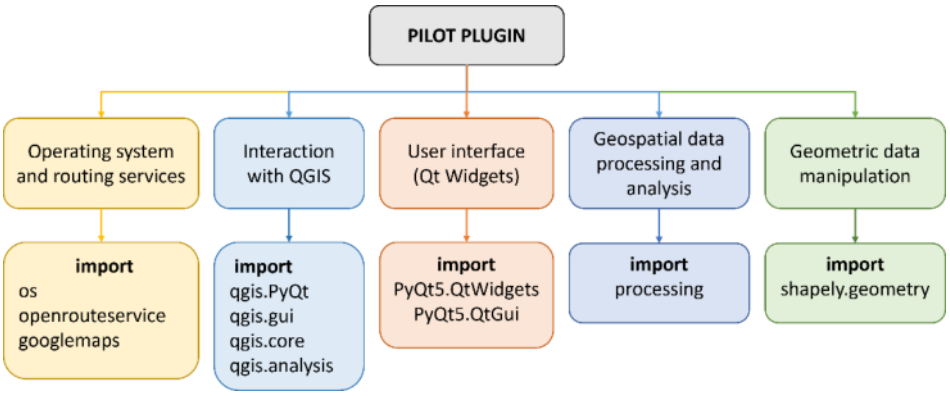


Figure 2 – Plugin code structure

This plugin was designed to simplify the use of geoprocessing tools, making them more accessible and user-friendly, as shown in Figure 3. Integrating these APIs into one unified interface significantly enhanced productivity by allowing the researcher to manage and process data within QGIS more efficiently. The final segment of the research involved applying the developed plugin to create routes from distribution centers to cities within the studied region.

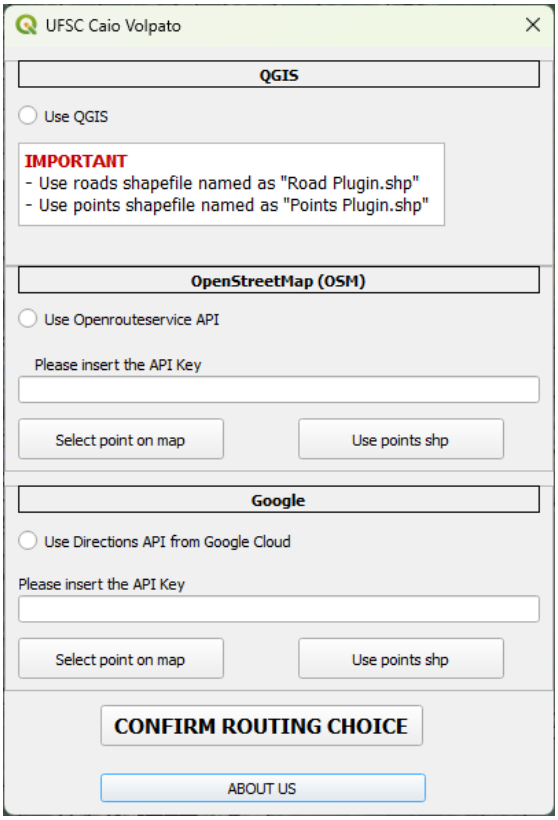


Figure 3 – Pilot Plugin interface

In this study, the QGIS software is the main resource for processing data and consequently to create digital maps once it is possible to obtain geographical features and entities

depending on the map's scale. While using geoprocessing tools, new transport routes were calculated, considering criteria such as shorter distance traveled and ease of access to municipalities. Simulations and comparative analyses were conducted to identify the most efficient routes in terms of distance in distributing the vaccines doses. However, each route created was individually evaluated by the author, as the region of study was familiar to him, thereby enriching the analysis of the results.

4 RESULTS DISCUSSION

In the following sections, the tools from QGIS, ORS (OpenRouteService), and Directions API were used to conduct a comparative assessment within this research. The use of these tools facilitates the study's findings through the creation of maps, data analysis and to collect outputs as traveled distances in kilometers (km) between cities of interest and the time saving in the new routes, considering an average speed of 60 km/h.

4.1 Study area definition

In this study conducted in the southern of Santa Catarina, the city of Braço do Norte was chosen as a new hypothetical distribution center due to its location with easy access by distinct highways, for having the largest number of inhabitants in the study region and its familiarity to the researcher. Besides, a 20 km buffer around Braço do Norte was able to include all neighboring municipalities to create new road routes, as presented in Figure 4.

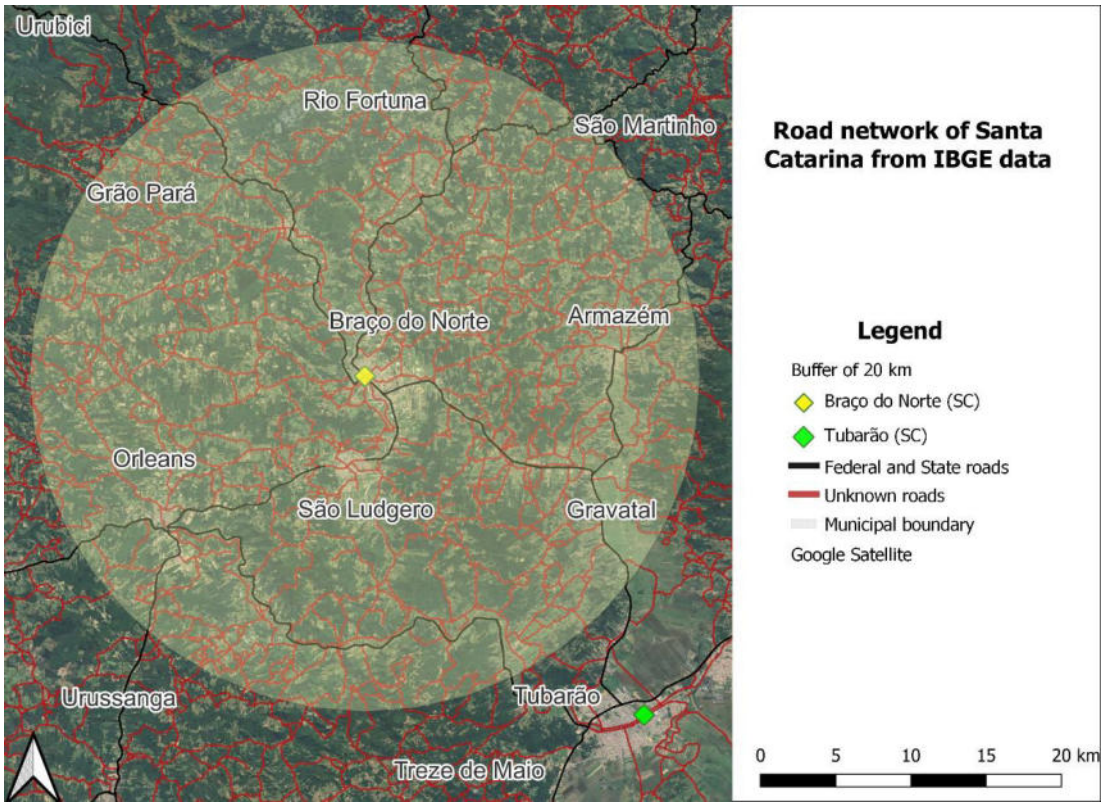


Figure 4 – Road network of Santa Catarina from IBGE data

By proposing Braço do Norte as an additional distribution hub, new routes were created to enhance connectivity and efficiency, particularly for neighbor municipalities at greater distances from Tubarão. The study incorporated several logistical assumptions such as road quality, transportation means, and travel conditions, to ensure the feasibility of the new

routes only in terms of distance traveled. The proposed model aimed to analyze the distribution network using distinct geoprocessing tools. This approach enabled the comparison of outcomes and the identification of inefficient routes.

4.2 QGIS outcomes

Routes were plotted using QGIS by selecting points near relevant locations, like health departments, to form a point shapefile. To calculate routes between provided points, it was necessary to add a line shapefile containing the roads in the study region, which was obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, in Portuguese). However, only 9.87% of the roads had complete information available.

Key limitations included outdated road data, such as construction or layout changes, absence of detailed information on road types and traffic regulations, as shown in Figure 5, and discontinuities in the road shapefile, resulting in disrupted route calculations. Moreover, to enhance accuracy, it was crucial to visually update the road shapefile and to build necessary corrections on roads where segments were missing, for example by creating new line segments to bridge gaps, then making essential the author's familiarity with the study region.

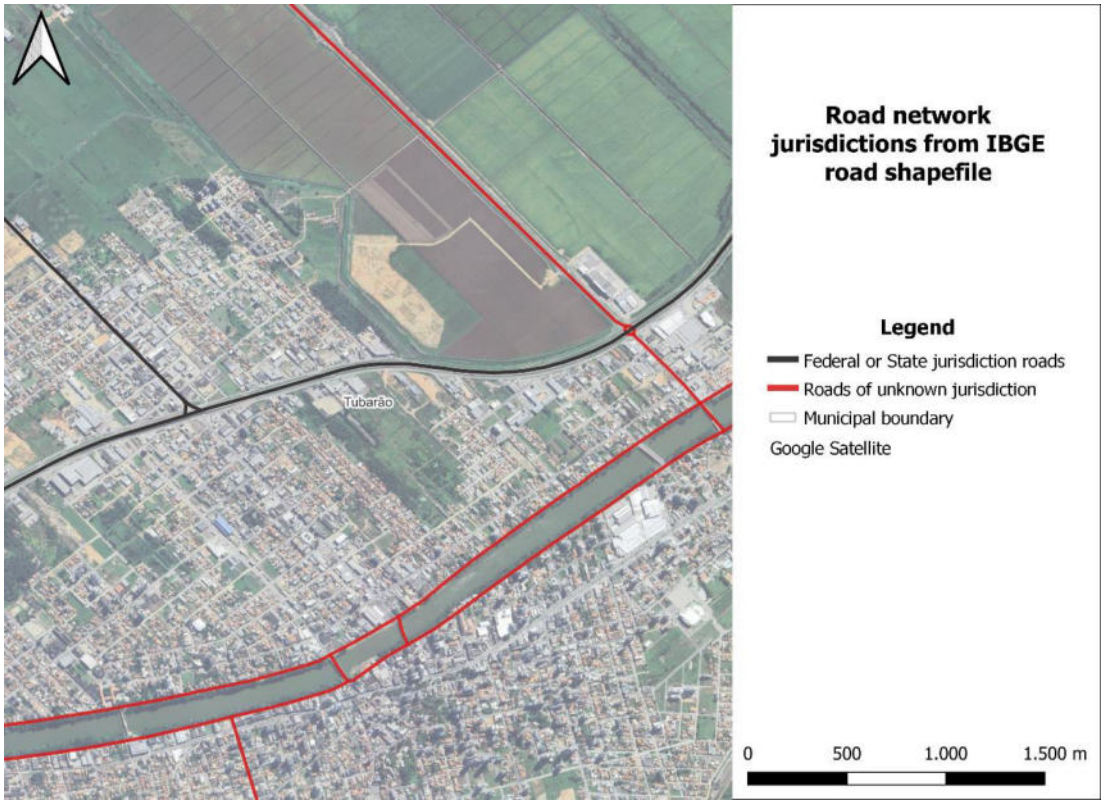


Figure 5 – Road network jurisdictions from IBGE road shapefile

The network analysis tool in QGIS was used to measure the shortest distances between the cities defined in the buffer area. The results showed that routes starting from Braço do Norte to neighboring cities covered a total distance of 145 km, which is significantly shorter compared to the 287.68 km from Tubarão. This represents a 50.3% reduction in travel distance, which translates to a time saving of 143 minutes.

4.3 ORS outcomes

This method used the OpenStreetMap (OSM) database, accessed through the ORS API, to determine shortest distance between designated origin and destination points. Routes originating from Tubarão to cities within the defined buffer area covered a total distance of 286.85 km. In contrast, routes starting from Braço do Norte covered a total of 149.73 km, resulting in a 52.3% reduction in travel distance and amounting to a time saving of 137 minutes.

4.4 Directions API outcomes

To compare with the results from other tools that prioritize the shortest distance in route calculations, the Google Cloud Directions API was used to calculate routes, which instead focuses on reducing travel time between the studied cities. Moreover, the distance calculated from Tubarão to cities in the covering buffer area is 285.12 km, while routes starting from Braço do Norte sum up to 149.08 km. This demonstrated a reduction of 52.3% in travel distance, equating to a time savings of 136 minutes.

4.5 Comparison between routes created

This study compares route calculation methods using QGIS, ORS, and Google's Directions API, each utilizing distinct data sources – IBGE shapefiles, OSM and Google Cloud data, respectively. Overall, the exact total distances traveled are similar when comparing routes with the same origin and destination, as indicated in Table 1, with variations attributed to the specific geoprocessing tool employed.

Table 1 – Distances calculated between the routes created

	Tubarão			Braço do Norte		
City	**QGIS**	**OSM**	**Google**	**QGIS**	**OSM**	**Google**
Armazém	33.70	29.59	29.00	22.30	28.18	28.16
Braço do Norte	39.74	38.08	37.94	-	-	-
Grão Pará	53.19	51.44	51.26	13.45	13.46	13.45
Gravatal	21.61	19.62	19.80	18.14	18.21	18.20
Orleans	46.87	46.72	47.73	22.49	22.50	22.49
Rio Fortuna	54.97	59.32	57.14	21.22	21.55	21.30
São Ludgero	37.60	42.08	42.25	7.66	7.68	7.67
Tubarão	-	-	-	39.74	38.15	37.81
Total	**287.68**	**286.85**	**285.12**	**145.00**	**149.73**	**149.08**

However, to verify that the data collected by distinct tools were accurate, a micro-study was conducted within the buffer region, then study routes were created between the cities of Braço do Norte and Armazém, as presented in Figure 6.

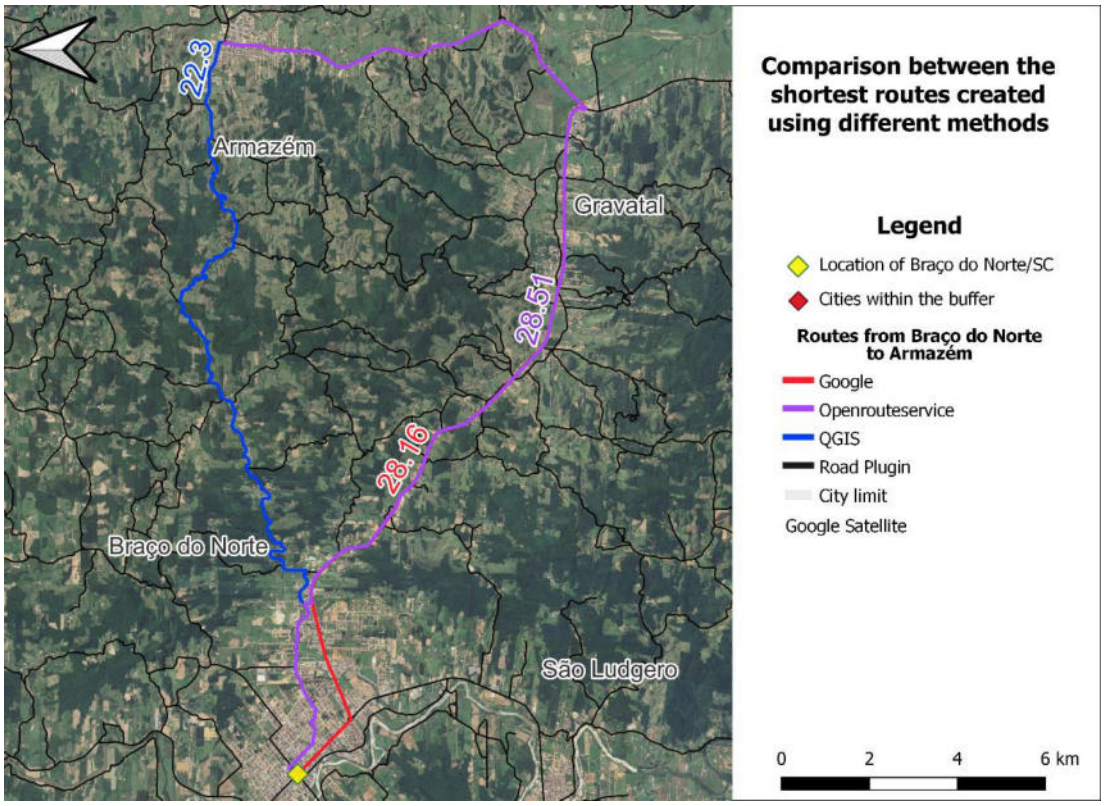


Figure 6 – Comparison between the shortest routes created using different methods

It becomes possible to discern the variances in decisions made by the geoprocessing tools. For instance, as the routes diverge from the city center of Braço do Norte towards Armazém, the algorithms select different pathways. A critical evaluation of the Figure 5 indicates that the route created by the Directions API is preferable, primarily because it involves fewer turns and it entirely laid on asphalt pavement, enhancing its average speed and consequently achieving better time savings. With these conclusions, it was possible to verify the results found in Table 1.

5 CONCLUSIONS

In this study, QGIS, ORS, and Directions API were employed to generate routes between cities, however each tool presented distinct distances and routes. Hence, it is essential for GIS users to evaluate these tools, comprehending the disparate outcomes that may arise when alternating between distinct algorithms and databases for proposing routes between specified points, ensuring the accuracy of the geoprocessing within GIS applications.

The shapefiles provided by the IBGE exhibited limitations that impacted the analysis. Within the road shapefile of Santa Catarina, only 9.87% of the roads had complete information, imposing significant constraints on the enhancement of the pilot plugin. The lack of comprehensive data on characteristics such as pavement type or road jurisdiction curtailed the plugin's capacity to implement detailed geoprocessing restrictions and user's preferences for network analysis of QGIS, since its inputs were shapefiles sourced from the IBGE. This data gap indicated the need for more robust and detailed databases to enhance the reliability of geoprocessing in the context of route creation.

For the studied region, geoprocessing methods using ORS and QGIS revealed the generation of atypical traffic routes. According to the OSM database and the shapefiles provided by

IBGE, a notable feature of these routes is the frequent inclusion of unpaved roads, which do not have a specified jurisdiction or infrastructure classification, however presenting a shorter distance for road pathway created. In contrast, the Directions API tool demonstrated greater effectiveness when proposing itineraries, opting primarily for federal and state highways. These roads are the region's most practical and commonly used due to their well-developed infrastructure. This difference in results suggests greater precision in recognizing and prioritizing more suitable routes to drive in the studied area.

In proposing Braço do Norte as a new distribution center, shorter travel distances between municipalities compared to Tubarão were anticipated due to its central location within the region being studied. However, this study was crucial not only for presenting the preliminary effects of this proposal but also for validating the hypothesis of modifying the existing network to potentially accommodate future needs.

In a normal situation, where there is only refueling and no urgency for supplies, it is justifiable to start the distribution network from Braço do Norte to reduce transportation costs for each city. However, it is essential to highlight that the proposed network is contextual and may not directly apply to other regions of Santa Catarina. For implementations in other regions, it is recommended to carry out preliminary studies to identify target cities and evaluate the specific logistical needs of each area. These studies must consider regional variables such as infrastructure, population density, and specific demand for health services to ensure that any adaptation proposed for the vaccine's distribution network are efficient and appropriate to local needs.

5.1 Future research suggestions

For future studies, it is suggested to include features that allow the selection of road restrictions, enabling users to select attributes, such as pavement type, number of lanes, and other relevant characteristics. Such development would allow for more detailed customization of geoprocessing tools, adapting it to specific logistical needs and enhancing the accuracy of distribution analyses.

When conducting geoprocessing in smaller regions, it is feasible to manually correct some of the limitations inherent in the IBGE shapefiles, especially when used as inputs. Disruptions in the trajectory of roads in line shapefiles can be easily rectified within QGIS. However, a meticulous investigation of each route by the user is required. An indication of flaws in the shapefile arises when attempting to execute network analysis tools within QGIS, as the software often displays an error pointing to a failure in the shapefile, highlighting the need for precise and careful adjustments to ensure data integrity and accuracy in geographical analyses.

Moreover, if alternative transportation modes such as aerial delivery are considered, it would be valuable to explore the potential of using drones for vaccine distribution. This approach is particularly relevant given the existing use of drones for the transportation of goods in Brazil and medical supplies in Rwanda, for example. However, such an exploration would necessitate a thorough examination of the transportation process, especially considering the specific requirements and constraints associated with immunobiological, such as their durability and refrigeration needs. This line of study could significantly contribute to the development of innovative and efficient distribution methods in the field of humanitarian logistics and public health.

6 REFERENCES

BAHAIRE, T.; ELLIOTT-WHITE, M. The application of geographical information systems (gis) in sustainable tourism planning: A review. Journal of Sustainable Tourism, Taylor & Francis, v. 7, n. 2, p. 159–174, 1999.

BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **European business review**, Emerald Group Publishing Limited, v. 19, n. 4, p. 332–348, 2007.

BRASIL. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações**. 2013. Available in: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rede_frio4ed.pdf. Access in: June 04, 2023.

BRASIL. **Lei Nº 14.124, de 10 de março de 2021**. 2021. Dispõe sobre as medidas excepcionais relativas à aquisição de vacinas e de insumos e à contratação de bens e serviços de logística, de tecnologia da informação e comunicação, de comunicação social e publicitária e de treinamentos destinados à vacinação contra a covid-19 e sobre o Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a Covid-19. Diário Oficial da União, 10 mar. 2021. Available in: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.124-de-10-de-marco-de-2021-307745858. Access in: March 07, 2023.

BRASIL. **Rede de Frio**. 2023. Available in: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/calendario-nacional-de-vacinacao/rede-de-frio. Access in: March 26, 2023.

COZZOLINO, A. Humanitarian logistic. **SpringerBriefs in Business**, 2012.

ERGUN, O. et al. Humanitarian supply chain management-an overview. In: SCHLOSS DAGSTUHL-LEIBNIZ-ZENTRUM FÜR INFORMATIK. **Dagstuhl seminar proceedings**. [S.l.], 2009.

ERGUN, O. et al. Operations research to improve disaster supply chain management. **Encyclopedia of operations research and management science**, John Wiley & Sons Hoboken, NJ, v. 6, p. 3802–3810, 2010.

FLETCHER-LARTEY, S. M.; CAPRARELLI, G. Application of gis technology in public health: successes and challenges. **Parasitology**, Cambridge University Press, v. 143, n. 4, p. 401–415, 2016.

JOVANOVIC´ , V. The application of gis and its components in tourism. **Yugoslav journal of operations research**, v. 18, n. 2, 2016.

KOVÁCS, G.; SPENS, K. Identifying challenges in humanitarian logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 39, n. 6, p. 506–528, 2009.

LONGLEY, P. A.; CHESHIRE, J. A. Geographical information systems. In: **The Routledge Handbook of Mapping and Cartography**. [S.l.]: Routledge, 2017. p. 251–258.

MARBLE, D. F. Geographic information systems: an overview. **Introductory readings in geographic information systems**, Taylor & Francis London and Bristol, PA, v. 3, n. 4, p. 8, 1990.

OVERSTREET, R. E. et al. Research in humanitarian logistics. **Journal of humanitarian logistics and supply chain management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 1, n. 2, p. 114–131, 2011.

ROBERTS, J. J. et al. Marine geospatial ecology tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with arcgis, python, r, matlab, and c++. **Environmental Modelling & Software**, Elsevier, v. 25, n. 10, p. 1197–1207, 2010.

SANTA CATARINA. **Plano Estadual de Vacinação contra a COVID-19**. 2021. Available in: https://www.coronavirus.sc.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/plano_campanha_vacinacao_covid_19_sc_edicao_2.pdf. Access in: May 06, 2023.

SIEBERT, C. Mudanças climáticas e desastres naturais em Santa Catarina: Impactos socioterritoriais e avaliação das políticas públicas. **XVII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. São Paulo, p. 1–22, 2017.

SILVA, M. d. N.; FLAUZINO, R. F. **Rede de frio: gestão, especificidades e atividades**. [S.l.]: Editora Fiocruz, 2017.

TATHAM, P.; CHRISTOPHER, M. **Humanitarian logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters**. [S.l.]: Kogan Page Publishers, 2018.

TOMASINI, R.; VAN WASSENHOVE, L. **Humanitarian logistics**. [S.l.]: Springer, 2009.

VAN WASSENHOVE, L. N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. **Journal of the Operational Research Society**, Taylor & Francis, v. 57, n. 5, p. 475–489, 2006.

RESILIENCE OF URBAN MOBILITY IN THE FACE OF THREATS RELATED TO FOSSIL FUELS USING QUALITATIVE SYSTEM DYNAMIC MODELS

D. V. R. Lara, A. N. Rodrigues da Silva, and P. Pfaffenbichler

ABSTRACT

Scarcity, unavailability, or price fluctuations of fossil fuels may negatively impact transportation equity and the economy due to the dependence of transport on this resource. Given the systemic nature of urban mobility systems, it is essential that they can resist, adapt, or transform themselves in the face of threats, while maintaining their basic state of functionality. In other words, they need to be resilient. However, strategies to measure the resilience of urban mobility systems fail to provide holistic analyses considering key elements and their interactions. Therefore, this research aims to characterize the resilience of urban mobility systems when exposed to fuel-related threats using qualitative system dynamics modeling. Our findings indicate that a resilient urban mobility system follows a preventive pattern, in which the dynamics aimed at strengthening public awareness and willingness to change, technological support, home office, and sustainable transport policies are imperative. Additionally, controlling fuel consumption is a crucial aspect.

1 INTRODUCTION

Cities are complex and self-organizing systems with nonlinear behavior and dynamic properties (Zhao *et al.*, 2013), which can be further divided or aggregated into other (sub)systems, such as urban mobility systems. Shock events occurring in one part of the system can lead to perturbations in other parts of the system and eventually affect its overall functioning. Rapid and intense urban growth contributes to the expansion and sprawl of urban areas, especially in the largest Brazilian metropolitan areas (Vasconcellos, 2016). Urban sprawl intensifies the population's dependence on motorized trips, which also increases carbon emissions (Philp and Taylor, 2017) and the transport sector's dependence on fossil fuels (Leung *et al.*, 2018; Lovelace and Philips, 2014).

Given the dependency of transport on fossil fuels, possible shocks to this resource, such as scarcity (peak oil), unavailability, or price fluctuations, may negatively affect transport equity and the economy, leading to higher public transport fares, higher food and goods prices (Fernandes *et al.*, 2017). Due to the systemic nature of urban mobility systems, it is essential that they can resist, adapt, or transform themselves in the face of threats, while maintaining their basic state of functionality. In other words, urban mobility systems need to be resilient. Various strategies to measure the resilience of urban mobility systems use conceptual frameworks (Fernandes *et al.*, 2017, 2019; Gonçalves and Ribeiro, 2020; Liu and Song, 2020; Ribeiro and Pena Jardim Gonçalves, 2019), indicator-based approaches (Calvert

and Snelder, 2018; Janic, 2018; Leobons *et al.*, 2019; Martins *et al.*, 2019; Twumasi-Boakye and Sobanjo, 2019), and fuzzy logic models (Santos *et al.*, 2020). However, holistic analyses that consider key elements of transportation systems and their interactions are scarce. Therefore, we aim to answer the following research questions: Which components of urban mobility systems are most affected by fuel-related threats? How do fuel-related threats affect travel patterns? What changes are needed for urban mobility systems to increase their resilience in the face of fuel-related threats?

The objective of this research is to characterize the resilience of urban mobility systems in the face of fuel-related threats using qualitative system dynamics modeling. The method entails identifying the principal components of the system and their relationships and interconnections. This is followed by the construction of causal loop diagrams (CLD) depicting the urban mobility system in different situations. These include the basic state of functionality when affected by fuel-related threats, and in a situation where the system still functions due to resilience. The proposed approach has the potential to facilitate integrated urban and transport management, as well as the construction of resilient cities.

This paper is divided into five main sections. The first section introduces the problem of study and the research questions. Section 2 briefly addresses the literature review. In Section 3, we introduce the method. Section 4 presents the qualitative system dynamics models and a discussion of the results. In Section 5, we draw conclusions and provide suggestions for future studies.

2 THEORETICAL BACKGROUND

The transport's dependence on fossil fuels raises concerns about the global economy, the worsening of greenhouse gas (GHG) emissions, and, consequently, the global climate crisis. Increased fuel prices are directly linked to higher food and goods prices, also impacting the transport sector (Fernandes *et al.*, 2017). Higher transport costs can have negative impacts on transport equity, leaving many people vulnerable to fluctuations in oil prices (Leung *et al.*, 2018; Lovelace and Philips, 2014).

In 2017, global transport emissions accounted for 24.5% of total CO_2 emissions from fuel combustion, and 74.1% of global transport emissions were due to road transport (International Energy Agency [IEA], 2017). Although the International Energy Agency (IEA) predicts a slower increase in CO_2 transport-related emissions until 2050, Philp and Taylor (2017) reinforce that CO_2 transport-related emissions comprise a social problem that technology alone cannot solve. The authors state that public awareness and perception are two major barriers to the transition to low-carbon transport, therefore understanding the reasons for modal choices is crucial (Philp and Taylor, 2017).

In this context, the concept of resilience has emerged as an important response to system threats. Its definition was initially introduced by Holling in 1973 and improved by Folke *et al.* (2010). Later, Fernandes *et al.* (2017, 2019) adapted the concept to the context of urban mobility. In this study, we define the resilience of urban mobility systems as the ability to:

- preserve current conditions or swiftly return to desired levels of functionality in mobility patterns, while also addressing the reduction of its ecological footprint (persistence);

- absorb the initial damage, and diminish the impacts from disturbances by adopting different alternatives regarding basic mobility functionalities without compromising other subsystems' functions (adaptability); and
- adapt to change by quickly transforming subsystems that limit current or future adaptive capacity (transformability).

Therefore, developing an analysis framework that can characterize the variables and dynamics involved in resilient urban mobility systems is foremost to prevent these systems from collapsing under fuel-related threats.

System dynamics is a computer-aided modeling approach to policy analysis and design that applies to problems arising in complex systems (Richardson and Pugh, 1981; Sterman, 2002). In this approach, systems are analyzed from a holistic and interconnected perspective, enabling the observation of feedback loops and the impacts of threats to system functionality that may not be intuitive (Joakim *et al.*, 2016). System dynamics encompasses both qualitative, such as Causal Loop Diagrams (CLD), and quantitative methodologies to analyze system behaviors and response to threats over time (Nabavi *et al.*, 2017). In this study, we focus on qualitative models to characterize the resilience of urban mobility systems in the face of threats related to fossil fuels.

3 METHOD

For assessing the resilience of urban mobility, we propose a 3-step framework, namely: characterization of interrelations and interconnections; qualitative model formulation; and model validation.

The first step comprises the identification of cause-effect relationships, feedback between key system elements, boundaries (resilience of what) (Suryani *et al.*, 2020, 2021; Tenza *et al.*, 2017), and time horizons. This step can be carried out through a literature review; the opinions of experts, decision-makers, and stakeholders; and a search in official statistical databases.

The second step regards qualitative modeling. Qualitative models are graphic tools used for better understanding the causal relationships between a system's components (Sterman, 2002). A cause-effect relationship is represented by an arrow and the sign "+" (same) or "-" (opposite) indicating the polarity of the link. Components or variables that have the "same" polarity are directly proportional, while variables with "opposite" polarity are inversely proportional. The method also counts with feedback loops, which can be reinforcing or balancing. Reinforcing loops result in exponential growth of the system whereas balancing loops contribute to stabilization. Moreover, archetypes comprise common system structures that produce characteristic behavior patterns (Meadows, 2000). In this step, we investigate the causal beliefs (Rich *et al.*, 2009) and create causal loop diagrams (CLDs), structure, and feedback processes (Feofilovs *et al.*, 2020; Menezes *et al.*, 2017). Furthermore, CLDs are created under different conditions, namely: in the basic state of functionality, when affected by fuel-related threats, and in a resilient state.

Finally, the last step comprises the model validation, in which we carefully examine the model's coherence, and its realistic portrayal of critical aspects of the research problem (Rich *et al.*, 2009). This step can be executed through consultancy to local managers, community planners, engineers, decision-makers, and other relevant stakeholders (Joakim *et al.*, 2016),

and comparison with historical data and information covering the time horizon of the simulation (Suryani *et al.*, 2020, 2021).

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

The literature review enabled the identification of a comprehensive set of variables used to characterize urban mobility components and their interrelations. To create CLDs involving key variables describing the system's behavior, we consolidated comparable variables and identified the most pertinent ones to delineate the causal connections, as outlined in Table 1.

Table 1 Variables

Subsystem	Variables	References
Institutional	Land-use policies, Private motorized transport policies, Priorities of policymakers to transport policies, Active and public transport policies, Technological strengths, Segregated housing or relocation programs	Leung *et al.*, 2018; Moradi and Vagnoni, 2018; Mostafavi and Inman, 2016; Zhao *et al.*, 2013
Social	Employment, Health issues, Safety, Urban segregation, Vulnerable social groups, Home office	Cao and Hickman, 2019; Dodson, 2014; Feofilovs *et al.*, 2020; Joakim *et al.*, 2016; Leung *et al.*, 2018; Macmillan *et al.*, 2018; Moradi and Vagnoni, 2018; Pfaffenbichler *et al.*, 2010; Xie and Wang, 2018
Economic	Economic performance, Trip costs, Fuel price, Price of food and goods	Fontoura *et al.*, 2019; Leung *et al.*, 2018; Mattsson and Jenelius, 2015; Moradi and Vagnoni, 2018; Pfaffenbichler *et al.*, 2010; Xie and Wang, 2018; Zhao *et al.*, 2013
Material and energy flows	Fuel consumption, Fuel supply, Oil vulnerability	Leung *et al.*, 2018; Lovelace and Philips, 2014; Moradi and Vagnoni, 2018; Pfaffenbichler *et al.*, 2010
Infrastructure	Compact urban form and structure, Transport infrastructure investments	Leung *et al.*, 2018; Mattsson and Jenelius, 2015; Moradi and Vagnoni, 2018; Suryani *et al.*, 2021; Xie and Wang, 2018
Natural	GHG emissions, Environmental issues	Feofilovs *et al.*, 2020; Fontoura *et al.*, 2019; Mattsson and Jenelius, 2015; Zhao *et al.*, 2013
Demand	Private motorized travel demand, Population, Active and public travel demand, Public awareness and willingness to changes, Travel demand	Dodson, 2014; Feofilovs *et al.*, 2020; Fontoura *et al.*, 2019; Leung *et al.*, 2018; Mattsson and Jenelius, 2015; Moradi and Vagnoni, 2018; Pfaffenbichler *et al.*, 2010; Philp and Taylor, 2017; Suryani *et al.*, 2020, 2021; Xie and Wang, 2018
Transport mode	Efficiency of vehicles, Mobility performance, Travel time, Traffic congestion, Travel distance	Dodson, 2014; Leung *et al.*, 2018; Mattsson and Jenelius, 2015; Moradi and Vagnoni, 2018; Pfaffenbichler *et al.*, 2010; Philp and Taylor, 2017; Suryani *et al.*, 2021

Based on the variables selected (Table 1), we built the qualitative models using CLDs. The qualitative models portrayed in this research comprise an extension of the studies conducted by Lara *et al.* (2023) and Lara and Rodrigues da Silva (2021). The studies described and analyzed the dynamics of urban mobility systems under different conditions, namely: (i) in the essential state of functionality, (ii) affected by disruptive events, and (iii) still functioning due to its resilience. Lara and Rodrigues da Silva (2021) analyzed the resilience of urban mobility to environmental threats (such as climate change, flooding, and natural hazards), while Lara *et al.* (2023) studied the resilience of urban mobility to health-related threats (the

COVID-19 pandemic). In this study, we analyze the resilience of urban mobility in the face of threats related to fossil fuels, following the same strategy of analysis proposed by Lara *et al.* (2023) and Lara and Rodrigues da Silva (2021).

4.1 CLD: Essential state of functionality

According to Lara and Rodrigues da Silva (2021), the essential state of functionality corresponds to common system structures that represent the system's behavior during a typical day, that is, the essential state is an archetype of the urban mobility system. In this instance, the CLD yielded fourteen primary feedback loops, with ten reinforcing (R1 to R10) and four balancing (B1 to B4) loops, as depicted in Figure 1.

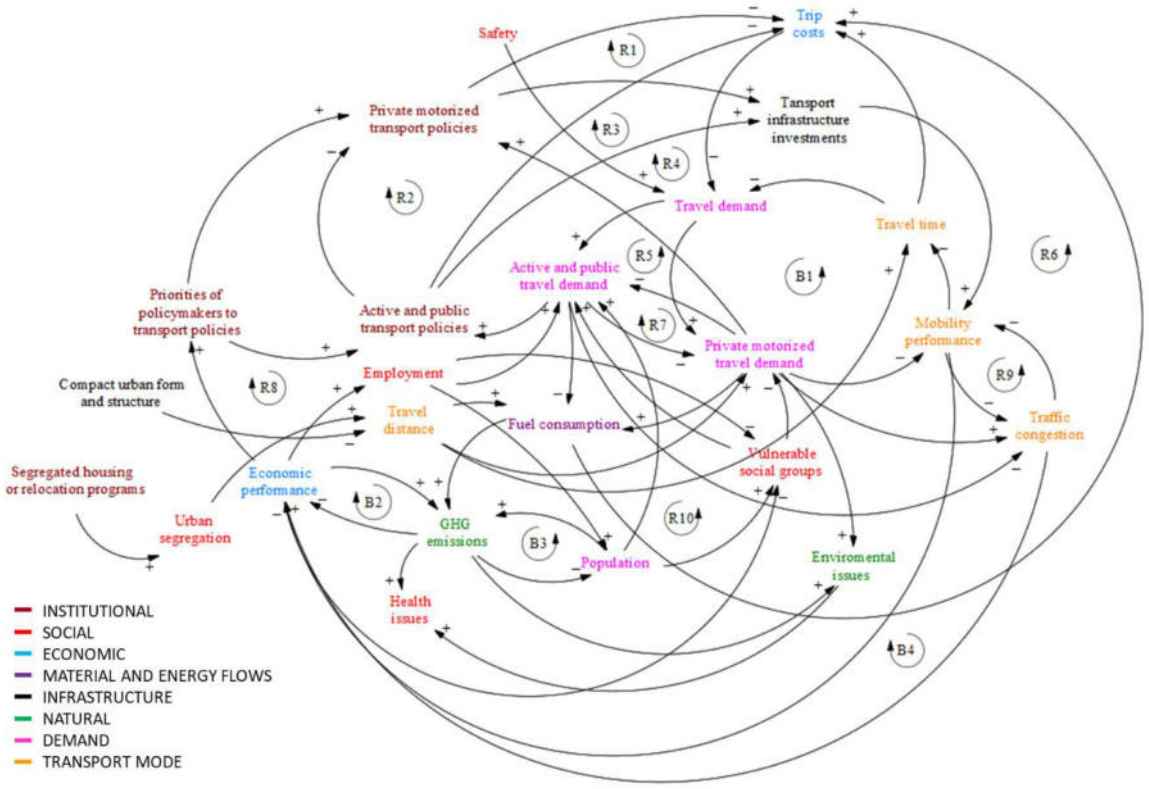


Fig. 1 Causal loop diagram for urban mobility systems in its essential state of functionality (Lara and Rodrigues da Silva, 2021)

The feedback loops highlighted in Figure 1 are described in detail by Lara and Rodrigues da Silva (2021). To illustrate the interpretation of the feedback loops in Figure 1, a schematic representation of the reinforcing feedback loop R2 is presented:

$$\text{(R2) PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT POLICIES} \xrightarrow{+} \text{TRANSPORT INFRASTRUCTURE INVESTMENTS} \xrightarrow{+} \text{MOBILITY PERFORMANCE} \xrightarrow{-} \text{TRAVEL TIME} \xrightarrow{-} \text{TRAVEL DEMAND} \xrightarrow{+} \text{PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT DEMAND} [\xrightarrow{-} \text{ACTIVE AND PUBLIC TRAVEL DEMAND} \xrightarrow{+} \text{ACTIVE AND PUBLIC TRAVEL POLICIES} \xrightarrow{-}] \xrightarrow{+} \text{PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT POLICIES}$$

The reinforcing loop R2 indicates that an increase in policies aimed at private motorized transport increases investments in transport infrastructure, which increases mobility performance, decreasing travel time, which in turn increases travel demand. An increase in

travel demand increases private motorized transport demand (which reduces active and public travel demand, lowering policies on active and public transport), which in turn expands policies on private motorized transport. As the interpretation of the remaining loops is analogous, they will not be explained in detail.

Overall, Institutional, Social, Demand, and Transport mode subsystems exert a significant influence on the CLD concerning the essential state of functionality, as they denote 70.83% of the variables. Additionally, the CLD in Figure 1 is general and shows that the priorities of the public authorities for directing policies toward active, public, or private motorized transport are intertwined with economic interests. Consequently, while certain dynamics may pressure the implementation of public policies favoring a particular travel mode, such policies materialize only when policymakers' priorities align with economic interests. Moreover, loop R10 indicates that a reduction in vulnerable social groups (e.g., low-income population) results in increased fuel consumption. These dynamics arise from an increase in the population traveling by private motorized vehicles, consequently elevating the demand for private motorized travel. However, loop R10 lacks additional balancing loops to stabilize it, leading to an exponential growth in fuel consumption. Hence, economic interests drive urban mobility in its essential state of functionality, and the dynamic interplay between mobility performance and travel demand has exponential growth, as well as stabilizing dynamics that can lead to balanced feedback loops. Furthermore, measures must be taken to stabilize fuel consumption, as the functioning of the system exponentially aggravates environmental issues and is exposed to fuel restrictions (Lara and Rodrigues da Silva, 2021).

4.2 CLD: Affected by fuel-related threats

The CLD representing the system behavior when exposed to threats related to fossil fuels resulted in ten major feedback loops, in which five are reinforcing (Rft1 to Rft5) and five are balancing (Bft1 to Bft5) loops, as indicated in Figure 2. The understanding of reinforcing (Rft) and balancing (Bft) feedback loops is analogous to the explanation provided for the CLD of the system in its essential state of functionality (Figure 1). A schematic representation of the reinforcing feedback loop Rft1 is presented as an example:

$$\text{(Rft1) OIL VULNERABILITY} \xrightarrow{-} \text{ECONOMIC PERFORMANCE} \xrightarrow{+} \text{TECHNOLOGICAL STRENGTHS} \xrightarrow{+} \text{EFFICIENCY OF VEHICLES} \xrightarrow{-} \text{FUEL CONSUMPTION} \xrightarrow{+} \text{OIL VULNERABILITY}$$

The reinforcing loop Rft1 indicates that an increase in oil vulnerability decreases economic performance, which decreases policies aimed at technological strengths (such as innovation, intelligent transportation systems (ITS), electric vehicles, alternative fuels, and energy efficiency), decreasing the vehicle efficiency, which in turn increases fuel consumption, increasing oil vulnerability. Since the explanation of the other loops adheres to a comparable logic, they will not be detailed.

Overall, the model led to a rise in the contribution of the number of variables that compound the Material and energy flows (from 4.2% to 9.1%), Economic (from 8.3% to 12.1%), and Institutional (from 16.7% to 18.2%) subsystems, compared to the essential state. Institutional, Social, Demand, and Transport mode subsystems exert a greater influence over the CLD, accounting for 66.67% of the variables.

Figure 2 indicates that an increase in vulnerable social groups, fuel consumption, and fuel prices, coupled with a decrease in fuel supply, intensify the system's oil vulnerability. As the

fuel supply decreases, the price increases, which in turn increases the system's vulnerability to the use of fossil fuels. Price and supply of fuels, when they are not part of the loops, are exogenous variables that cause the worsening of fuel consumption, economic problems and, consequently, weaken the support for technological strengths and fuel consumption reduction policies. Balancing loop Bft4 stabilizes trip costs as the home office variable increases, which in turn causes a decrease in private motorized travel demand. Therefore, urban mobility systems exposed to threats related to fossil fuels are driven by the system's oil vulnerability, especially regarding fuel consumption. Furthermore, public awareness and willingness to change towards sustainable travel modes, technological strengths, and home office play an important role in stabilizing fuel consumption, trip costs, private motorized travel demand, and impacts on economic performance.

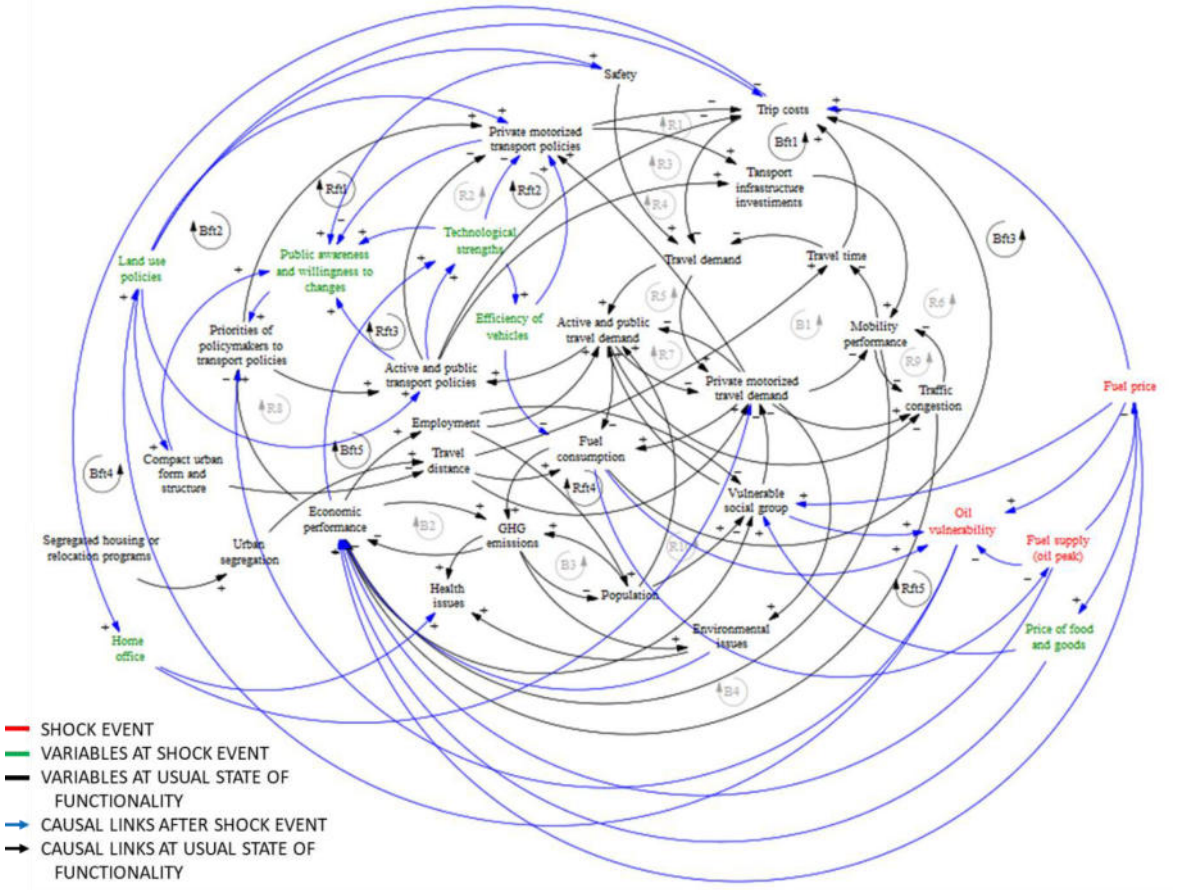


Fig. 2 Causal loop diagram of urban mobility systems affected by fuel-related threats

4.3 CLD: Resilient system

A resilient urban mobility system should possess attributes enabling it to preserve its current conditions (persistence), absorb initial damage to mitigate impacts (adaptability), or adapt to change and rapidly transmute subsystems (transformability) following disturbances. Examining the system under threat facilitated the identification of variables, connections, and feedback loops vital for delineating a resilient system. The CLD of a resilient urban mobility system resulted in thirteen major feedback loops, of which eight are reinforcing (Rr1 to Rr8) and five are balancing (Br1 to Br5) loops, as detailed in Figure 3. The interpretation of reinforcing and balancing feedback loops is analogous to CLDs shown in Figures 1 and 2.

In general, Figure 3 revealed that the Institutional, Social, Demand, and Transport mode subsystems have greater weight over a resilient urban mobility system, as they represent 68.75% of the variables. Moreover, Figure 3 suggests the CLD representing resilience shares certain similarities with the diagram illustrating the system under threat. But there is a crucial distinction between the two diagrams: in the CLD under threat, dynamics follow a reactive pattern, whereas in the resilient CLD, they exhibit a preventive pattern.

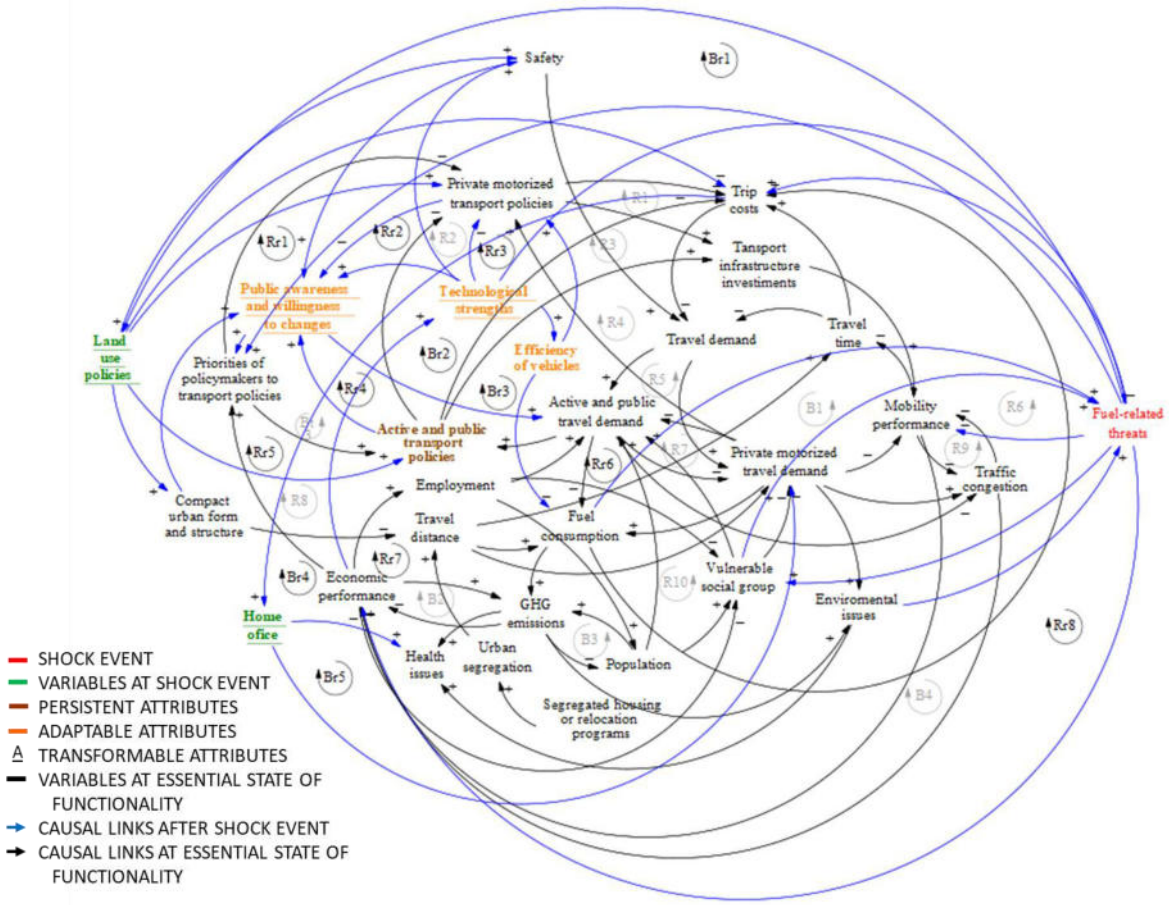


Fig. 3 Causal loop diagram of a resilient urban mobility system

Figure 3 indicates that public awareness and willingness to change is important to guide the priorities of public policymakers towards sustainable transport policies, which boost active and public transport demand, and reinforce a favorable public opinion regarding active and public transport modes (Rr2, Rr3 and Rr4). An increase in the demand for sustainable transport modes reduces fossil fuels consumption, which diminishes the system's oil vulnerability (Rr1 and Rr6). Reducing the oil vulnerability enhance the economic performance, which once again reinforces the priorities of public policymakers towards sustainable transport policies (Rr1). Besides that, public awareness and willingness to change favors the dynamics directed to investments in sustainable transport infrastructures, which improves mobility performance, enhancing economic performance, which enables the support of policies and measures towards technological strengths (such as innovation, ITS, electric vehicles, alternative fuels, and energy efficiency) (Rr5). The support on technology, mainly the ones regarding the improvement of vehicles' energy efficiency and alternative fuels, are crucial to the reduction of fossil fuel consumption (Rr7 and Rr8). Reinforcing loops aimed at controlling fossil fuel consumption are essential to contain the system's oil vulnerability. On the other hand, the dynamics present in balancing loops tend to stabilize and mitigate threats to urban mobility associated with fossil fuels. Expanded use of

sustainable travel modes tends to reduce costs or fare of trips, which increases the travel demand for those transport modes, which reduces fuel consumption (Br1). Investments in sustainable transport infrastructure (Br2) allied to enhanced mobility performance and enhanced vehicles' energy efficiency increase economic performance, which in turn balances fossil fuel consumption (Br3). Another important factor comprises the reduction in the use of private transport modes due to the home office, which also contributes for the reduction of fossil fuel consumption (Br4 and Br5). Therefore, the results suggest that policies for technology strengths solely cannot manage the system's oil vulnerability. A resilient system should intensify public awareness to pressure the public managers towards the implementation of policies and measures towards encouraging the use of active and public transport modes, also limiting fuel consumption.

5 CONCLUSIONS

Due to the systemic and complex nature of urban mobility systems, a comprehensive analysis that considers the components, interactions, and dynamics of the systems over time after perturbations becomes crucial. More precisely, urban mobility systems need to be resilient, that is, they need to preserve their current conditions (persistence), absorb initial damage (adaptability), or adapt to change and rapidly transform subsystems (transformability) in the face of fuel-related threats. Various strategies to measure the resilience of urban mobility systems use conceptual frameworks (Fernandes *et al.*, 2017, 2019; Gonçalves and Ribeiro, 2020; Liu and Song, 2020; Ribeiro and Pena Jardim Gonçalves, 2019), indicator-based approaches (Calvert and Snelder, 2018; Janic, 2018; Leobons *et al.*, 2019; Martins *et al.*, 2019; Twumasi-Boakye and Sobanjo, 2019), and fuzzy logic models (Santos *et al.*, 2020). However, holistic analyses using qualitative models are scarce. Qualitative system dynamics models offer a comprehensive understanding of the dynamics involved within a system, providing a holistic view of its overall functioning.

Our findings indicate that in the causal loop diagram (CLD) concerning urban mobility systems in their fundamental state of functionality, economic interests play a significant role in shaping transportation policies. Moreover, it is imperative to implement measures aimed at stabilizing the dynamics of fuel consumption, as it is related to a worsening of environmental issues and exposing the system to fuel restrictions. The CLD of the system exposed to fuel-related threats is driven by the system's oil vulnerability, especially regarding fuel consumption. Furthermore, public awareness and willingness to change towards sustainable travel modes, technological strengths, and home office play an important role in stabilizing fuel consumption, private motorized travel demand, and impacts on economic performance. The CLD concerning a resilient urban mobility system follows a preventive pattern. This can be observed in the dynamics focused on strengthening public awareness and willingness to change, technological support, home office, and sustainable transport policies; also controlling fuel consumption and oil vulnerability. Thus, public opinion, incentives for using sustainable and energy-efficient transportation, as well as limiting fuel consumption, play important roles in a resilient system.

This research provides a comprehensive understanding of the dynamics present in urban mobility systems regarding their basic functioning, affected by fuel-related threats and resilience. The qualitative models not only enable answering the questions formulated in the introductory section but also can support the implementation of integrated transportation policies. They can identify dynamics that might counterintuitively worsen functionalities or exacerbate system malfunctions. However, the models still need to be validated through

observed data using case studies, for example. For future studies, we suggested extending the analysis to quantitative models based on stock and flow diagrams. The outcomes of this study may be used to support the process of planning and building resilient cities.

6 ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - CAPES (Finance Code 001 and PrInt USP - PAME). The authors also thank the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development - CNPq (Grant 306548/2022-4) for supporting the development of this work in different ways and periods.

7 REFERENCES

Calvert, S. C., and Snelder, M. (2018) A Methodology for Road Traffic Resilience Analysis and Review of Related Concepts. **Transportmetrica A: Transport Science**, 14(1-2), 130-154. https://doi.org/10.1080/23249935.2017.1363315

Cao, M., and Hickman, R. (2019) Urban Transport and Social Inequities in Neighbourhoods Near Underground Stations in Greater London. **Transportation Planning and Technology**, 42(5, SI), 419-441. https://doi.org/10.1080/03081060.2019.1609215

Dodson, J. (2014) Suburbia under an Energy Transition: A Socio-Technical Perspective. **Urban Studies**, 51(7, SI), 1487-1505. https://doi.org/10.1177/0042098013500083

Feofilovs, M., Romagnoli, F., Gotangco, C. K., Josol, J. C., Jardeleza, J. M. P., Litam, J. E., Campos, J. I., and Abenojar, K. (2020) Assessing Resilience against Floods with a System Dynamics Approach: A Comparative Study of Two Models. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, 11(5), 615-629. https://doi.org/10.1108/IJDRBE-02-2020-0013

Fernandes, V. A., Rothfuss, R., Hochschild, V., da Silva, M. A., da Silva, W. R., Steiniger, S., and dos Santos, T. F. (2019) Urban Resilience in the face of Fossil Fuel Dependency: The Case of Rio de Janeiro's Urban Mobility. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180160

Fernandes, V. A., Rothfuss, R., Hochschild, V., da Silva, W. R., and Santos, M. P. de S. (2017) Resiliência da Mobilidade Urbana: Uma Proposta Conceitual e de Sistematização. **Revista Transportes**, 25(4), 147-160. https://doi.org/10.14295/transportes.v25i4.1079

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., and Rockström, J. (2010) Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. **Ecology and Society**, 15(4). https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420

Fontoura, W. B., Diniz Chaves, G. de L., and Ribeiro, G. M. (2019) The Brazilian Urban Mobility Policy: The Impact in Sao Paulo Transport System Using System Dynamics. **Transport Policy**, 73, 51-61. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.09.014

Gonçalves, L. A. P. J., and Ribeiro, P. J. G. (2020) Resilience of Urban Transportation Systems. Concept, Characteristics, and Methods. **Journal of Transport Geography**, 85, 102727. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102727

Holling, C. S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecological Systems**, 4, 1-23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

International Energy Agency (2017) CO_2 Emissions from Fuel Combustion Highlights. Paris, France.

Janic, M. (2018) Modelling the Resilience, Friability and Costs of an Air Transport Network Affected by a Large-Scale Disruptive Event: The Case of HSR (High Speed Rail)

Transportation Research Part A: Policy and Practice, 45, 1101-1137. https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.10.023

Joakim, E. P., Mortsch, L., Oulahen, G., Harford, D., Klein, Y., Damude, K., and Tang, K. (2016) Using System Dynamics to Model Social Vulnerability and Resilience to Coastal Hazards. **International Journal of Emergency Management**, 12(4), 366-391. https://doi.org/10.1504/IJEM.2016.079846

Lara, D. V. R., Pfaffenbichler, P., and Rodrigues da Silva, A. N. (2023) Modeling the Resilience of Urban Mobility when Exposed to the Covid-19 Pandemic: A Qualitative System Dynamics Approach. **Sustainable Cities and Society**, 91, 104411. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104411

Lara, D. V. R., and Rodrigues da Silva, A. N. (2021) Resilience of Urban Mobility Systems: Combining Urban Subsystems and Threats with a System Dynamics Approach. In O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, C. Garau, I. Blečić, D. Taniar, B. O. Apduhan, A. M. A. C. Rocha, E. Tarantino, and C. M. Torre (Eds.), **Computational Science and Its Applications - ICCSA 2021** (1st ed., pp. 93-108) Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87010-2_7

Leobons, C. M., Gouvêa Campos, V. B., and Mello Bandeira, R. A. De. (2019) Assessing Urban Transportation Systems Resilience: A Proposal of Indicators. **Transportation Research Procedia**, 37, 322-329. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.199

Leung, A., Burke, M., and Cui, J. (2018) The Tale of Two (Very Different) Cities - Mapping the Urban Transport Oil Vulnerability of Brisbane and Hong Kong. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 65, 796-816. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.011

Liu, W., and Song, Z. (2020) Review of Studies on the Resilience of Urban Critical Infrastructure Networks. **Reliability Engineering and System Safety**, 193, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106617

Lovelace, R., and Philips, I. (2014) The "Oil Vulnerability" of Commuter Patterns: A Case Study from Yorkshire and the Humber, UK. **Geoforum**, 51, 169-182. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.11.005

Macmillan, A. K., Mackie, H., Hosking, J. E., Witten, K., Smith, M., Field, A., Woodward, A., Hoskins, R., Stewart, J., van der Werf, B., and Baas, P. (2018) Controlled Before-After Intervention Study of Suburb-Wide Street Changes to Increase Walking and Cycling: Te Ara Mua-Future Streets Study Design. **BMC Public Health**, 18. https://doi.org/10.1186/s12889-018-5758-1

Martins, M. C. da M., da Silva, A. N., and Pinto, N. (2019) An Indicator-Based Methodology for Assessing Resilience in Urban Mobility. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 77, 352-363. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.004

Mattsson, L.-G., and Jenelius, E. (2015) Vulnerability and Resilience of Transport Systems - A Discussion of Recent Research. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 81, 16-34. https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.06.002

Meadows, D. (2000) **Thinking in Systems**. Chelsea Green.

Menezes, E., Maia, A. G., and de Carvalho, C. S. (2017) Effectiveness of Low-Carbon Development Strategies: Evaluation of Policy Scenarios for the Urban Transport Sector in a Brazilian Megacity. **Technological Forecasting and Social Change**, 114, 226-241. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.016

Moradi, A., and Vagnoni, E. (2018) A Multi-Level Perspective Analysis of Urban Mobility System Dynamics: What Are the Future Transition Pathways? **Technological Forecasting and Social Change**, 126, 231-243. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.002

Mostafavi, A., and Inman, A. (2016) Exploratory Analysis of the Pathway towards Operationalizing Resilience in Transportation Infrastructure Management. **Built**

Environment Project and Asset Management, 6(1), 106-118. https://doi.org/10.1108/BEPAM-03-2015-0011

Nabavi, E., Daniell, K. A., and Najafi, H. (2017) Boundary Matters: The Potential of System Dynamics to Support Sustainability? **Journal of Cleaner Production**, 140, 312-323. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.032

Pfaffenbichler, P., Emberger, G., and Shepherd, S. (2010) A System Dynamics Approach to Land Use Transport Interaction Modelling: The Strategic Model Mars and Its Application. **System Dynamics Review**, 26(3), 262-282. https://doi.org/10.1002/sdr.451

Philp, M., and Taylor, M. A. P. (2017) Research Agenda for Low-Carbon Mobility: Issues for New World Cities. **International Journal of Sustainable Transportation**, 11(1, SI), 49-58. https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1106261

Ribeiro, P. J. G., and Pena Jardim Gonçalves, L. A. (2019) Urban Resilience: A Conceptual Framework. **Sustainable Cities and Society**, 50, 101625. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101625

Rich, E., Gonzalez, J. J., Qian, Y., Sveen, F. O., Radianti, J., and Hillen, S. (2009) Emergent Vulnerabilities in Integrated Operations: A Proactive Simulation Study of Economic Risk. **International Journal of Critical Infrastructure Protection**, 2(3), 110-123. https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2009.07.002

Richardson, G. P., and Pugh, A. J. (1981) **Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO**. MIT Press.

Santos, T., Silva, M. A., Fernandes, V. A., and Marsden, G. (2020) Resilience and Vulnerability of Public Transportation Fare Systems: The Case of the City of Rio de Janeiro, Brazil. **Sustainability**, 12(2). https://doi.org/10.3390/su12020647

Sterman, J. D. (2002) **System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World** (ESD-WP-2003-01.13; Working Paper Series).

Suryani, E., Hendrawan, R. A., Adipraja, P. F. E., and Indraswari, R. (2020) System Dynamics Simulation Model for Urban Transportation Planning: A Case Study. **International Journal of Simulation Modelling**, 19(1), 5-16. https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-1-493

Suryani, E., Hendrawan, R. A., Adipraja, P. F. E., Wibisono, A., and Dewi, L. P. (2021) Urban Mobility Modeling to Reduce Traffic Congestion in Surabaya: A System Dynamics Framework. **Journal of Modelling in Management**, 16(1), 37-69. https://doi.org/10.1108/JM2-03-2019-0055

Tenza, A., Perez, I., Martinez-Fernandez, J., and Gimenez, A. (2017) Understanding the Decline and Resilience Loss of a Long-Lived Social-ecological System: Insights from System Dynamics. **Ecology and Society**, 22(2). https://doi.org/10.5751/ES-09176-220215

Twumasi-Boakye, R., and Sobanjo, J. (2019) Civil Infrastructure Resilience: State-of-the-Art on Transportation Network Systems. **Transportmetrica A: Transport Science**, 15(2), 455-484. https://doi.org/10.1080/23249935.2018.1504832

Vasconcellos, E. A. de. (2016) Mobilidade Cotidiana, Segregação Urbana e Exclusão. In R. Balbim, C. Krause, and C. C. Linke (Eds.), **Cidade e Movimento: Mobilidades e Interações no Desenvolvimento Urbano** (1st ed., pp. 57-79) IPEA.

Xie, X.-F., and Wang, Z. J. (2018) Examining Travel Patterns and Characteristics in a Bikesharing Network and Implications for Data-Driven Decision Supports: Case Study in the Washington DC Area. **Journal of Transport Geography**, 71, 84-102. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.07.010

Zhao, P., Chapman, R., Randal, E., and Howden-Chapman, P. (2013) Understanding Resilient Urban Futures: A Systemic Modelling Approach. **Sustainability**, 5(7), 3202-3223. https://doi.org/10.3390/su5073202

ANÁLISE DA RESILIÊNCIA DE UM SISTEMA METROVIÁRIO FRENTE A EVENTOS DE INTERFERÊNCIAS DE TERCEIROS.

A. B. Esteve, O. S. da S. Júnior;
F. A. C. do Nascimento

RESUMO

Este trabalho aborda a análise da resiliência no contexto do transporte público, com foco no modo de transporte metroviário, quando sujeito a interferências de terceiros. As interferências de terceiros compreendem fatores externos e imprevisíveis ao controle regular da operadora, englobando situações como invasões à via ou faixa de domínio, suicídios, roubo de equipamentos e incêndios. No entanto, a antecipação desses eventos, associada à prontidão para restabelecer o serviço, a implementação de planos de comunicação e contingência, são elementos essenciais para minimizar impactos negativos na regularidade da prestação do serviço. O método adotado está embasado no conceito do Triângulo da Resiliência que permite uma compreensão aprofundada dos eventos e fornece percepções valiosas para a formulação de estratégias e aumento da resiliência do modo de transporte. Os resultados, comentados por especialistas, destacam a importância da prontidão e comunicação eficaz para minimizar os impactos na regularidade do serviço e aumentar a resiliência do modo de transporte.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana no Brasil é um desafio complexo que impacta diretamente a vida dos cidadãos e o funcionamento das cidades. O transporte público desempenha um papel crucial nesse contexto, sendo fundamental para a vitalidade econômica, a justiça social e a qualidade de vida nas áreas urbanas. Ferraz e Torres (2004) e Pontes (2005) destacam a importância do transporte público como elemento integrador e redistribuidor de renda, influenciando padrões de uso do solo e facilitando o acesso a oportunidades para populações economicamente desfavorecidas.

No entanto, a eficiência e resiliência dos sistemas de transportes enfrentam diversos desafios. Eventos climáticos extremos, congestionamentos e manifestações são apenas alguns exemplos citados por Santos (2014), que podem afetar a fluidez dos deslocamentos urbanos. Além disso, ações criminosas como o furto de cabos representam uma ameaça significativa, impactando não apenas a operação dos sistemas de transporte, mas também gerando prejuízos econômicos consideráveis. Segundo dados de Lourenço (2022), o Rio de Janeiro registrou perdas de até 5 milhões de reais em 2021 devido a furtos de cabos, enquanto a operadora de trens metropolitanos, a Supervia, reportou mais de 56 quilômetros de cabos furtados apenas no primeiro semestre de 2022.

Além dos desafios operacionais, questões de segurança também preocupam as autoridades e operadoras de transporte. O suicídio nos trilhos, por exemplo, representa não apenas uma tragédia humana, mas também um desafio logístico e operacional para as empresas de transportes. Relatórios como o da Metropolitan Transportation Authority (MTA), citado por Buiso (2013), apontam para um número significativo de mortes relacionadas ao suicídio nos sistemas de transporte, evidenciando a necessidade de intervenções preventivas e de apoio psicossocial.

Diante desses desafios, é imperativo que governos, operadoras de transporte e forças de segurança trabalhem de forma colaborativa para desenvolver estratégias eficazes de prevenção e mitigação. Investimentos em tecnologias de monitoramento e segurança, campanhas de conscientização pública, são essenciais para enfrentar tanto os desafios operacionais quanto os de segurança. Ao mesmo tempo, é crucial abordar questões sociais e econômicas subjacentes que contribuem para os problemas de mobilidade e segurança, visando garantir uma mobilidade urbana sustentável e segura para todos os cidadãos, conforme defendido por Musselwhite e Haddad (2010) e Mattsson e Jenelius (2015).

A sociedade moderna depende de cidades com boa infraestrutura para apoiar o bem-estar e o padrão de vida das pessoas. Esta dependência, por outro lado, pode ser maléfica, pois uma indisponibilidade dos sistemas de transporte pode ameaçar a possibilidade das pessoas se locomoverem, prejudicando a acessibilidade às suas atividades diárias e, no limite, de receberem cuidados médicos ou outros serviços críticos conforme definem Jenelius e Mattsson (2015). Ademais das próprias falhas em que estão sujeitos os sistemas de transportes, dos impactos por eventos de origem meteorológica que podem gerar indisponibilidade, vivemos em uma sociedade que se aproveita de brechas em segurança para cometer pequenos delitos para favorecimento próprio. Podemos citar como exemplo os furtos de material elétrico e eletrônico que geram impactos severos na circulação de trens no Brasil e no mundo.

No Brasil, a relevância do tema chegou na pauta da Câmara dos Deputados. Foi criado um projeto de lei (PL 1225/2022) que institui a política nacional de prevenção e combate ao furto e roubo de cabos, fios metálicos, geradores, baterias, transformadores e placas metálicas. Este projeto de lei, conforme descrito por Junior (2022) prevê multas severas a estabelecimentos que recepcionam estes produtos de forma ilegal. Conforme afirmado por D'Lima e Medda (2015), "é necessário garantir que esses serviços sejam resilientes para reduzir o nível de interrupção causado pelos desastres e deve ser uma importante prioridade econômica e social".

Os termos "vulnerabilidade e resiliência" ganham cada vez maior destaque em pesquisas e artigos científicos. A análise recente de literatura realizada por Pan *et al.* (2021) demonstra que o número de artigos publicados no tema vem crescendo desde 2010, chegando a uma média de mais de 20 artigos publicados nos últimos 5 anos.

O objetivo deste artigo é investigar e analisar os diversos tipos de interferências de terceiros que impactam na operação de um sistema metroviário. A pesquisa abrange fatores, incluindo sazonalidades, períodos do dia e do ano com maior incidência de eventos disruptivos. Além disso, busca compreender o comportamento dessas interferências, o tamanho do impacto e a duração necessária para a retomada da normalidade operacional do sistema. Por fim, o estudo valida os resultados obtidos por meio da entrevista com o especialista e responsável

pela gestão da operação, e formula um plano de ação estratégico para mitigar o impacto e a probabilidade de ocorrência de tais eventos.

Este artigo está organizado em quatro seções. A presente seção apresenta uma introdução, reforça a importância da mobilidade urbana e destaca o problema social e relevância do tema. A seção dois apresenta os materiais e métodos utilizados para as análises. Na seção três os resultados da aplicação do método são apresentados, e, por fim, as conclusões do estudo são apresentadas na seção quatro.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Materiais

A concessionária responsável pela operação e manutenção do transporte metroviário disponibilizou acesso a uma base de dados com o registro dos eventos com interferências causadas por terceiros e ao sistema de gestão de linhas, responsável pelo registro da movimentação e do tráfego de trens.

Na base de dados com os eventos que geraram perturbações operacionais causadas por terceiros foram identificados e registrados um total de 1.451 eventos ao longo dos anos de 2018 a 2023. Estes eventos foram caracterizados como ocorrências de “acesso indevido à via”, “furto de cabos”, “incêndio”, “tentativa de suicídio” e “suicídio”. Além da caracterização do evento, a base de dados apresenta a data, hora e local da ocorrência (estação ou túneis e vias entre duas estações). Estes dados são registrados em uma planilha eletrônica manualmente pelos operadores quando identificam algum evento desta natureza no sistema.

Os eventos de acesso indevido à via em um sistema metroviário são caracterizados pela entrada de pessoas ou objetos na área da via do metrô sem autorização ou permissão adequada. Isso pode incluir pessoas que tentam atravessar a via ou pessoas que tentam entrar nas áreas restritas do sistema metroviário. Esses eventos representam um risco significativo para a segurança das pessoas e da operação, uma vez que podem causar colisões com trens, descarrilamentos e outros acidentes graves. Além disso, a presença de pessoas ou objetos na via pode interromper o funcionamento do sistema metroviário e causar atrasos ou interrupções no serviço. No sistema, de 2018 a 2023 foram registradas 974 ocorrências de acesso indevido à via no sistema. Este tipo de evento é o que contém o maior número de registros no período.

Os eventos de furto de cabos em um sistema metroviário são caracterizados pela remoção ilegal de cabos elétricos ou de comunicação de uma instalação de metrô. Os ladrões geralmente têm como objetivo vender o cobre ou outros metais encontrados nos cabos para obtenção de lucro. Os furtos de cabos podem ter graves consequências para a operação do sistema metroviário, uma vez que esses cabos são vitais para o funcionamento dos sistemas de energia, sinalização, comunicação e controle de trens. Sem esses cabos, o sistema pode sofrer interrupções, atrasos e até mesmo paralisações completas. No sistema, de 2018 a 2023 foram registradas 361 ocorrências de furto de cabos no sistema. Os furtos de cabos constituem os segundo tipo de eventos com maior incidência registrada no sistema no período.

Os eventos de incêndio em um sistema metroviário são caracterizados pela ocorrência de fogo em uma das instalações do sistema, como em trens, estações, depósitos, ou mesmo nas vias e túneis do metrô, causados por elementos externos ao sistema. De 2018 a 2023, foram registradas 33 ocorrências desta natureza.

Os eventos registrados como suicídio são caracterizados pela consumação do suicídio por uma pessoa em uma das instalações do sistema, como em estações ou na faixa de domínio da operação. De 2018 a 2023, um total de 11 ocorrências deste tipo foram registradas, sendo o tipo de evento com o menor número de registros no sistema para o período.

De maneira análoga ao suicídio, as tentativas de suicídio se caracterizam por uma pessoa que atentou contra a própria vida em uma das instalações do sistema. Um total de 72 ocorrências foram registradas no período de 2018 a 2023 no sistema.

Estes eventos estão resumidos e apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 Resumo de ocorrências causadas por terceiros no sistema de 2018 a 2023.

Evento	Ano						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Acesso indevido à via	207	183	155	129	182	118	974
Furto de cabos	26	53	49	63	92	78	361
Incêndio	13	11	7	0	2	0	33
Tentativa de suicídio	4	18	20	4	10	16	72
Suicídio	2	2	1	1		5	11
Total	252	267	232	197	286	217	1451

Além da base de dados com os registros das ocorrências, a operadora disponibilizou acesso ao sistema de gestão de linhas, responsável pelo registro da movimentação e do tráfego de trens. O sistema de gestão de linhas gera uma base de dados bruta com o posicionamento dos trens ao longo do dia, superando 78 milhões de linhas de registros para o período de 2018 a 2023. O principal desafio consistiu em relacionar as bases de eventos com os registros de movimentação dos trens.

Para validação e identificação de padrões ou tendências foi realizada uma pesquisa qualitativa. Guerra (2014) define que: em uma abordagem qualitativa, deve-se aprofundar na compreensão dos fenômenos que estuda – ações dos indivíduos, grupos ou organizações em seu ambiente ou contexto social –, interpretando-os segundo a perspectiva dos próprios sujeitos que participam da situação, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito e elaboração de plano de ações contingenciais para mitigação dos impactos. Finalmente, foi elaborado plano de ações de contingência para mitigação dos impactos das interferências causadas por terceiros.

2.2 Método

Bruneau *et al.* (2003) propõem um conceito para se avaliar quantitativamente a resiliência. Esta abordagem foi utilizada para medir a resiliência da infraestrutura no caso de desastres naturais, como terremotos. Representado por um triângulo, este representa a perda da funcionalidade causada por danos e interrupções e o padrão de restauração e recuperação ao longo do tempo, representado na Figura (1). A qualidade da infraestrutura Q(t), que varia com o tempo, pode ser definida para representar a qualidade da infraestrutura de determinada

região. Se ocorrer um terremoto ou outro desastre no tempo t1, ele poderá causar danos suficientes à infraestrutura, de modo que a medida de qualidade, Q(t), seja imediatamente reduzida até se recuperar totalmente, ou parcialmente, no tempo t2. A Resiliência R é representado pela área entre a curva de degradação e a reta que representaria o funcionamento normal do sistema, conforme apresentado na Equação (1).

$$R = \int_{t1}^{t2} [100 - Q(t)]dt \quad (1)$$

Onde:
R: Resiliência
Q(t): Qualidade da infraestrutura; e
t: Tempo (t1: início da ocorrência; t2: fim do impacto)

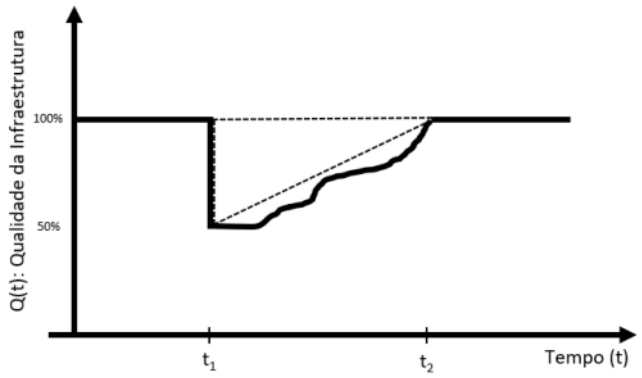


Fig. 1 Triângulo da resiliência. Adaptado de Bruneau *et al.* (2003)

Rezaei *et al.* (2021) afirmam que para sistemas metroviários, onde o fluxo de passageiros é grande e o intervalo de saída dos trens é pequeno, os passageiros são mais sensíveis ao tempo de espera, pois se esse tempo exceder o limite aceitável, resultará na insatisfação dos passageiros e, consequentemente, na mudança para outros modos de transporte público.

Para aplicar o método proposto por Bruneau *et al.* (2003), foi escolhido o intervalo entre partidas de trens (*headway)* como um parâmetro para representar a qualidade da infraestrutura. A partir dos dados obtidos do sistema de gestão de linhas, foi calculado o intervalo entre dois trens nos pontos da linha próximos às ocorrências e interferências de terceiros. Foram calculados os intervalos entre dois trens na janela de uma hora após o início da ocorrência.

A análise dos dados está primariamente concentrada na identificação dos eventos com maior impacto na qualidade da infraestrutura. O esquema da Fig. 2 apresenta as etapas necessárias para identificação destes eventos. Para cada uma das 1.451 ocorrências apresentadas na base de dados, foi identificado o horário de início e o local da ocorrência. A partir destas informações foi gerado um filtro na base proveniente do sistema de gestão de linhas e calculado o intervalo entre partidas de dois trens para as estações na região da ocorrência. O cálculo do intervalo é realizado subtraindo o horário de uma partida pelo horário da partida imediatamente anterior naquele local. Este cálculo foi realizado para todas as partidas dentro da janela de uma hora após a ocorrência. O maior intervalo identificado foi registrado e relacionado ao evento na base de dados de ocorrências e gerado um gráfico para análise do comportamento. Após análise de todos os eventos, foram geradas estatísticas por local, tipo

de evento e pelo período do ano e finalizado o processo. Nesta etapa foi utilizado o *Software R* para manipulação dos dados e cálculos estatísticos.

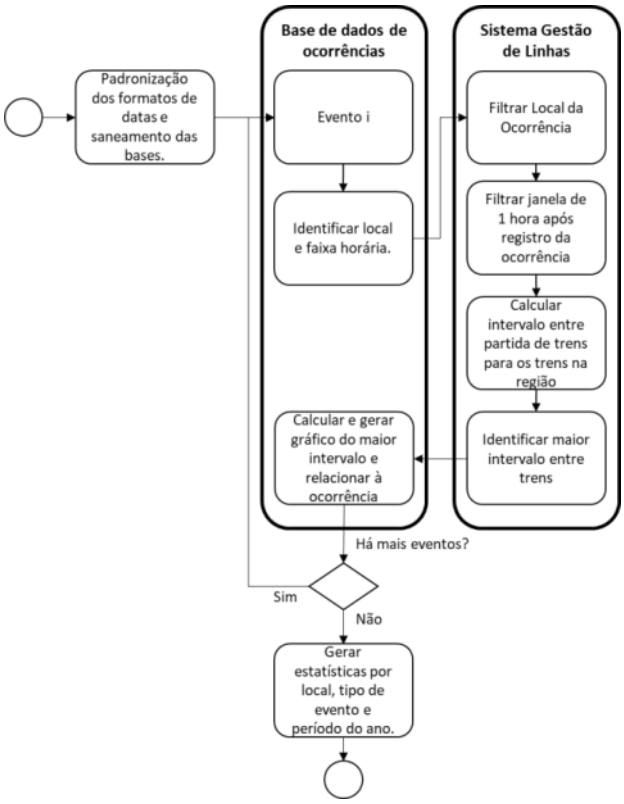


Fig. 2 Fluxo para tratamento dos dados e cálculo do intervalo entre trens. Fonte: Elaborado pelos autores

Para avaliar a distribuição das ocorrências por tipo, utilizou-se a representação gráfica do *Boxplot*. Conforme apresentado por Montgomery (2009), o *boxplot* é uma exibição gráfica que exibe simultaneamente várias características importantes dos dados, como localização ou tendência central, dispersão ou variabilidade, desvio da simetria e identificação de observações discrepantes que estão incomumente distantes da maior parte dos dados (essas observações são frequentemente chamadas de "*outliers*"). Esta análise consiste em montar gráficos em formas de caixas onde são representadas a mediana, o primeiro e terceiro quartis dos dados. Esta representação também exibe os maiores e menores valor da série através de linhas retas verticais que se originam no primeiro e terceiro quartis, respectivamente. Montgomery (2009) complementa que os *boxplots* são muito úteis em comparações gráficas entre conjuntos de dados, pois têm impacto visual e são fáceis de entender.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise de sazonalidade e período do dia

A primeira análise realizada buscou identificar padrões ou tendências do número de ocorrências por período do ano. A Tabela 2 apresenta um resumo das ocorrências mês a mês. Os meses de janeiro e fevereiro são os que concentram a maior quantidade de ocorrências, representando 24,8% do total. É possível notar uma evolução no número de eventos classificados como "Acesso indevido à via" nestes meses. Os demais meses estão próximos a média de 69 ocorrências por mês (sem considerar os meses de janeiro e fevereiro na média).

Para os outros tipos de ocorrências, não é possível identificar concentrações em algum período específico do ano.

Tabela 2 Análise de sazonalidade de ocorrências. Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos com a concessionária.

Evento	Ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Acesso indevido à via	117	162	75	85	56	48	63	69	84	68	72	75
Furto de cabos	34	22	37	27	33	36	26	21	31	35	31	28
Incêndio	4	2	2	2	4	3	3	2	1	5	1	4
Suicídio	2		1	1	1	1		1	2		1	1
Tentativa de Suicídio	11	6	10	2	3	6	5	4	4	12	7	2
Total	168	192	125	117	97	94	97	97	122	120	112	110

Na sequência foram analisados o comportamento das ocorrências ao longo de um dia. A Tabela 3 apresenta a quantidade de ocorrências por faixa horária. O período da noite (entre 18:00 e 24:00) concentra 32,0% das ocorrências. O período da noite concentra a maior quantidade de acessos indevido a via e há uma redução significativa do número de acessos para a madrugada. Já os furtos de cabos se concentram principalmente na madrugada.

Tabela 3 Ocorrências por faixa horária. Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos com a concessionária.

Faixa Horária	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Acesso indevido a via	244	298	321	101
Furto de cabos	70	52	108	131
Incêndio	7	10	6	10
Suicídio	6	4	1	0
Tentativa de suicídio	24	24	19	5
Percentual do Total	24,2%	26,7%	32,0%	17,0%

3.2 Exemplo de aplicação do método para uma ocorrência

Para exemplificar a aplicação do método e o cálculo da resiliência do sistema, proposto por Bruneau *et al.* (2003), apresenta-se o gráfico de um evento. O evento escolhido foi o de "Suicídio" ocorrido às 12:00 do dia 19 de agosto de 2021. O gráfico da Figura 3 apresenta o comportamento do intervalo entre trens registrado na estação da ocorrência. No eixo *y* há o intervalo registrado entre partidas e no eixo *x* o horário do registro de partida. A última partida antes da ocorrência foi registrada às 11:56:62. Após a ocorrência foi registrada a primeira partida às 12:34:14. O intervalo máximo entre as duas partidas é de 00:37:22.



Fig. 3 Exemplo de gráfico dos intervalos registrados em uma estação após uma ocorrência. Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos com a concessionária

É importante notar que, ao escolher o intervalo entre trens como variável representante da qualidade da infraestrutura e por se tratar de dois eixos com a mesma unidade de medida, sempre teremos a base do triângulo da resiliência proporcional à altura. À medida que o tempo sem partidas de trens aumenta, o intervalo entre trens aumenta proporcionalmente. Desta forma para simplificação das análises, ao invés de calcular a área do triângulo a partir da integral, será utilizado como parâmetro de qualidade o tempo total registrado sem partidas entre trens na estação onde foi registrada a ocorrência.

3.3 Análise dos maiores ofensores

Para análise dos maiores ofensores foi utilizada a representação gráfica do *boxplot*. A Figura 5 apresenta o comportamento de cada um dos tipos de eventos registrados no sistema. É possível notar que os eventos do tipo "Acesso indevido à via" são os que possuem menor previsibilidade de restabelecimento do serviço. Isto é representado pela grande cauda no diagrama de caixa da Figura 5, ou grande desvio padrão entre ocorrências. Os intervalos máximos registrados variaram de 3 minutos (praticamente nenhum impacto na operação) até 94 minutos. Há um evento *outlier* que registrou até 107 minutos de impacto na operação para este tipo de ocorrência.

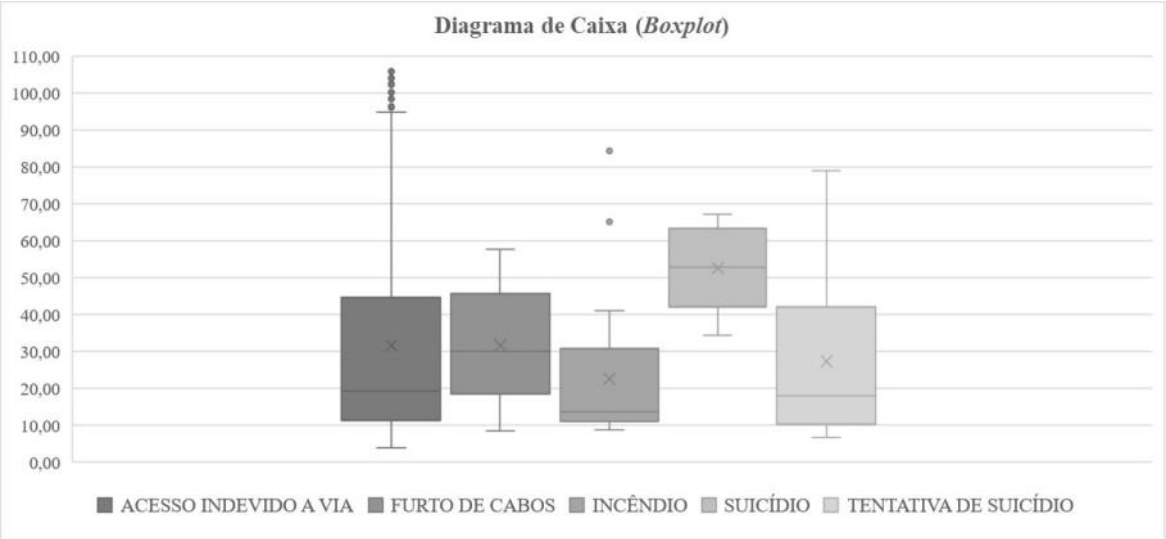


Fig. 4 Diagramas de caixa com os resultados das interrupções causadas por terceiros. Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos com a concessionária.

Na média, os eventos de acesso indevido a via geram interrupções de 32 minutos. Os suicídios são os eventos que, na média, geram maior tempo de interrupção ao tráfego de trens. Na média estes impactam 53 minutos. Estes eventos são aqueles que possuem menor variabilidade. As caudas superiores e inferiores no diagrama de caixa são curtas, indicando baixo desvio padrão entre ocorrências. A Tabela 4 apresenta os resultados dos maiores ofensores e médias por cada tipo de evento, já eliminando os valores discrepantes (*outliers*).

Tabela 4 Análise dos maiores ofensores (*sem outliers*). Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos com a concessionária.

Faixa Horária	Maior interrupção (minutos)	Interrupção média (minutos)
Acesso indevido a via	95	32
Furto de cabos	58	32
Incêndio	42	23
Suicídio	67	53
Tentativa de suicídio	79	27

3.4 Entrevista com especialista da operadora

Para validar as tendências identificadas, foi realizada uma pesquisa qualitativa com um especialista da operação e atual responsável pela coordenação do centro de controle de tráfego da concessionária. O entrevistado possui 35 anos de experiência trabalhando na companhia e é responsável pela operação e gestão do centro de controle há 14 anos. Ao longo de sua carreira profissional atuou como condutor de trem, supervisor de tráfego operacional, gestor de tráfego, controlador de linha, supervisor de centro de controle e atualmente atua como coordenador do centro de controle operacional. Durante a entrevista, o participante destacou que as interferências causadas por terceiros no sistema incluem eventos do tipo de invasão à faixa de domínio (acesso indevido à via), roubo e cabos e equipamentos e suicídios. Ao ser questionado dos dias em que há maior número de ocorrências, o entrevistado mencionou que os dias com grande procura do público à região de praia, principalmente nas férias de verão, o período do carnaval e os dias com jogos no estádio de futebol são os considerados como os mais críticos. É comum identificar aumento do consumo de álcool, comportamento mais agressivo dos usuários no sistema e busca por locais inapropriados para urinar.

Para entender qual tipo de ocorrência gera maior impacto, o entrevistado foi questionado com base na sua experiência qual tipo de evento gera maior perturbação ao sistema. O entrevistado mencionou que os eventos de acesso indevido à via são os mais imprevisíveis para retomada do serviço. Complementou informando que uma vez identificado o acesso de um indivíduo à linha é efetuado o corte de energia na região da ocorrência e paralisado o tráfego de trens. Este só será restabelecido após captura ou se identificado que o indivíduo saiu da área operacional. Em algumas ocorrências o indivíduo foge imediatamente pulando um muro da faixa de domínio, ou retornando para a plataforma. Há ocorrências onde este se esconde ou segue andando próximo aos trilhos. Nestes casos o serviço só pode ser restabelecido após garantia de que todos estão em condições seguras de retomar a operação, o que pode ter impactos enormes à regularidade do sistema.

Ao ser questionado sobre os suicídios, o entrevistado comenta que estes são imprevisíveis, porém, dado o treinamento intensivo das equipes de segurança, o tempo de retomada do

serviço é previsível quando constatado que a vítima veio a óbito. A complexidade aumenta quando o indivíduo que tentou o suicídio não veio a óbito. A complexidade da ocorrência aumenta pois há protocolos de atendimento pré-hospitalar com imobilização da coluna vertebral e remoção segura que aumentam o tempo de retomada dos serviços. Nos dois casos, o serviço só é restabelecido uma vez identificado que não há pessoas nas áreas operacionais.

O entrevistado indicou que a operadora possui plano de ação para redução do número de ocorrências e mitigação dos impactos, sendo as principais ações tomadas:

- Estudo de viabilidade para implantação de sistemas de "porta de plataformas", que evitam o acesso total de pessoas à via nas regiões de plataforma.
- Aumento do efetivo de segurança em estações próximas a região de praia com patrulhamento intensivo.
- Atuação em conjunto com as forças policiais e o poder público para coibir a compra e venda de material proveniente de sucata sem comprovação de origem prévia.
- Campanhas de conscientização do risco de morte no acesso indevido à via.
- Campanhas de conscientização sobre Saúde Mental.
- Estudo de implantação de câmeras com capacidade de análise de conteúdo ("câmeras inteligentes") para monitoramento de áreas sensíveis e alerta imediato ao centro de controle.
- Compartilhamento do estado operacional com o centro de controle integrado da cidade e com as concessionárias dos demais modais de transporte para atuação em conjunto quando identificada interrupção severa no serviço.
- Planos de contingência e planos de comunicação prévia com usuários nas estações e em redes sociais quando identificadas ocorrências, informando previsibilidade de retomada e alternativas de transporte por outros modais na região impactada.

3.4 Análise da entrevista com o especialista

A entrevista qualitativa com o especialista proporcionou uma complementação aos dados obtidos e a análise quantitativa realizada. O parecer do especialista com relação ao aumento do número de ocorrências no período de férias de verão e carnaval ajuda a sustentar a tendência identificada na seção 3.1, onde os meses de janeiro e fevereiro possuem maior número de eventos desta natureza. As afirmações com relação a falta de previsibilidade para retomada dos serviços após eventos de "acesso indevido à via" ajudam a explicar a grande variabilidade identificada no gráfico da Figura 5 da Seção 3.3. O mesmo para sustentar as teses de que os eventos de suicídio possuem baixa variabilidade e é possível prever o tempo de retomada do serviço, enquanto a tentativa de suicídio, sem óbito, é mais difícil de prever o momento de retomada do serviço.

4 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo são a consolidação dos dados coletados, fornecendo uma visão das tendências observadas nas interferências causadas por terceiros no sistema metroviário em análise. Estas informações foram validadas por meio de uma entrevista com um especialista que agregou a experiência prática aos números, tendências identificadas e dinâmicas destas interferências. Além disso, o mapeamento de ações para mitigar tanto o número quanto o impacto das ocorrências demonstra compromisso efetivo com a melhoria contínua da segurança e eficiência do sistema. Esses resultados reforçam a importância de abordagens proativas na gestão de riscos, ressaltando a necessidade de implementação de medidas preventivas para garantir uma operação mais segura e resiliente.

O objetivo foi atingido a partir da coleta e análise dos dados detalhados sobre as interferências de terceiros no sistema metroviário, considerando sua natureza e impacto. Em seguida, foram identificadas sazonalidades, bem como períodos específicos do dia e do ano com maior frequência de ocorrências. Seguido da análise da variabilidade e da duração para restaurar a normalidade operacional, permitindo uma compreensão aprofundada dos processos de retomada dos serviços. Para validar os achados, os resultados foram confrontados com a experiência e conhecimento de um especialista do setor metroviário, garantindo sua relevância e precisão. Por fim, com base nas conclusões alcançadas, um plano de ação estratégico foi desenvolvido, para lidar proativamente com as interferências de terceiros, mitigando os impactos das ocorrências.

Para trabalhos futuros é sugerido avaliar a compreensão e a eficácia das ações propostas avaliando o impacto das intervenções implementadas. Uma área promissora para pesquisa seria a análise mais aprofundada das causas subjacentes das ocorrências de terceiros no sistema de transporte em questão, buscando identificar padrões comportamentais e fatores contextuais que possam contribuir para tais eventos. Além disso, a comparação entre diferentes sistemas de transporte e a análise de melhores práticas adotadas em outras regiões ou países poderiam fornecer percepções adicionais para aprimorar as políticas e práticas de segurança no sistema. Essas linhas de pesquisa oferecem oportunidades significativas para avançar no conhecimento e na eficácia das estratégias de gestão de riscos em sistemas de transporte urbano.

5 REFERÊNCIAS

BUISO, N. Y. P. G. **Suicide is leading cause of subway-passenger deaths: MTA data**. 2013. 02 JUN. de 2013.

BRUNEAU, M.; CHANG, S. E.; EGUCHI, R. T.; LEE, G. C.; O'ROURKE, T. D.; REINHORN, A. M.; SHINOZUKA, M.; TIERNEY, K.; WALLACE, W. A.; WINTER-FELDT, D. von. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. **Earthquake Spectra**, v. 19, n. 4, p. 733–752, 2003.

D'LIMA, M.; MEDDA, F. A new measure of resilience: An application to the London underground. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 81, p. 35–46, 2015. ISSN 0965-8564. Resilience of Network

FERRAZ, A. C. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano. Segunda edição**. [S.l.]: São Carlos: RiMa, 2004.

GUERRA, E. L. A. **Manual de pesquisa qualitativa.** Belo Horizonte: Grupo Anima Educação, 2014.

JENELIUS, E.; MATTSSON, L.-G. Road network vulnerability analysis: Conceptualization, implementation and application. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 49, p. 136–147, 2015. ISSN 0198-971

JUNIOR, A. C. d. N. J. **Comissão aprova criação de política para combater furto de cabos e equipamentos elétricos.** 2022. 08 JUL. de 2022.

LOURENÇO, G. A. B. **Supervia diz que quantidade de cabos furtados quase triplicou em um ano**. 2022. 29 JUN. de 202

MATTSSON, L.-G.; JENELIUS, E. Vulnerability and resilience of transport systems – a discussion of recent research. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 81, p. 16–34, 2015. ISSN 0965-8564. Resilience of Networks

MONTGOMERY, D. C. Introduction to statistical quality control. 6th edition. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2009.

MUSSELWHITE, C.; HADDAD, H. Mobility, accessibility and quality of later life. **Quality in Ageing and Older Adults**, v. 11, p. 25–37, 03 2010.

PAN, S.; YAN, H.; HE, J.; HE, Z. Vulnerability and resilience of transportation systems: A recent literature review. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 581, p.126235, 2021. ISSN 0378-437

PONTES, B. M. S. O planejamento dos transportes nas áreas metropolitanas. **Cadernos Metrópole** 14, n. 14, p. 51 – 66, 2005

REZAEI, E.; RAHMANI, H.; ASHRAF, E. Optimization of Average Travel Time of Passengers in Tehran Metro Using Data Mining Methods. **2021 7th International Conference on Web Research (ICWR)**, Tehran, Iran, 2021.

SANTOS, A. S. **A importância do setor de transporte para o aumento de resiliência das cidades frente à mudança climática: Uma proposta de plano de ação para a cidade do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Ciências) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Engenharia de Transportes, agosto 2014

TÉCNICAS E PRÁTICAS APLICADAS NA LOGÍSTICA EM FAVELAS

P. B. M. Garcia, O. F. Lima Jr., J. A. Pinto,
H. C. Oliveira, L. A, Barbosa e E. Divieso

RESUMO

Metade da população mundial vive em áreas urbanas e, em 2020, 23,5% dessa população habitava em favelas (ONU-Habitat, 2022), representando 1 bilhão de pessoas vivendo nestas condições. No Brasil, cerca de 24% da população vive em favelas e essa população representa um mercado em potencial e, embora a preferência de compra ainda seja em lojas físicas, o *e-commerce* está crescendo, especialmente para produtos eletrônicos. No entanto, um terço dos compradores *online* nas favelas enfrenta dificuldades logísticas. O objetivo deste trabalho foi identificar as estratégias operacionais e as tecnologias mais adequadas na literatura em dados secundários, acerca das entregas nas favelas. O método incluiu revisão da literatura e busca de dados secundários. Como resultado destes levantamentos foi possível identificar os temas mais abordados, os *gaps* de pesquisas para trabalhos futuros, além de autores e instituições com maior número de publicações na área.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o faturamento das vendas por *e-commerce* em 2022 foi equivalente a R$187,13 bilhões, crescendo 20% em relação a 2021 e 75% em relação a 2020 (E-Commerce Brasil, 2023). Esse aumento impulsionou a demanda por entregas na última milha (*last mile*), levando a um aumento no volume de remessas e criando desafios aos grandes centros urbanos, tanto em relação às infraestruturas urbanas, quanto aos impactos ambientais e sociais (Brandt, 2019; Stevens, 2019). Esses desafios incluem impactos negativos no meio ambiente devido ao aumento do número de veículos de entrega, custos elevados associados aos métodos tradicionais de entrega e pressão de tempo para atender às expectativas dos clientes por entregas rápidas. Além disso, o envelhecimento da força de trabalho na área de entrega de encomendas agrava a escassez de pessoal (Arroub *et al*., 2016; Peterson, 2018; Hu *et al*., 2019).

O cenário de mercado no período pós-pandemia é marcado pela presença proeminente do poli consumidor, que está reformulando os paradigmas convencionais da experiência de compra. A convergência entre o mundo físico e o digital, conhecida como “phygital”, tornou-se uma realidade tangível, com vários consumidores já tendo experimentado a modalidade de compra *online* com retirada em lojas físicas, conforme indicado por uma pesquisa conduzida pela PCW e pelo Instituto Locomotiva (2023). Os dados indicam uma crescente dependência da internet para aquisição de produtos e serviços, refletindo uma mudança nos hábitos de consumo em comparação com a década anterior, com 66% das

respostas mostrando essa tendência. Neste contexto, as favelas se destacam como um mercado promissor e em constante expansão. Em 2020, mais de 1 bilhão de pessoas viviam em favelas ou assentamentos informais representando 24,2% da população urbana, com crescimento contínuo desde 2000 (UN-Habitat, 2022). As favelas brasileiras, se consideradas um estado, seriam o terceiro maior do país em população, com um total de 13 mil mapeadas, movimentam mais de R$ 200 bilhões em renda (Albuquerque, 2023).

Aproximadamente 36,2 milhões de pessoas no Brasil enfrentam dificuldades para receber as compras *online* e acessar serviços essenciais devido à falta de endereço regular, o que dificulta o recebimento de encomendas (Instituto Locomotiva, 2023). A infraestrutura inadequada das vias e o acesso limitado nas favelas brasileiras dificultam as entregas da *last mile*, gerando custos adicionais e impactando a qualidade de vida dos moradores. Esses obstáculos, combinados com topografia acidentada e falta de locais apropriados para operações logísticas, tornam a entrega ao consumidor nessas áreas uma tarefa complexa (Hirakawa *et al*., 2018). Melhorar essas operações para integrar os consumidores ao sistema de última milha pode promover maior conectividade e acessibilidade nas entregas (Duarte *et al*., 2019; Beckers *et al*., 2023).

Aliado ao aumento das expectativas dos consumidores por entregas rápidas, a logística da última milha enfrenta desafios crescentes, especialmente em meio à pressão exercida sobre as infraestruturas de transporte e urbana (Rode *et al*., 2021; Ewedairo *et al*., 2024). Soluções inovadoras como modelos de entrega adaptados, tecnologia para mapeamento e roteirização, parcerias com líderes comunitários e investimento em infraestrutura e capital humano local são fundamentais para o sucesso do *e-commerce* nas favelas.

Assim, este estudo visa identificar na literatura e em dados secundários a prática de estratégias operacionais e tecnologias adequadas para otimizar as entregas nas favelas, atendendo às necessidades dos moradores e empresas com o foco na sustentabilidade. No âmbito do *e-commerce*, as favelas representam um mercado importante e em constante crescimento. Diante dos desafios apresentados, a busca por soluções inovadoras que viabilizem entregas eficientes, acessíveis e seguras nas favelas é primordial. Assim, este estudo se justifica pela relevância do tema e urgência de encontrar soluções logísticas eficientes e sustentáveis.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em duas etapas: Revisão Sistemática da Literatura e Busca de dados secundários acerca das operações logísticas em favelas. A etapa de Revisão Sistemática foi realizada em abril/2024, na base de dados *Scopus* por meio do seguinte operador booleano: "*E-Commerce OR E-Retail*" AND "*Logistics"* AND "*Last-Mile* OR *Last Mile*" AND "*Slums* OR *Settlements* OR *Shanty Town*". Esta busca resultou em 47 artigos e 2 artigos pré-*prints*, que passaram pelo processo de seleção (exclusão de publicações em livros e capítulos de livros e de artigos que não estavam relacionados ao tema). Além disso, foram adicionados 9 artigos que não estavam na busca, mas que são relacionados ao tema.

Ao final, 38 artigos foram selecionados para análise (Figura 1). A fase relacionada à Busca de dados secundários acerca das operações logísticas em favelas abrangeu pesquisas em sites e uma compilação de dados acerca das empresas que atuam com operações logísticas nestas regiões.

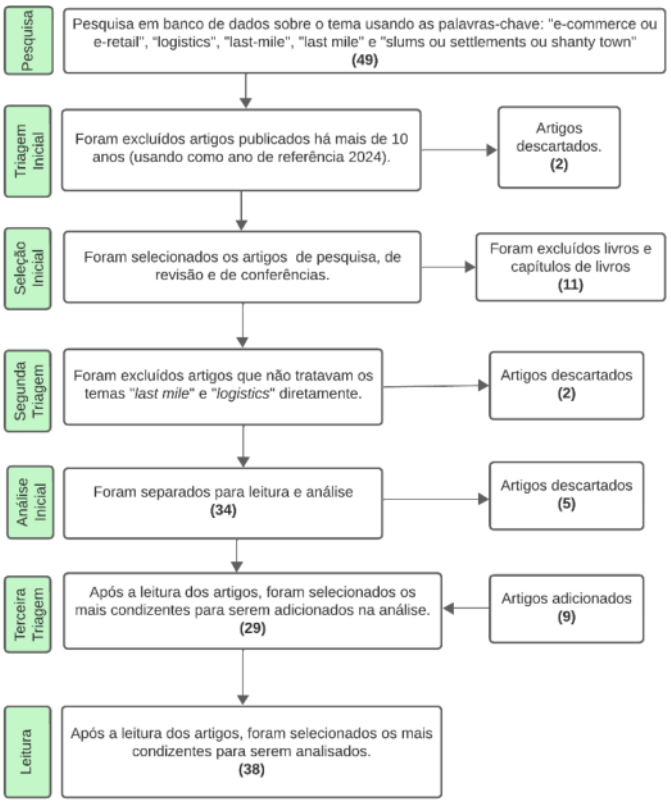


Fig. 1 Fluxograma referente às etapas de seleção dos artigos de revisão

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão separados de acordo com a seguinte divisão: Revisão Sistemática da Literatura e Práticas de estratégias operacionais logísticas em favelas.

3.1 Revisão Sistemática da Literatura

Após a etapa de seleção, foi feita a leitura integral das 38 publicações e verificou-se a quantidade por ano e por país de origem (Figura 2).

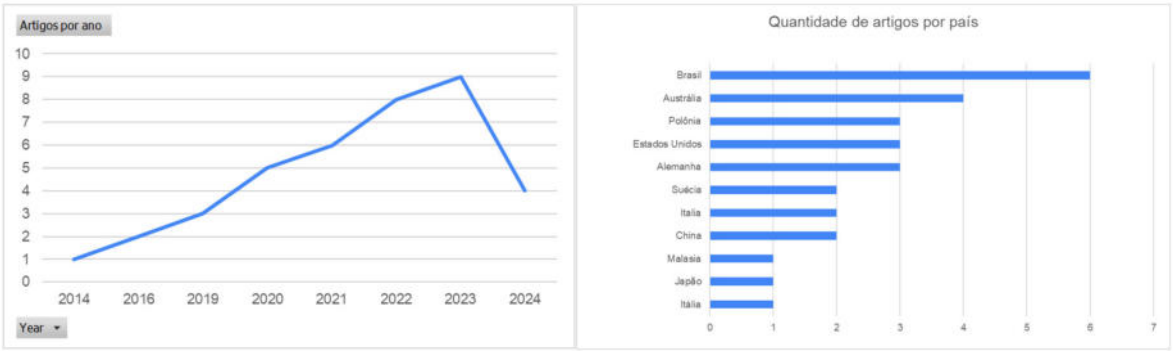


Fig. 2 Quantidade de publicações no período de 2013 a 2024 e por país

Dentre o período analisado, 2023 apresentou o maior número de publicações (Figura 2), com uma tendência de crescimento desde 2019. Quanto às publicações por país, os que se destacam em termos de quantidade são: Brasil (6), Austrália (4), Polônia (3), Estados Unidos

(3) e Alemanha (3). Além disso, verificou-se as publicações por autor e instituição (Figura 3). Entre os autores, Dablanc (2016, 2017, 2023) aparece com três publicações e Duarte (2019, 2022), Macau (2019,2022), Holguín-Veras (2020a, 2020b) e Thompson (2018, 2024) com duas publicações cada. Nas instituições, a University Gustave Eiffel (França) contém três publicações; e a Universidade de São Paulo – USP (Brasil), o Insper (Brasil), a Chalmers University of Technology (Suécia), a Edith Cowan University (Austrália) e a University of Melbourne (Austrália) contêm duas publicações cada.



Fig. 3 Quantidade de publicações por autor e por instituição

Os artigos selecionados abrangem vários tópicos da logística, como eficiência na entrega, questões ambientais, otimização de distribuição e alguns abordam as entregas em áreas de favelas. Além disso, eles exploram avaliações de stakeholders, frotas sustentáveis e estratégias para rotas eficientes. A tabela 1 apresenta alguns dos principais temas abordados e os autores relacionados a esses temas.

Tabela 1 Principais temas abordados nos artigos selecionados

Temas	Autores
Entregas na *last mile*	Sonneberg *et al*. (2019), Amaral e Cunha (2020), Taniguchi *et al*. (2020), Ma *et al*. (2021), Puram *et al*. (2021), Valencia-Arias *et al*. (2022), Silva e Sampaio (2023), Madlenak *et al*. (2023), Mohri *et al*. (2024)
E-commerce e inclusão social	Duarte *et al*. (2019), Ma *et al*. (2021), Puram *et al*. (2021), Utami *et al*. (2021), Pongeluppe (2022), Adusei *et al*. (2023), Guarino Neto e Vieira (2023)
Entregas nas favelas	Duarte *et al*. (2019), Pongeluppe (2022), Armah e Li (2023)
Logística urbana e sustentabilidade	Marchet *et al*. (2014), Ducret *et al*. (2016), Aljohani e Thompson (2018), Holguin-Veras *et al*. (2020a e 2020b), Serey *et al*. (2020), Acioli *et al*. (2021), Kiba-Janiak *et al*. (2021), Beckers *et al*. (2023), Ang *et al*. (2022), Carracedo e Mostofi (2022), Bonilla *et al.* (2024), Castrellon e Sanchez-Diaz (2024)
Tecnologia na logística urbana	Iwan *et al*. (2016) Cieplińska e Szmelter-Jarosz (2020), Serey *et al*. (2020), Taniguchi *et al*. (2020), Boysen *et al*. (2021), Iannaccone *et al*. (2021), Teixeira *et al*. (2022), Valencia-Arias *et al*. (2022), Armah e Li (2023), Mohammad *et al*. (2023), Sochor *et al*. (2023), Mohri *et al*. (2024)

Por representar 28% dos custos totais de envio, a última milha enfrenta desafios como congestionamentos, que podem aumentar os custos em até 50% (Iwan *et al*., 2015, McDonald *et al*., 2022, Castrellon e Sanchez-Diaz, 2024). A otimização desta etapa pode afetar os custos operacionais e a satisfação dos clientes. Neste contexto, uma rede de logística urbana requer uma abordagem planejada e adaptável às complexidades existentes nas áreas urbanas, pois os desafios enfrentados pela logística da última milha destacam a necessidade de soluções inovadoras. Esta rede, que se concentra na distribuição final dos produtos, é composta pelos seguintes elementos: nós (como os centros de distribuição e *lockers*); arcos

(representando as vias urbanas) e sentidos de fluxo. Os nós da rede variam em tipos e escalas, incluindo centros de distribuição, *hubs* e *mini-hubs* distribuidores, pontos de entrega e retirada (PUDO), e *lockers*. Em relação aos arcos, ou seja, os trajetos que conectam esses nós, há três tipos principais: entrega direta na residência do cliente, deslocamento do cliente até o ponto de distribuição, e uma abordagem intermediária em que tanto empresa quanto cliente se encontram em um ponto intermediário, como um PUDO, por exemplo (Ducret *et al*., 2016; Teixeira *et al*., 2022). A compilação dessas estratégias operacionais encontradas na literatura, relacionadas com a rede logística da última milha e os respectivos autores está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 Estratégias operacionais relacionadas à rede logística

Estratégias de operação (nó)	Conceito	Autores
Hub/microhub	Infraestrutura logística compacta, localizada nas proximidades dos destinatários, servindo como local de armazenamento, manuseio e classificação das mercadorias.	Ducret *et al*. (2016); Aljohani e Thompson (2018); Cieplińska e Szmelter-Jarosz (2020); Ma *et al*. (2021); McDonald *et al*. (2022); Guarino Neto e Vieira (2023); Sochor *et al*. (2023).
PUDO *PickUp* and *Drop-Off points*	Pontos de coleta e entrega onde os clientes podem retirar ou deixar suas encomendas.	Holguín-Veras e Sánchez-Díaz (2016); McDonald *et al*. (2022).
Parcel Lockers	Armários automatizados que possuem uma tecnologia de autoatendimento, localizados em *hubs* acessíveis e podem funcionar em conjunto com os PUDOS.	Iwan *et al*. (2016); Schnieder *et al*., (2021); Yusoff *et al*. (2023); Iannaccone *et al*. (2021); Mohri *et al*. (2024).
Crowdsourcing logistics (Logística colaborativa)	Terceirização do serviço de entrega de mercadorias na *last mile*, otimizando recursos ao compartilhar a capacidade excedente em veículos para entrega de mercadorias.	Hu *et al*. (2019); Arslan *et al*. (2016); Paloheimo *et al*. (2016); Buldeo Rai *et al*. (2023); Dablanc *et al*. (2017); Hu *et al*. (2019); Boysen *et al*. (2021).
Dark stores	Áreas usadas por empresas de *quick commerce* para atender às demandas de entrega rápida de produtos alimentícios.	Iwan *et al.* (2016); Schorung *et al*. (2022); Buldeo Rai *et al*. (2023); Schorung *et al*. (2022); Rifan *et al*. (2023).

Um *hub* de logística se refere a um ponto central onde as mercadorias são consolidadas, classificadas e redistribuídas para uma entrega eficiente, desempenhando um papel fundamental na otimização de rotas, redução de custos operacionais e minimização das emissões de CO_2. Em uma escala menor, os *microhubs* são localizados mais próximos aos destinatários (em um raio de 1 a 5 km), facilitando a consolidação do fluxo para reduzir distâncias em áreas urbanas densas. Eles são essenciais para a última milha, conectando partes da cadeia de suprimentos e garantindo entregas eficientes e pontuais, permitindo que elas sejam feitas a pé ou por bicicletas de carga. Porém, exigem alto investimento em infraestrutura e tecnologia, além de gerenciamento e coordenação complexos das entregas. A disponibilidade limitada de espaço urbano pode restringir sua expansão (Ducret *et al*., 2016; Aljohani e Thompson, 2018; Cieplińska e Szmelter-Jarosz, 2020; Ma *et al*., 2021; McDonald et al., 2022; Guarino Neto e Vieira, 2023; Sochor *et al*., 2023).

Para facilitar as entregas, o uso de "*lockers*" ou "*parcel lockers*" otimiza a logística da *last mile*, reduzindo falhas de entrega e melhorando a eficiência operacional das transportadoras. O seu uso reduz a quantidade de entregas urbanas, diminuindo emissões, congestionamento, quilometragem e o desperdício de embalagens (Iwan *et al*., 2016; Schnieder *et al*., 2021; Yusoff *et al*., 2023; Mohri et al., 2024). De acordo com Iannaccone *et al*. (2021), o uso de

parcel lockers em Roma mostrou uma tendência positiva, especialmente entre os jovens, com atitudes favoráveis quando próximos ao local de residência ou trabalho, disponíveis 24 horas e com incentivos financeiros.

As iniciativas PUDO (*PickUp and Pick-Off points*) são estratégias-chave para o Gerenciamento da Demanda de Carga, visando otimizar a eficiência logística. Ao consolidar entregas em pontos centrais, como pontos de coleta e *lockers*, reduz-se o número de viagens e a necessidade de caminhões para entrega final. A integração de serviços em *microhubs* permite a transferência de carga para modos alternativos, reduzindo o tempo de permanência dos caminhões, a poluição e a necessidade de estacionamento. Desvantagens dos serviços PUDO incluem riscos de segurança, capacidade rígida levando à subutilização, exigindo estratégias de localização cuidadosas (Holguín-Veras e Sánchez-Díaz, 2016; McDonald *et al*., 2022).

A Logística Colaborativa, ou "*Crowdsourcing logistics*", possibilita a otimização de recursos por meio da redistribuição, compartilhamento e reutilização da capacidade excedente em bens e serviços. Esta abordagem aproveita a capacidade ociosa de veículos para entregas de mercadorias, visando benefícios econômicos e sustentabilidade urbana. Contudo, sua eficácia depende da escolha modal dos participantes e da consolidação de encomendas. Esse tipo de iniciativa reduz os custos para as empresas, eliminando despesas fixas com funcionários, veículos e combustível (Arslan *et al*., 2016; Paloheimo *et al*, 2016; Dablanc *et al*., 2017; Hu *et al*., 2019; Boysen *et al*., 2021). Para atender a demanda do "*quick commerce*", cujo modelo de negócios é focado na rapidez das entregas, as "*dark stores*" urbanas são estrategicamente localizadas, para atender esta demanda, principalmente no ramo alimentício. Esse modelo tem ganhado popularidade, especialmente em áreas urbanas, onde a conveniência e a rapidez são valorizadas pelos consumidores (Schorung *et al*., 2022; Buldeo Rai *et al*., 2023).

A integração dessas tecnologias avançadas não apenas aumenta a velocidade e a confiabilidade das entregas, mas também contribui com a sustentabilidade, reduzindo as pegadas de carbono e otimizando as rotas de entrega. Diante do arcabouço teórico, Bonilla *et al*. (2024) salientam que pesquisas em sustentabilidade na logística de última milha surgiram recentemente, principalmente a partir de 2021. O interesse nesse tema pode ser atribuído às preocupações com os impactos gerados pelo aumento da circulação de veículos de carga nas áreas urbanas, devido às restrições de circulação impostas durante a pandemia de COVID-19, que resultaram em um aumento nas compras *online* e nas entregas diretas para o domicílio. Com isso, houve aumento nas emissões veiculares, nos níveis de ruído, no desperdício de embalagens, além de surgir uma categoria de trabalhadores (entregadores) sem direitos trabalhistas reconhecidos (Escursell *et al*., 2021; Lauenstein e Schank, 2022; Bonilla *et al*., 2024).

Com o foco na sustentabilidade, é fundamental considerar o modo de transporte utilizado para a realização das entregas da última milha, pois as estratégias apresentadas na Tabela 2 podem aumentar os impactos em vez de efetivamente contribuírem para melhorias nas entregas. A Tabela 3 contém os modos de transporte e a análise do desempenho da operação de cada um deles sob a ótica da sustentabilidade.

Tabela 3 Modos de transporte e o desempenho da operação logística nas dimensões da sustentabilidade

Modos de Transporte	Desempenho da operação		
	Dimensão econômica	**Dimensão ambiental/ ecoeficiência**	**Dimensão Social**
A pé	Capacidade limitada (carga), requer reabastecimento frequente a partir de microdepósitos descentralizados.	Não poluente. Sujeito às intempéries e condições climáticas.	Requer o esforço de caminhar.
Bicicletas de carga	Capacidade limitada (carga), requer reabastecimento frequente a partir de microdepósitos descentralizados.	Não poluente. Sujeito às intempéries e condições climáticas.	Requer o esforço de pedalar (em unidades que não sejam elétricas).
Veículos Elétricos Leves (EVs)	Custo maior de aquisição e exige infraestrutura de carregamento e tempo para recarregar (autonomia limitada).	Não poluente, pode contribuir para a redução das emissões.	Riscos de acidentes devido à operação silenciosa dos EVs.
Drones	Rapidez, eficiência e redução de custos. Limite de capacidade de carga.	Não poluente, pode contribuir para a redução das emissões.	Comodidade e rapidez. Aceitação por parte dos consumidores.
Robôs autônomos	Rapidez, eficiência e redução de custos. São menos impactados pelas condições climáticas adversas.	Não poluente, pode contribuir para a redução das emissões ao ser utilizado.	Não viola a privacidade das pessoas (como os drones).

Fonte: Adaptado de Iwan *et al.* (2016); Camilleri e Dablanc (2016); Fikar *et al.* (2018); Boysen *et al.* (2020); Boysen *et al.* (2021); Carracedo e Mostofi, (2022); Mohammad *et al*. (2023); Cornel *et al*. (2023); Mohammad *et al*. (2023).

As entregas a pé e por bicicletas de carga apresentam benefícios como redução da poluição do ar e do congestionamento das cidades, além de promover um estilo de vida mais saudável e ativo. No entanto, há limitações quanto à capacidade limitada de carga em relação aos veículos motorizados (carros e vans) e à segurança viária quando não há calçadas nem ciclovias (Fikar *et al.,* 2018; Boysen *et al.* 2021; Carracedo e Mostofi, 2022; Mohammad *et al*., 2023). Além destes modos, os veículos elétricos leves (EVs) são eficientes para entregas de curta distância e, economicamente, podem reduzir os custos operacionais e as emissões, mas exigem infraestrutura de carregamento. Ambientalmente, eles contribuem para a redução da poluição do ar, no entanto, sua operação silenciosa pode levantar preocupações com a segurança dos pedestres (Iwan *et al.*, 2016; Camilleri e Dablanc, 2016).

Outra opção é a utilização de drones. Em 2022, mais de dez operadores realizaram milhares de entregas comerciais com o uso dessa tecnologia, cujas entregas aumentaram mais de 80% de 2021 para 2022 (Cornel *et al*., 2023). A adoção desta estratégia, impulsionada por novas regulamentações, promete um aumento ainda maior nas entregas comerciais nos próximos anos. Além dos drones, há também entregas por robôs autônomos. Embora sejam mais lentos que os drones, eles possuem a capacidade de movimentar cargas mais pesadas, tornando-os ideais para entregas urbanas. A operação em velocidades de pedestres e em calçadas os torna menos suscetíveis a restrições de regulamentação, permitindo uma integração mais fácil nas áreas urbanas (Boysen *et al.*, 2020; Mohammad *et al*., 2023).

3.2 Práticas de estratégias operacionais logísticas em favelas

O consumo de produtos por moradores das periferias está passando por uma transformação, impulsionado pelo avanço tecnológico e digitalização crescente. Pesquisas com este público-

alvo indicaram que 59% dos entrevistados utilizam o *e-commerce* como uma forma preferencial de realizar compras, devido à comodidade de encontrar produtos desejados *online*, à facilidade de pesquisar preços mais baratos e à praticidade da entrega em domicílio (E-Commerce Brasil, 2023).

Um terço dos moradores de favelas e periferias enfrentam dificuldades com entregas em domicílio e cerca de 70% já deixaram de comprar devido à falta de entregas, além disso, aproximadamente 90% são bancarizados, sendo que metade deles prefere comprar *online* (Hirakawa *et al.*, 2018; Instituto Locomotiva, 2022; E-Commerce Brasil, 2023). Parcerias com empresas de entregas nas favelas visam facilitar o acesso aos produtos, promovendo inclusão para essas comunidades. Na Tabela 4 estão apresentadas algumas empresas que realizam entregas nas favelas.

Tabela 4 Empresas que atuam no mercado de entregas nas residências em favelas

Empresa	Tipo de Tecnologia	Soluções que já vem sendo implantadas
Favela Brasil Xpress	Plataforma *online*, que conecta os varejistas aos consumidores.	- Rede de entregadores locais. - Integração com grandes varejistas (que pagam uma taxa por cada entrega realizada).
Amazon / FavelaLog	- Gestão de estoque. - Roteirização e rastreamento de carga.	- Parceria com a Favela Log (empresa local de Paraisópolis). - Infraestrutura: Centros de Distribuição e Estações de Entrega.
naPorta	- PUDO/ *Locker* - Soluções para *middle* e *last mile.*	- Endereço digital. - Logística Reversa.
Carteiro Amigo	Mapeamento digital das residências (Plus Code – Google).	- CEP Social: cada morador pode ter seu próprio CEP. - Rede logística adaptada às necessidades dos clientes.

Fonte: Adaptado de Favela Brasil Xpress (2024), Amazon (2023), FavelaLog (2024), naPorta (2024) e Carteiro Amigo (2024)

3.3 Análise comparativa dos resultados

Por meio da análise da literatura, identificou-se os temas mais abordados: entregas na *last mile*; *e-commerce* e inclusão social; entregas nas favelas; logística urbana e sustentabilidade; e tecnologia na logística. As estratégias operacionais de entregas na literatura visam reduzir os impactos nas áreas urbanas, além da busca constante pela eficiência. Essas iniciativas promovem a inclusão social ao facilitar o acesso a produtos e serviços essenciais para a população de baixa renda, contribuindo para a equidade no acesso ao consumo. Além de fomentar o empreendedorismo local ao criar oportunidades de trabalho e renda para moradores das favelas, impulsionando o desenvolvimento econômico da região. Ao otimizarem as rotas de entrega, contribuem para uma distribuição mais eficiente de produtos nas áreas urbanas, reduzindo o tempo de transporte e os custos operacionais.

Do ponto de vista ambiental, ajudam a reduzir o congestionamento e as emissões de poluentes. Ao utilizar recursos locais, como entregadores da própria comunidade, reduzem a necessidade de veículos de grande porte nas vias urbanas, melhorando a fluidez do tráfego. Entretanto, há problemas como a falta de regulamentação para a utilização de algumas estratégias, no caso dos entregadores autônomos. Além disso, violência, segurança e infraestrutura precária são problemas agravantes das entregas nas áreas de favelas. Para a melhoria da eficiência nas entregas do trecho da última milha, foram identificadas na literatura algumas lacunas e sugestões para trabalhos futuros (Tabela 5).

Tabela 5 Lacunas relacionadas às estratégias de melhoria da eficiência na last mile

Tema	Lacuna Apontada	Autores
Entregas na *last mile*	Análise sobre os impactos após a implantação dos *lockers* e comparação com outros modelos de entrega. Estudos das entregas rápidas de alimentos nas cidades, incluindo análises de regulamentações de tráfego e segurança viária.	Taniguchi *et al.* (2020); Vakulenko (2023); Buldeo Rai *et al*. (2023)
Comportamento do Consumidor	Pesquisas sobre aceitação do consumidor: - Para realizar viagens a pontos intermediários de entregas; - Em entregas feitas por drones e/ou robôs autônomos.	Kiba-Janiak *et al.* (2021); Yusoff *et al*. (2023)
Entregas por Drones e/ou Robôs Autônomos	- Estudos sobre a características urbanas dinâmicas e privacidade. - Estudos sobre integração de drones e robôs nas redes de transporte e impactos sociais e comportamentais da introdução de robôs autônomos.	Barki e Parente (2014); Taniguchi *et al.* (2020); Yusoff *et al.* (2023);
Entregas em favelas	- Estudos sobre infraestrutura e endereçamento digital. - Estudos sobre práticas de logística de última milha em diferentes favelas, ampliando o modelo proposto por Duarte *et al*. (2019). - Estudos sobre a interação entre recursos organizacionais e os *stakeholders* para melhoria da eficiência e equidade das entregas.	Duarte *et al*. (2019); Teixeira *et al.* (2022); Pongeluppe (2022); Armah *et al.* (2023)

4 CONCLUSÃO

Por meio da revisão sistemática foi possível identificar os trabalhos que tratam de estratégias operacionais e novas tecnologias para a melhoria da eficiência nas entregas no trecho da última milha, principalmente em áreas com maiores dificuldade de acesso, como é o caso das favelas. A integração de *hubs*, PUDOs, *lockers* e a logística colaborativa podem proporcionar não apenas a eficiência operacional, mas também a sustentabilidade. Os trabalhos encontrados são de diversas universidades e países, mostrando que a logística urbana é um tema bastante pesquisado, porém acerca da logística de entregas em favelas foram encontrados poucos trabalhos, sendo o Brasil o país com maior número de publicações. As favelas representam um mercado promissor para o crescimento do *e-commerce*, embora enfrentem desafios devido à segurança, infraestrutura precária e dificuldade de acesso às residências. No entanto, algumas empresas já atuam para atender esta demanda, implementando soluções como rede de entregadores locais e parcerias com grandes varejistas, dentre outros.

Uma abordagem integrada que combine inovação tecnológica, parcerias estratégicas com empresas e políticas públicas para a melhoria da segurança e da infraestrutura urbana pode garantir a efetividade e sustentabilidade das entregas. Ao superar os desafios logísticos, é possível não apenas estimular o crescimento do comércio eletrônico, mas também promover inclusão digital e social para as pessoas que vivem nestas áreas. Sugere-se, para trabalhos futuros, pesquisas empíricas com empresas de entregas e grandes varejistas nessas áreas para avaliar os verdadeiros impactos dessas soluções sob a ótica da sustentabilidade nos pilares econômico, ambiental e social.

5 REFERÊNCIAS

Adusei, S., Nuertey, D. e Poku, E. (2023) Last-mile distribution and commodity availability, security and access: the moderating role of supply chain integration, **Benchmarking: An International Journal**, (ahead-of-print).

Albuquerque, F. (2023) Favela cresce demograficamente e movimenta mais de R$ 200 bilhões, **Agência Brasil**, 17 de março de 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-03/favela-cresce-demograficamente-e-movimenta-mais-de-r-200-bilhoes>. Acesso em: 26 de março de 2024.

Aljohani, K. e Thompson, R. G. (2018) A stakeholder-based evaluation of the most suitable and sustainable delivery fleet for freight consolidation policies in the inner-city area, **Sustainability**, 11(1), 124.

Amaral, J. C. e Cunha, C. B. (2020) An exploratory evaluation of urban street networks for last mile distribution, **Cities**, 107, 102916.

Amazon (2023) **Veja como a Amazon realiza entrega aos clientes em Favelas pelo Brasil**, Disponível em: <https://www.aboutamazon.com.br/noticias/operacoes/veja-como-a-amazon-realiza-entrega-aos-clientes-em-favelas-pelo-brasil>. Acesso em 29 abr. 2024.

Armah, A. K. e Li, J. (2023) Generational cohorts' social media acceptance as a delivery tool in sub-Sahara Africa motorcycle industry: The role of cohort technical know-how in technology acceptance, **Technology in Society**, 75, 102390.

Arslan, A. M., Agatz, N., Kroon, L. e Zuidwijk, R. (2019) Crowdsourced delivery - a dynamic pickup and delivery problem with ad hoc drivers, **Transportation Science**, 53(1), 222-235.

Beckers, J., Cardenas, I., Le Pira, M. e Zhang, J. (2023) Exploring Logistics-as-a-Service to integrate the consumer into urban freight, **Research in Transportation Economics**, 101, 101354.

Boysen, N., Fedtke, S. e Schwerdfeger, S. (2021) Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective, **Or Spectrum**, 43(1), 1-58.

Buldeo Rai, H. B., Mariquivoi, J., Schorung, M. e Dablanc, L. (2023) Dark stores in the city of light: Geographical and transportation impacts of 'quick commerce' in Paris, **Research in Transportation Economics**, 100, 101333.

Camilleri, P. e Dablanc, L. (2016) **Assessing the Competitiveness of Electric Vehicles for Last Mile Deliveries** (2.2 d), METRANS Transportation Center.

Carracedo, D. e Mostofi, H. (2022) Electric cargo bikes in urban areas: A new mobility option for private transportation, **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, 16, 100705.

Castrellon, J. P. e Sanchez-Diaz, I. (2024) Effects of freight curbside management on sustainable cities: Evidence and paths forward, **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 130, 104165.

Cornell, A., Mahan, S. e Riedel, R. (2023) Continued momentum in commercial drone deliveries, **Our Insights**, 6 out. 2023, McKinsey & Company.

Cieplińska, J. R. e Szmelter-Jarosz, A. (2020) Toward most valuable city logistics initiatives: Crowd logistics solutions' assessment model, **Central European Management Journal**, 28(2), 38-56.

Dablanc, L., Morganti, E., Arvidsson, N., Woxenius, J., Browne, M. e Saidi, N. (2017) The rise of on-demand 'Instant Deliveries' in European cities, In: **Supply Chain Forum: An International Journal,** 18(4), 203-217.

Duarte, A. L. D. C. M., Macau, F., Flores e Silva, C. e Sanches, L. M (2019) Last mile delivery to the bottom of the pyramid in Brazilian slums, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 49(5), 473-491.

Ducret, R., Lemarié, B. e Roset, A. (2016) Cluster analysis and spatial modeling for urban freight. Identifying homogeneous urban zones based on urban form and logistics characteristics, **Transportation Research Procedia**, 12, 301-313.

E-Commerce Brasil (2023) **Moradores da periferia preferem fazer compras online**; Shopee e Mercado livre são os mais procurados, 25 set. 2023. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/moradores-da-periferia-preferem-fazer-compras-online-shopee-e-mercado-livre-sao-os-mais-procurados>. Acesso em 03 de mai. 2024.

Ewedairo, K., Chhetri, P., Dodson, J. e Shee, H. K. (2024) Developing A Strategic Framework to Build Future Last Mile Delivery Scenarios: A Scenario Thinking Approach, **Operations and Supply Chain Management: An International Journal**, 17(1), 32-49.

Hirakawa, A. P. R., Rodrigues, E. D. e Lima Jr., O. F. L. (2018) Logística Urbana em Favelas e áreas precárias: uma revisão sistemática da literatura, In: **XXXII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**, 4-7 nov. 2018.

Holguín-Veras, J. e Sánchez-Díaz, I. (2016) Freight demand management and the potential of receiver-led consolidation programs, **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 84, 109-130.

Hu, W., Dong, J., Hwang, B. G, Ren, R. e Chen, Z. (2019) A scientometrics review on city logistics literature: Research trends, advanced theory and practice, **Sustainability**, 11(10), 2724.

Iannaccone, G., Marcucci, E. e Gatta, V. (2021) What young e-consumers want? Forecasting parcel lockers choice in Rome, **Logistics**, 5(3), 57.

Iwan, S., Kijewska, K. e Lemke, J. (2016) Analysis of parcel lockers' efficiency as the last mile delivery solution–the results of the research in Poland, **Transportation Research Procedia**, 12, 644-655.

Kiba-Janiak, M., Marcinkowski, J., Jagoda, A. e Skowrońska, A. (2021) Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature review, **Sustainable Cities and Society**, 71, 102984.

Ma, P., Yao, N. e Yang, X. (2021) Service quality evaluation of terminal express delivery

based on an integrated SERVQUAL-AHP-TOPSIS approach, **Mathematical Problems in Engineering**, 2021, 1-10.

Marchet, G., Melacini, M. e Perotti, S. (2014) Environmental sustainability in logistics and freight transportation: A literature review and research agenda, **Journal of Manufacturing Technology Management**, 25(6), 775-811.

McDonald, N., Steiner, R., Edwards, C. H., Iacobucci, E. e Griffith, J. (2022) **Overcoming Barriers to Freight and Logistics Firm Collaboration With Urban Planning** (STRIDE Project D5), Southeastern Transportation Research, Innovation, Development and Education Center (STRIDE).

Mohammad, W. A., Nazih Diab, Y., Elomri, A. e Triki, C. (2023) Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions, **Supply Chain Forum: An International Journal**, 24(2), 151-169.

Mohri, S. S., Nassir, N., Thompson, R. G. e Ghaderi, H. (2024) Last-Mile logistics with on-premises parcel Lockers: Who are the real Beneficiaries, **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 183, 103458.

Paloheimo, H., Lettenmeier, M. e Waris, H. (2016) Transport reduction by crowdsourced deliveries – a library case in Finland, **Journal of Cleaner Production**, 132, 240-251.

Pongeluppe, L. S. (2022) The favela effect: Spatial inequalities and firm strategies in disadvantaged urban communities, **Strategic Management Journal**, 43(13), 2777-2808.

Schnieder, M., Hinde, C. e West A. (2021) Sensitivity Analysis of Emission Models of Parcel Lockers vs. Home Delivery Based on HBEFA, **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 18(12), 6325.

Sochor, J., Fenton, P., de Bode, A., de Azpiazu, M. C., Borraz, R. L. e Gasparin, P. (2023) HALLO: Hubs for Last Mile Delivery Solutions in Barcelona and Stockholm, **Transportation Research Procedia**, 72, 3300-3307.

Taniguchi, E., Thompson, R. G. e Qureshi, A. G. (2020) Modelling city logistics using recent innovative technologies, **Transportation Research Procedia**, 46, 3-12.

Teixeira, R., Duarte, A. L. D. C. M., Macau, F. R. e Oliveira, F. M. (2022) Assessing the moderating effect of brick-and-mortar store on omnichannel retailing, **International Journal of Retail & Distribution Management**, 50(10), 1259-1280.

UN-Habitat - United Nations Human Settlements Programme (2022) **Global Action Plan**, Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2023/05/global_action_plan_22-05-23.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2024.

Vakulenko, Y. (2023) **Parcel locker policy**: review and future directions, Lund University.

Yusoff, F. A. M., Mohamad, F., Tamyez, P. F. M. e Panatik, S. A. (2023) Do I need to use it? Factors influencing the intention to adopt automated parcel lockers as last-mile delivery services, **Acta Logistica**, 10(4), 567-575.

PROJETO MAPAS: METODOLOGIA INOVADORA PARA PLANEJAMENTO URBANO EM ÁREAS DE RISCO FERROVIÁRIO EM BELO HORIZONTE E CONTAGEM

R. M. Loura; L.S. Bragança; A. I. Sá; M. R. Maia; J. T. Miranda; G. Barcelos; C. A. Davis Jr; N. Rena.

RESUMO

O Projeto MAPAS - Mapeamento, Análise, Prognóstico e Ações Sustentáveis - é resultado de uma parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação entre a VLi Multimodal S.A., a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG). A iniciativa desenvolve soluções inovadoras diante de uma ocorrência histórica de ocupações irregulares de risco na ferrovia operada pela concessionária de transporte de carga. Para isso, estão sendo desenvolvidas soluções de gestão e territoriais para reduzir a insegurança operacional para as pessoas, os riscos para os ativos e cargas, melhorando o uso de áreas residuais no domínio ferroviário e preservando os valores sociais, ambientais e econômicos compartilhados pelo território e seus atores. A metodologia do projeto advém da integração entre mapeamento e manipulação de dados territoriais, análise e produção de prognósticos, desenvolvimento de propostas de intervenção e elaboração de um catálogo de soluções territoriais generalizáveis. Todo esse processo está incluído em uma plataforma digital online, que permite a interoperabilidade entre dados e a reaplicação do método em várias áreas críticas de alta densidade ocupacional ao longo dos 8.000km de extensão da rede ferroviária. O projeto piloto está em desenvolvimento no ramal ferroviário “Ferrugem”, localizado nos limites dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, no estado de Minas Gerais - Brasil. Nessa etapa, foi elaborada a reconstituição histórica da faixa de domínio local, possibilitando a criação de critérios para orientar a classificação das áreas, tendo como principal parâmetro os níveis de risco envolvidos por cada território ocupado. Todo o processo foi executado produzindo-se mapas de indicadores usando o método de tesselação do território, incorporado à plataforma. Portanto, o primeiro lançamento de propostas para usos e programas de intervenção necessários para a ferrovia foi apresentado como resposta ao conjunto de restrições territoriais específicas identificadas em diferentes trechos. Essa abordagem é contemplada pelo catálogo de alternativas de intervenção reaplicáveis, que está associado às políticas ESG - ambientais, sociais e de governança - em articulação com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

1 INTRODUÇÃO

A rede ferroviária brasileira teve seu período áureo, desempenhando um papel crucial no processo de modernização do país, tanto nos anos anteriores quanto posteriores à segunda guerra mundial. Entretanto, a expansão das ferrovias não encontrou condições favoráveis para se disseminar amplamente; pelo contrário, seu avanço foi limitado. Ainda assim, a

ferrovia no Brasil representa o segundo modal mais utilizado para o transporte de cargas, com 23% do total transportado (Nunes, 2006). Um dos desafios para seu funcionamento é o conflito entre ocupação urbana e seus trilhos. A malha ferroviária ainda apresenta características do século 19 e não satisfaz às necessidades atuais da população. As ferrovias foram construídas seguindo uma lógica ultrapassada, estando defasadas desde a década de 1950, quando o país começou a investir quase que exclusivamente em rodovias (Nunes, 2006).

Inicialmente, devido ao tamanho dos assentamentos urbanos e da velocidade de seus comboios, a proximidade entre ferrovia e cidade não apresentava grandes questões. Com o crescimento urbano e a segregação sócio territorial nas cidades brasileiras, as ocupações ao longo das faixas de domínio cresceram e começaram a representar um risco para as comunidades e para a operação ferroviária.

A realidade observada em Belo Horizonte, e em várias outras cidades, revela que muitos trechos da malha ferroviária apresentam ocupações de risco, com os mais diversos tipos de edificações e usos, em intensidades variadas e também em áreas com graus distintos de periculosidade para ocupantes e seu entorno. Outras áreas ainda não ocupadas apresentam alta vulnerabilidade a ocupações futuras, conformando zonas prioritárias para o monitoramento e a prevenção de novas ocupações.

A presença de edificações ou de outros usos incompatíveis com a operação da linha férrea nas faixas de domínio (descarte de resíduos, estacionamento de veículos ou permanência de pedestres) acarreta em graves riscos à segurança das populações locais, assim como aos trabalhadores da ferrovia, de seus equipamentos e infraestruturas, bem como das cargas transportadas. Para além do risco às pessoas, essas ocupações irregulares também constituem gargalos operacionais, impactando a logística de transporte de cargas e de passageiros (quando existir) impondo restrições à velocidade e ao tamanho dos trens que podem transitar nessas áreas. Finalmente, interessa apontar os possíveis impactos ambientais provocados por tais situações, especialmente em áreas onde são transportadas cargas poluentes, bem como em áreas de proteção ou de interesse ambiental.

A questão das ocupações irregulares e da construção informal – seja nas faixas de domínio[1] e operacionais[2] das ferrovias ou em outras áreas não edificantes por razões diversas – extrapola muito o mero debate da legalidade x ilegalidade e demanda estratégias de ações mais sofisticadas do que a simples desocupação das áreas. Estão envolvidas questões complexas relacionadas aos conflitos fundiários, ao déficit habitacional, à desigualdade de

[1] Entende-se como faixa de domínio das ferrovias as faixas de terreno anexas à linha férrea necessárias para a instalação dos trilhos e demais estruturas necessárias a sua operação – tais como pátios ou estações –, assim como áreas necessárias para eventuais expansões futuras. A legislação federal, por meio do inciso 2 do Decreto 7.929, de 18 de fevereiro de 2013, identifica como faixa de domínio: "a porção de terreno com largura mínima de quinze metros de cada lado do eixo da via férrea, sem prejuízo das dimensões estipuladas nas normas e regulamentos técnicos vigentes, ou definidas no projeto de desapropriação ou de implantação da respectiva ferrovia". A Lei 13.913, de 25 de novembro de 2019, determina que "ao longo das águas correntes e dormentes e da faixa de domínio das ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado".

[2] A Faixa Operacional considera não apenas o gabarito da via permanente, mas também os elementos de infraestrutura da via permanente que garantem sua estabilidade. Em outras palavras, inclui o conjunto de aterros, drenagem, cortes, túneis e pontes dos quais depende a estabilidade do lastro e do sublastro da ferrovia – ver a respeito, Rosa e Ribeiro (2016). Neste sentido, é preciso considerar não apenas a largura da plataforma (7,70m de largura para trilhos em bitola larga), mas também os taludes de cortes e aterros necessários para sua implantação.

acesso dos diferentes setores da população à moradia de qualidade e aos serviços urbanos e, mesmo, às diferentes condições para o exercício da cidadania.

Para enfrentar esse desafio foi feita uma parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação entre a empresa concessionária responsável pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e pelo Tramo Norte da Ferrovia Norte Sul (FNS), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) denominada Projeto MAPAS - mapeamento, análise, prognóstico e ações sustentáveis. A iniciativa desenvolve soluções inovadoras diante de uma ocorrência histórica de ocupações irregulares de risco na ferrovia operada pela concessionária de transporte de carga. Para isso, foram desenvolvidas soluções territoriais e de gestão, no intuito de reduzir a insegurança operacional para as pessoas, os riscos para os ativos e cargas, melhorando o uso de áreas residuais no domínio ferroviário e preservando os valores sociais, ambientais e econômicos compartilhados pelo território e seus atores.

Neste artigo interessa apresentar a proposta de um catálogo de soluções construtivas generalizáveis que pode contribuir para a atuação da concessionária em territórios junto a sua faixa de domínio em locais com necessidade de melhorar a segurança de operação logística da empresa ferroviária. O catálogo foi elaborado a partir dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Será apresentado também um estudo de caso da aplicação deste catálogo no projeto de uma arquibancada-parque para uma faixa de terreno contígua à quadra de uma Escola Municipal, pertencente ao ferroviário Ferrugem, localizado na cidade de Belo Horizonte.

2 PROJETO MAPAS

O método desenvolvido pelo MAPAS advém da integração entre mapeamento e manipulação de dados territoriais, análise e produção de prognósticos, desenvolvimento de propostas de intervenção e elaboração de um catálogo de soluções territoriais generalizáveis. Todo esse processo está incluído em uma plataforma digital *online*, que permite a interoperabilidade entre dados e a reaplicação do método em várias áreas críticas de alta densidade ocupacional ao longo de toda a extensão da rede ferroviária sob responsabilidade da concessionária parceira.

A plataforma digital do MAPAS recorre à ciência de dados e à visualização de dados para produzir análises precisas e detalhadas dos territórios que permitem alimentar diálogos voltados à tomada de decisão, o que qualifica as soluções de projeto. A visualização de dados é um componente crucial desse método, pois transforma informações complexas em representações visuais compreensíveis. A percepção visual, em particular, ajuda a identificar padrões e tendências, tornando-se uma etapa crítica no processo de ciência de dados. Desse modo, buscamos referências em trabalhos como o desenvolvido pelo arquiteto espanhol Eduardo Arroyo (2001), que utiliza o geoprocessamento gerando indicadores multicritério para orientar soluções de desenho urbano. O MVRDV (2005), com seu conceito de *datascape*, exemplifica como a visualização de dados pode influenciar a arquitetura e o urbanismo. Projetos como *MetaCity/DataTown* (MVRDV, 1999) e *Paris(plus)Petit* (MVRDV, 2008) utilizam dados espaciais para definir programas de necessidades e tomar decisões fundamentadas. Esse último exemplo, um masterplan para Paris, desenvolve uma metodologia em uma plataforma autoral chamada *City*

Calculator©[3], na desafiadora tarefa de mitigar a expansão urbana futura e transformar radicalmente o *Grand Paris* em uma das cidades de alta qualidade mais densas, compactas e, portanto, sustentáveis do mundo.
O *Senseable City Lab* do MIT (Ratti, 2024) trabalha com a ideia da cidade em tempo real, utilizando dados coletados continuamente por sensores urbanos para transformar a compreensão e o projeto das cidades. Um exemplo notável é o *Manhattan Population Explorer* (SENSEable City Lab., 2024), que modela a mobilidade urbana em 3D, mostrando a variação de densidade populacional ao longo do dia. Esse método demonstra como a integração de análise de dados e visualização pode criar soluções projetuais mais informadas e eficazes.

Partindo de referências como essas, bem como das questões e demandas específicas identificadas na investigação sobre os conflitos provocados pelas ocupações irregulares nas faixas de domínio ferroviárias, foi desenvolvido um método estruturado a partir das seguintes etapas[4]:

- Reconstituição dos limites da faixa de domínio dos trechos indicados pela concessionária como áreas de interesse – áreas que apresentam elevados registros de eventos como: ocupações de risco, roubos de carga, descarrilamentos e tombamentos de vagões. Interessa compreender, de fato, suas fronteiras e territórios, uma vez que a legislação não determina limites precisos para as faixas de domínio e, muitas vezes, as próprias concessionárias não possuem este registro;
- Mapeamento das ocupações internas às faixas de domínio são que serão ranqueadas em função do risco que representavam à vida, ao meio ambiente e à operação da ferrovia, indicando áreas prioritárias para a desocupação;
- A partir da definição de maior risco das zonas ocupadas, há uma combinação entre áreas desocupadas vulneráveis e novas ocupações, configurando as áreas prioritárias para o recebimento de intervenções;
- Estabelecimento de diretrizes projetuais a partir da combinação de variáveis ligadas às características territoriais, ambientais e às dinâmicas urbanas identificadas em cada área;
- Aplicação do catálogo de soluções generalizáveis para materializar o projeto específico de intervenção na área.

Parte desse processo é feita de forma não automatizada, como a reconstituição das faixas de domínio. Porém, outras etapas – definição dos indicadores de prognósticos a novas ocupações; identificação das zonas com prioridade de remoção e das áreas prioritárias de intervenção – são feitas por meio de *workflows* programados na plataforma digital do projeto, a partir do método de tesselação regular, que consiste na divisão do espaço em células de tamanho e formato uniforme, de maneira que a todo ponto do espaço modelado corresponde exatamente uma célula (Borges et al., 2005). Assim, as proposições de usos e programas de necessidades de intervenções para um determinado trecho da ferrovia são apresentadas como resposta ao conjunto de condicionantes territoriais específicas identificadas.

[3] O City Calculator©, desenvolvido pelo MVRDV, é uma ferramenta inovadora de planejamento urbano que permite uma análise detalhada e interativa de diferentes cenários urbanos. Projetado como parte da resposta à consulta de planejamento urbano de 2008 do presidente Sarkozy para a área da Grande Paris, o City Calculator tem o objetivo de apoiar a tomada de decisões informadas e fundamentadas no contexto do planejamento urbano sustentável. Funcionalidades do City Calculator©: a) simulação de cenários; b) análise de dados; c) interface interativa e; d) ferramenta de decisão.
[4] Por não se tratar do objeto central deste artigo, e devido aos limites de extensão do texto, o método será aqui apresentado de maneira bastante resumida.

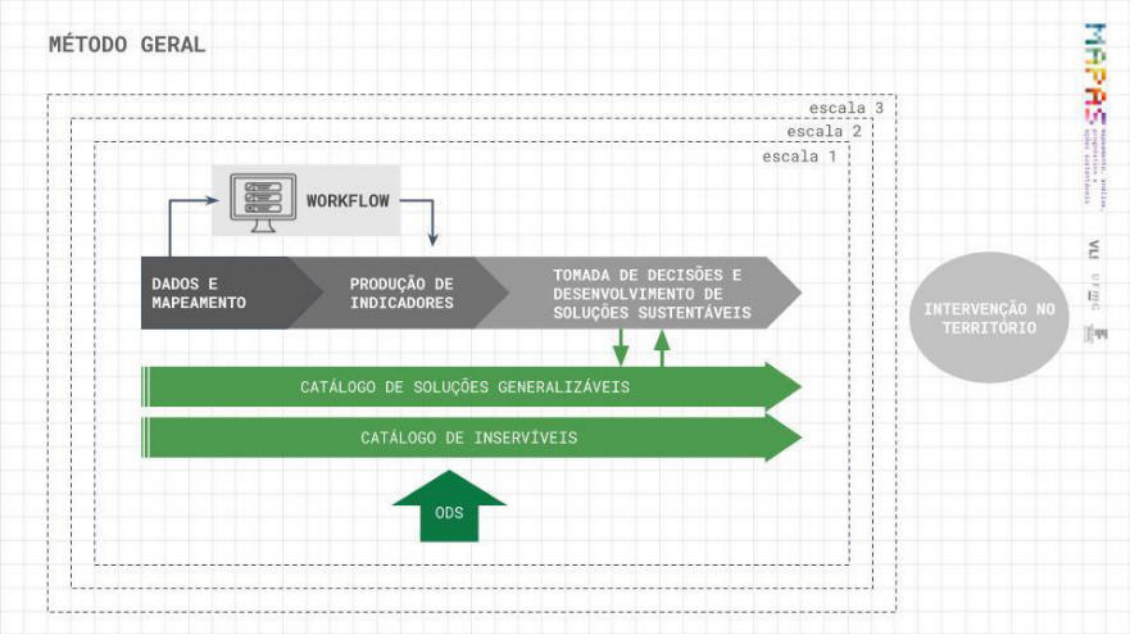


Figura 1 - Síntese do método. Fonte: Projeto MAPAS, 2024

3 CATÁLOGO DE SOLUÇÕES GENERALIZÁVEIS

3.1 Pressupostos

A proposta explora o potencial da fronteira com as ferrovias com intuito de criar um território de relação entre cidade e linha férrea contendo intervenções de pequeno porte e baixo custo, partindo do entendimento de que essas soluções podem ser utilizadas em novos locais. Assim, a equipe elaborou o conceito de Situações Territoriais Generalizáveis. A ideia de fronteira enfoca a coexistência, mais do que a identidade — objetos de pensamento acessíveis pelo contorno. São lugares de alianças e substituições que apontam o reconhecimento e a necessidade de limites. As fronteiras são zonas cinzentas onde os contornos são fluidos e as separações e as ligações dos campos opostos se fazem ou desfazem abrindo possibilidades (Deleuze, Guattari, 1997). Nesse sentido, entender esse limite entre ferrovia e cidade abre múltiplas possibilidades de construir espacialmente uma relação entre esses dois campos.

O termo Soluções Generalizáveis se refere às propostas de desenho urbano, criadas a partir do entendimento do território de fronteira entre a ferrovia e a cidade, que utilizam componentes e módulos combináveis, permitindo sua reaplicação em outros contextos semelhantes. Logo, como proposição técnica-espacial, a solução tem um caráter generalizável, mas no que refere à sua execução, esta deverá considerar uma certa adaptação quanto às características específicas territoriais, como por exemplo: topografia, geografia, contexto social e urbano, etc.

Sendo a sustentabilidade uma questão transversal a toda a abordagem do MAPAS, as Soluções Territoriais Generalizáveis englobam os princípios concernentes tanto aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), quanto respondem aos objetivos gerais do Projeto MAPAS.

A ideia de catálogo pode inicialmente, suscitar que as soluções são genéricas e desconectadas do território e das questões urbanas amplamente complexas. Todavia, o

catálogo serve como um guia abrangente e estruturado para identificar, planejar e implementar estratégias que visam melhorar a segurança e criar a oportunidade de um inter relacionamento entre ferrovia e cidade menos conflituosa. Esse é o principal objetivo do catálogo de soluções generalizáveis.

A proposta do MAPAS tem também como princípio, desvendar e repensar o método e o significado da modularidade, não apenas como um meio de repetição mas como uma resposta de design contextual (Arisya e Suryantini, 2021) capaz de promover variabilidade de combinações utilizando módulos pré estabelecidos. Com o uso de módulos o que se pretende é permitir a invenção de novos espaços e combinações a partir de componentes com caráter generalizável e não genérico. A modularidade permite a construção da arquitetura como partes que constroem o todo, criando uma ligação entre escalas espaciais do objeto ao contexto urbano. Essa noção reposiciona o desenho de espaços de fronteira entre ferrovia e cidade, articulando micro elementos e escala urbana. Além disso, pode criar interação e variação espacial a partir da modulação, permitindo a adaptação à dinâmica do contexto existente. As iterações de variação podem ser organizadas para criar uma configuração de conjunto singular a partir de elementos padronizados.

O desafio de aumentar a segurança de operação logística ao longo das faixas de domínio que atravessam áreas urbanas em muitos casos precisa considerar também a condição de precariedade das ocupações formais ou informais lindeiras. Portanto, no projeto MAPAS entende-se que não é suficiente pensar em soluções tecnicistas voltadas apenas para apartar de maneira simplista o espaço de operação ferroviária, do espaço de vida urbano. A proposta do Catálogo de soluções generalizáveis é capitalizar o design modular como a base da sua estrutura no desenvolvimento de um quadro que é conciso nos seus parâmetros, mas que fomenta a imaginação e a criatividade.

O catálogo de soluções construtivas generalizáveis foi elaborado para oferecer respostas singulares, uma vez que se adequam aos seus diferentes contextos territoriais, ambientais e socioeconômicos, para intervenções frente às múltiplas situações possíveis que explicam o processo de ocupação do território contíguo à faixa de domínio, ou mesmo da faixa propriamente. Ou seja, trata-se de propostas na escala local capazes de se adequar a situações típicas que se repetem ao longo da faixa de domínio. Logo, cada intervenção será apresentada como resposta a uma gama de condicionantes territoriais identificadas e concatenadas de maneira que o conjunto obtido forneça possibilidades de intervenções em resposta.

Esse catálogo se presta como ferramenta para elaboração de intervenções preventivas a novas ocupações de risco contemplando usos diversos e adequados ao local. Além de evitar a instalação do problema em áreas com alto potencial de ocupação, previne-se a ocorrência de reocupação de áreas já desocupadas previamente, evento que acontece, conforme registros da própria concessionária. Trata-se de um material que é parte do método mais abrangente de diagnóstico/ mapeamento e prognóstico territorial elaborado pelo Projeto MAPAS. Ou seja, sua aplicação descontextualizada das demais etapas do método implica possivelmente em resultados insatisfatórios.

3.2 Proposta

Para alcançar seus propósitos, o catálogo segue o conceito de uma modulação dimensional que confere flexibilidade de aplicações e combinações de usos em contextos com

dinâmicas urbanas distintas e topografias diversas. As soluções que compõem o catálogo foram desenvolvidas usando materiais construtivos disponíveis amplamente no país e também materiais inservíveis à disposição da empresa, como trilhos, dormentes e vagões. Além disso, as soluções foram pensadas para serem de complexidade construtiva relativamente baixa. Há 164 módulos organizados em 17 conjuntos separados por sua aplicação que combinados têm seus usos majoritariamente voltados ao lazer comunitário. Os conjuntos de aplicação são: Bancos, Cercas, Coberturas, Escadas, Ginástica, Horta, Jardineira, Lixeira, Mesas, Monólitos, Muros, Paraciclos, Pisos, Playground, Quiosque, Skate e vagão. Cada um desses conjuntos possui diferentes tipos de módulos, o que confere flexibilidade e adaptabilidade à utilização do catálogo. As propostas de intervenção se estruturam a partir de combinações diversas dos módulos que compõem o catálogo.

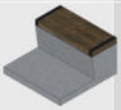
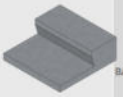
Objetivamente, o catálogo é composto por (i) documento geral de apresentação que apresenta cada conjunto de módulos e traz exemplos de agrupamentos; (ii) documento geral de especificações construtivas gerais dos módulos; (iii) planilha com descrição detalhadas de cada módulo, incluindo indicação de relação do módulo com os objetivos do desenvolvimento sustentável; e (iv) ficha com representação técnica detalhada para cada módulo. A figura 1 mostra um trecho da planilha e uma ficha técnica para exemplificar.

A utilização do catálogo de soluções generalizáveis, para além de ser uma biblioteca de módulos que permite maior celeridade e previsibilidade de custos, reforça a criação de uma linguagem comum de ação da empresa ao longo de toda a malha sob sua concessão que tem interface de risco operacional com o tecido urbano. A intenção é fortalecer a cultura de atuação colaborativa entre residentes lindeiros à faixa de domínio e concessionária. Neste aspecto cabe ressaltar que os módulos com usos indicados e os produtos visuais presentes no catálogo abrem uma possibilidade de diálogo entre empresa e comunidade para a construção da intervenção territorial.

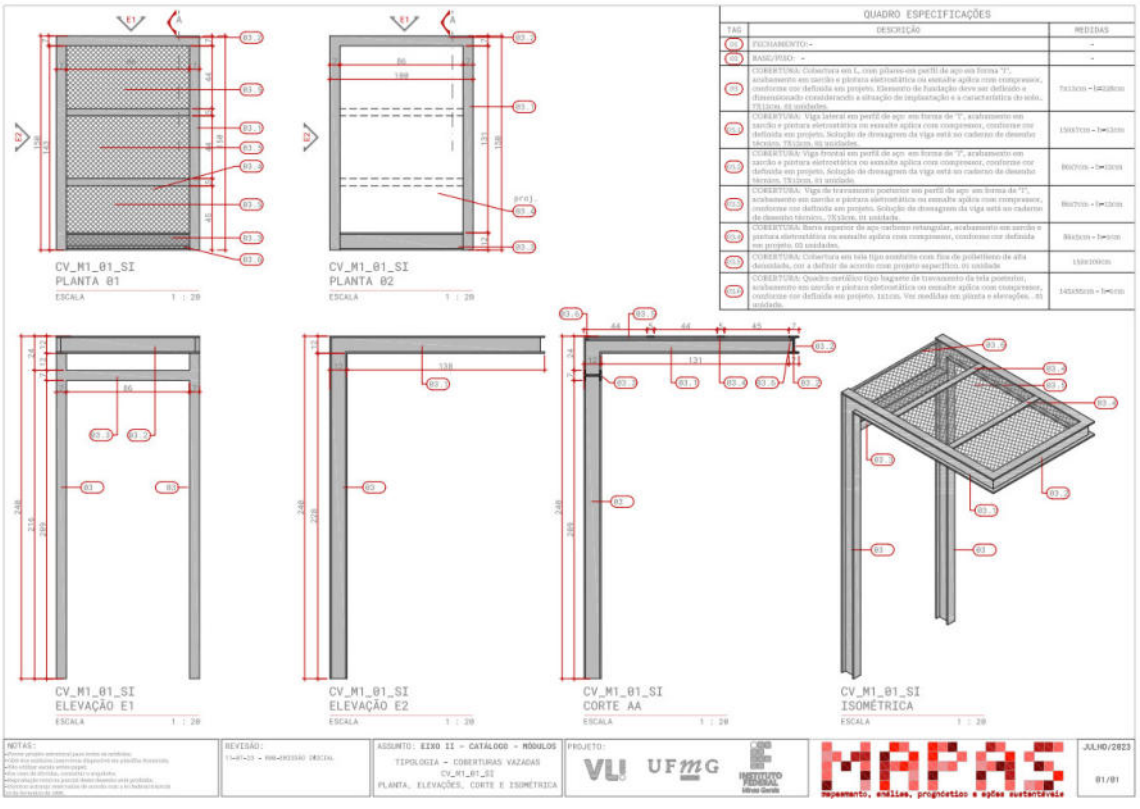
3.3 Possíveis aplicações

Encerrando a apresentação do catálogo cumpre delimitar as áreas compatíveis com sua aplicação. Essas áreas foram agrupadas em três tipos, sendo o primeiro grupo composto por áreas de fronteira imediata entre a ferrovia e a cidade, na qual exista necessidade premente de estabelecimento de elementos de fechamentos voltados à segurança, tais como cercas, muros, guarda-corpos, etc. O segundo grupo é composto por áreas com até 15 metros de largura que se enquadrem em uma das seguintes situações:

- Áreas residuais criadas após a remoção de ocupações de risco situadas ao longo do ramal fora da faixa de domínio e operacional;
- Áreas públicas adjacentes, distantes de no máximo 100 metros da ferrovia mas conectadas diretamente a esta pela malha urbana;
- Áreas públicas adjacentes ou lindeiras à ferrovia, fora da faixa de domínio e operacional, remanescentes de contornos rodoviários ou da instalação de outros tipos de infraestrutura urbana;
- Áreas sob responsabilidades da concessionária, dentro da faixa operacional ou de domínio, que permitam intervenções previstas no Catálogo sem qualquer risco para a operação do Ramal;
- Áreas particulares, que se enquadrem nas mesmas situações previstas para as áreas públicas, e que sejam objeto de parceria específica com a concessionária.

TIPO	IMAGEM	SIGLA	DESCRIÇÃO	INSERVÍVEIS	ODS	CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO
BANCO		BA_M1_01_SI	Banco: 44x100cm/h=45cm. Banco em concreto armado com aditivo hidrofugante, acabamento em concreto liso natural ou pigmentado ou com pintura PVC - cor a definir conforme projeto. Recomenda-se para reduzir o peso do módulo usar no interior blocos de EPS ou agregado graúdo em EPS. Deve-se prever espera metálica para fixação com a base/fundação, conforme detalhe específico. Base: 100x100/h=10cm. Assento, alinhado com 03 faces da base.	Não consta	ODS 3; ODS11;	Áreas de permanência de pedestres, mirantes, praças, áreas abertas ao publico em geral.
BANCO		BA_M1_02_IN	Banco: 44x100cm/h=37cm Banco em concreto armado com aditivo hidrofugante, acabamento em concreto liso natural ou pigmentado ou com pintura PVC - cor a definir conforme projeto. Recomenda-se para reduzir o peso do módulo usar no interior blocos de EPS ou agregado graúdo em EPS. Deve-se prever espera metálica para fixação com a base/fundação, conforme detalhe específico. Base: 100x100/h=10cm. Assento: 44x100cm/h=8cm - (cada peça - 100x22cm / h=8cm - 02unidades) Assento em dormentes de madeira lixada, com acabamento em Stain incolor. Fixação com chumbador PB Paraboit. Assento alinhado com 03 faces da base. Travamento: 44x5cm/h=8cm Travamento dormentes de madeira em chapa de aço carbono dobrada (espessura mínima 2mm) com acabamento em zarcão e pintura eletrostática ou esmalte (aplicadada com compressor), cor a definir.	Assento em dormentes de madeira 100x44x8cm.	ODS 3; ODS11; ODS12;	Áreas de permanência de pedestres, mirantes, praças, áreas abertas ao publico em geral.
BANCO		BA_M1_03_SI	Banco: 44x100cm/h=25cm. Banco em concreto armado com aditivo hidrofugante, acabamento em concreto liso natural ou pigmentado ou com pintura PVC - cor a definir conforme projeto. Recomenda-se para reduzir o peso do módulo usar no interior blocos de EPS ou agregado graúdo em EPS. Deve-se prever espera metálica para fixação com a base/fundação, conforme detalhe específico. Base: 100x100/h=10cm. Assento, alinhado com 03 faces da base.	Não consta	ODS 3; ODS11;	Áreas de permanência de pedestres, mirantes, praças, áreas abertas ao publico em geral.

A - Trecho Planilha



B - Exemplo ficha técnica

Figura 2 - Ilustração de planilha (A) e ficha técnica (B) que compõem o catálogo. Fonte: Elaborado pelo autores

O uso do catálogo no terceiro grupo de áreas - terrenos com mais de 15 metros de largura e 50 metros de comprimento - está condicionado aos módulos terem apenas papel

complementar a outro programa arquitetônico de maior porte implantado pela concessionária ou seus parceiros públicos ou privados.

4 CASO FERRUGEM

Localizado no limite entre a Zona Oeste de Belo Horizonte e o bairro Cidade Industrial, no município de Contagem, o Ramal Ferrugem foi escolhido como área piloto do Projeto MAPAS devido à grande intensidade de ocupações de risco na faixa de domínio da ferrovia e aos impactos destas ocupações na segurança da comunidade local, bem como na segurança operacional, na logística de manutenção e de transporte de cargas da ferrovia.

Os 8km de extensão do Ramal foram objeto de todas as etapas do método MAPAS supracitadas cujo resultado apontou à delimitação de quatro zonas prioritárias para o recebimento de intervenções destacadas na Figura 3:

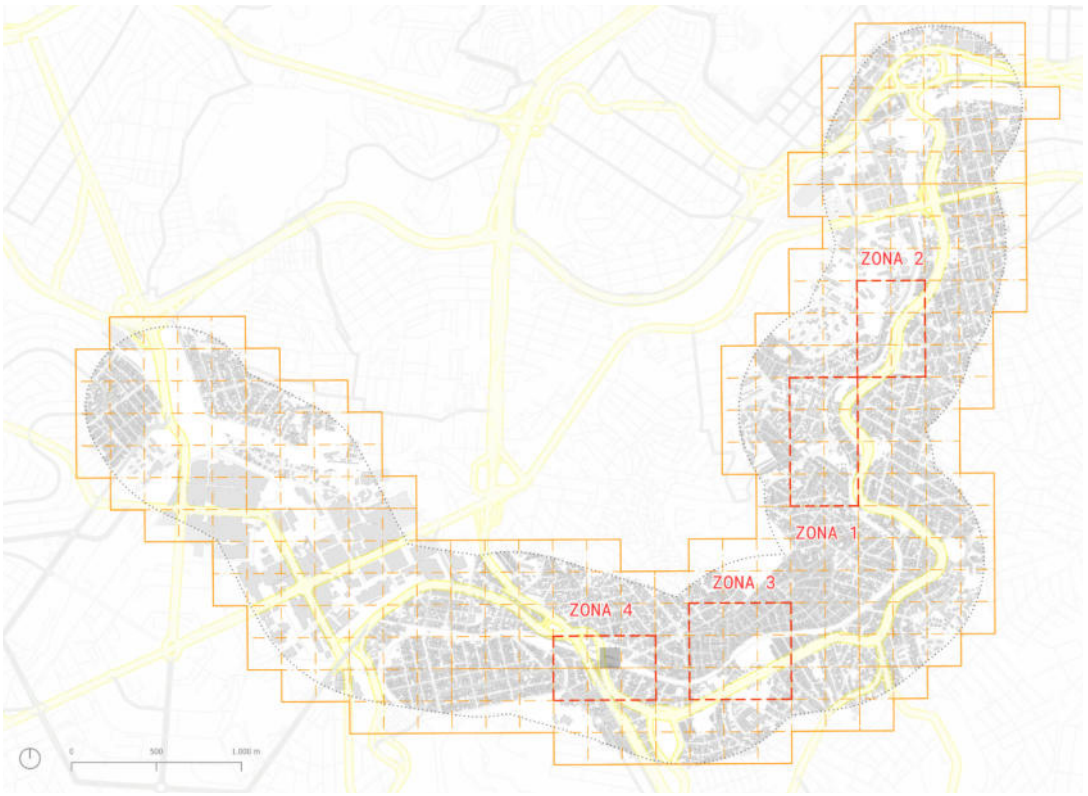


Figura 3 - Zonas mais críticas em relação às ocupações de risco, internas ao Ramal Ferrugem. Fonte: Projeto MAPAS, 2023

Para o presente artigo, foi realizado um recorte para apresentar a leitura territorial feita para a Zona 4, para a qual foi elaborado o anteprojeto da arquibancada-praça no Campo da Escola Municipal Pe. Henrique Brandão.

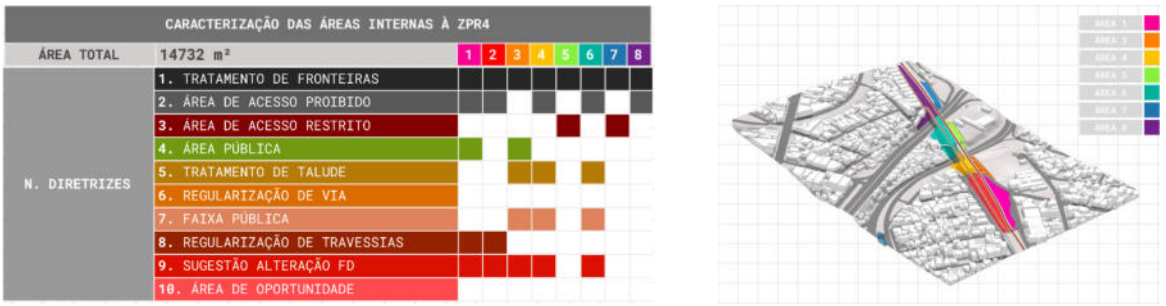


Figura 4 - ZPR4 e diretrizes de projeto pertinentes a cada uma das suas sub-áreas. Fonte: Projeto MAPAS, 2023

O Campo da Escola Pe. Henrique Brandão está localizado em uma área paralela à ferrovia, em um trecho onde a linha férrea está elevada acima de uma rodovia de ligação regional com tráfego intenso. O trecho em desnível entre o Campo e a Ferrovia é composto em parte pela faixa de domínio, e em parte por áreas públicas municipais (terreno da escola), e encontra-se ocupado por baias improvisadas para cavalos de carroceiros e pequenas edificações onde alguns desses carroceiros vivem. A figura 5 ilustra a proposta desenvolvida.



Figuras 5 - Anteprojeto para a arquibancada-parque (imagens ilustrativas). Fonte: Projeto MAPAS, 2023

Além de se localizar em uma das quatro zonas mapeadas como de maior risco no Ramal, a área também despertou o interesse do projeto por haver uma demanda da Escola – um importante ator da comunidade local – em realizar uma parceria para revitalização do Campo, possibilitando que ele pudesse ser incorporado a um programa comunitário de esporte e lazer para os habitantes do entorno. A leitura das diretrizes de projeto para a área sinalizava o potencial de articular áreas de uso público a soluções de tratamento de fronteira (de maneira a isolar os trilhos e garantir a segurança dos estudantes e demais usuários do espaço, bem como a segurança operacional da ferrovia). Dessa forma, surgiu a proposta da arquibancada praça: uma faixa contígua ao Campo capaz de atender às demandas de suporte aos jogos, mas que também fornece pequenos espaços públicos para atividades de descanso, convívio e lazer que expandem as alternativas de uso do local e tiram proveito do desnível existente. Todo o projeto foi elaborado a partir da articulação de diferentes módulos do catálogo de soluções generalizáveis, selecionados a partir das necessidades específicas do contexto

5 CONCLUSÃO

Considerando a complexidade do desafio de tratar a interface cidade-ferrovia, principalmente em áreas urbanas periféricas, o projeto MAPAS propõe um catálogo de soluções generalizáveis. A flexibilidade proporcionada pelo sistema modular do catálogo permitirá a reconfiguração dos espaços de fronteira conforme a evolução das distintas necessidades e demandas. A adaptabilidade do sistema, independentemente de seu propósito de uso, assegura que essas estruturas possam configurar espaços diversos. Essa adaptabilidade foi crucial na elaboração do catálogo de soluções generalizáveis como meio para satisfazer tanto as necessidades de acomodação das pessoas quanto às demandas relacionadas à infraestrutura ferroviária.

Como princípio de design, as soluções generalizáveis podem adotar princípios de criação de composições espaciais tridimensionais tangíveis, empregadas em múltiplos espaços, incluindo aqueles para os quais não foram inicialmente pensados. A flexibilidade pode ser percebida como uma parte integrante da modularidade. Módulos sistemáticos podem possibilitar usos flexíveis.

A aplicação das soluções presentes nesse catálogo para o território de Ferrugem ilustrou a versatilidade e adaptabilidade alcançadas. Para além desse estudo de caso apresentado, a equipe MAPAS está desenvolvendo outras intervenções utilizando o catálogo em outros trechos da ferrovia e em contextos distintos, o que vai ampliando a criação dos módulos, já que novas demandas de uso vão surgindo ao longo da expansão territorial do projeto.

6 REFERÊNCIAS

Arisya, K. F., & Suryantini, R. (2021). **Modularity in design for disassembly (DfD): Exploring the strategy for a better sustainable architecture**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012024

ARROYO, Eduardo. **Instrucciones borrosas, paisajes de adecuación.** El Croquis: Principios de siglo | En proceso (II), n. 106/107, p. 104-159, 2001.

BORGES, Karla A. V., DAVIS Jr., Clodoveu A., Laender, A. H. (2005). **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos.** In Casanova, M. A. et al. Bancos de Dados Geográficos. Disponível em https://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf

DELEUZE, Gilles e GUATTARI, Félix. (1997). Mil Platôs. **Capitalismo e Esquizofrenia**. Rio de Janeiro: Editora 34.

MVRDV. (1999). **MetaCity/DataTown.** Rotterdam: 010 Publishers.

MVRDV. KM3: **Excursions on capacities.** (2005). Barcelona: Actar.

MVRDV. (2008). **Paris(plus)Petit.** Disponível em: https://www.mvrdv.com/projects/358/gran. Acesso em: 20 maio 2024.

Nunes, Ivanil (2006). **Ferrovia brasileira: concessão pública para uso privado**. Revista Ibero Americana de Estratégia. Número 5(2), p.109-119. ISSN: 2176-0756. viewed em 16 de maio, < https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331227108012>

RATTI, Carlo. (2024). **Urban Innovation: Transforming Cities with Technology.** Disponível em: http://senseable.mit.edu/urban-innovation. Acesso em: 20 maio 2024.

ROSA, R. A.; RIBEIRO, R. C. (2016). **Estradas de ferro: projeto, especificação & construção**. Vitória. Editora EDUFES.

SENSEable City Lab. (2024). **Manhattan Population Explorer.** Disponível em: http://senseable.mit.edu/manhattan-population-explorer. Acesso em: 20 maio 2024.

EQUIDADE NO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS NO NORTE E SUL GLOBAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A. F. O. Carvalho, C. A. Pereira,
R. S. Lima e M. H. P. Zuidgeest

RESUMO

O transporte urbano de cargas (TUC) é essencial, mas seu planejamento não tem garantido acesso equitativo aos bens básicos, principalmente para grupos desfavorecidos. Este artigo visa identificar práticas de equidade no TUC, comparando-as entre Norte e Sul Global por uma revisão sistemática de literatura. Foram selecionados 15 artigos, sendo a maioria dos últimos cinco anos (86,7%). As publicações focam nas entregas do *e-commerce*, destacando o potencial equitativo dos pontos de coleta e entrega. Além disso, embora bem estabelecidas, algumas práticas do Norte Global ainda não são justas, reforçando a necessidade de considerar a equidade desde o planejamento do TUC. A população idosa, baixa renda e não-branca são desfavorecidas em ambas as regiões, enquanto imigrantes e assentamentos informais foram analisados apenas no Norte e Sul Global, respectivamente. Espera-se que este artigo contribua para a equidade no TUC, dada a escassez de pesquisas nesse tema.

1 INTRODUÇÃO

As crescentes taxas de urbanização mundial têm aumentado o fluxo de pessoas e carros nas cidades (ONU, 2022), impulsionando a demanda das atividades do transporte urbano de cargas (TUC) (Alves *et al.*, 2023). Dessa forma, o TUC se torna uma atividade essencial para a sociedade ao representar os fluxos físicos das interações econômicas e possibilitar que os produtos cheguem às cidades para serem consumidos (Holguín-Veras *et al.*, 2020). No entanto, o TUC enfrenta uma série de desafios, especialmente em termos de sustentabilidade, uma vez que uma maior circulação de veículos significa mais externalidades negativas em áreas urbanas, como o aumento de poluição e congestionamentos (Zissis *et al.*, 2018).

Além disso, o TUC está intrinsecamente ligado a dinâmica interna de cada cidade, o que envolve competição no mercado entre transportadoras, acesso desigual aos bens básicos ou distribuição irregular das mercadorias, por exemplo, podendo comprometer a garantia de uma qualidade de vida mínima, principalmente aos grupos desfavorecidos (Lucas e Currie, 2012; Pereira *et al.*, 2017). Esses aspectos destacam a importância de estudos que promovam um planejamento do TUC orientado a tornar as cidades mais sustentáveis, eficientes e justas. Tal análise é crucial para garantir operações equitativas para todos os envolvidos nas atividades do TUC, incluindo transportadoras, consumidores, entregadores, poder público e outros, assegurando que não sejam prejudicados em seus processos internos.

O conceito de equidade e justiça social, embora ainda seja debatido extensivamente na literatura, pode ser entendido de várias maneiras (Pereira *et al.*, 2017). Para este estudo, considerou-se equidade e justiça social como conceitos equivalentes. Dessa maneira, ambos contemplam a proporcionalidade entre a recompensa, custo e esforço de um indivíduo perante o coletivo mesmo que seja necessário um tratamento com base em diferenças individuais para a garantia de uma qualidade de vida mínima a todos (Pereira *et al.*, 2017). Paralelamente, os grupos desfavorecidos são aqueles mais afetados pelas injustiças sociais, podendo ser compostos por grupos historicamente excluídos do processo de garantia dos direitos básicos por questões étnicas, econômicas, de origem, de gênero, sexualidade, dentre outras. Este artigo também considerou indivíduos que se encontram em situação de vulnerabilidade social, como idosos e pessoas com deficiência (ONU, 2024).

A equidade na área de transportes tem sido estudada nos últimos anos. Porém, os estudos se concentram majoritariamente no transporte de pessoas. Similarmente, o TUC apresenta uma organização complexa. No entanto, quando analisado com o objetivo de torná-lo equitativo, essa complexidade aumenta ainda mais. Diversos fatores, como cultura (Xue *et al.*, 2019), renda (Oliveira *et al.*, 2020), etnia (Lage e Rodrigues, 2021), localização (Schaefer e Figliozzi, 2021) e método de entrega (Olsson e Woxenius, 2012), influenciam na eficácia operacional do TUC, bem como na sua acessibilidade a todos os públicos.

As divisões político-socioeconômicas também é um aspecto que pode impactar a experiência do acesso da população a suas mercadorias, influenciando desde as operações de distribuição até os modos de transporte. Além disso, essas divisões refletem nas formulações de políticas, de modo que as práticas e regulamentações podem ser distintas entre os países do Norte e do Sul Global, por exemplo. Portanto, ressalta-se a importância de considerar a especificidade de cada contexto ao planejar o TUC (Duarte *et al.*, 2019), bem como compreender práticas de regiões distintas, podendo adaptá-las ou usá-las como lições aprendidas.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo investigar as práticas na literatura acerca da equidade no transporte urbano de cargas, comparando as aplicações do Norte e Sul Global. Para tanto, foi conduzida uma revisão sistemática de literatura considerando duas bases bibliográficas de dados. Desse modo, este artigo apresenta quatro seções. Após esta introdução, a Seção 2 expõe a metodologia utilizada neste estudo. A Seção 3 apresenta uma análise dos resultados obtidos e, por fim, a Seção 4 exibe as conclusões finais alcançadas.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste artigo tem como base uma revisão sistemática de literatura, sendo um método eficaz para identificar os principais tipos de aplicações que contemplam o tema central desta pesquisa (Santos e Lima, 2024). A Figura 1 apresenta a metodologia dividida em três etapas. Na primeira etapa, decidiu-se o tema, as questões de pesquisa, as palavras-chave e as bases de dados bibliográficas. O tema escolhido para esta pesquisa foi a equidade no transporte urbano de cargas, de modo que, para guiá-la e atender o objetivo proposto, considerou-se as seguintes perguntas a ser respondidas para cada estudo selecionado: (1) Qual foi a metodologia utilizada?; (2) Qual foi o grupo desfavorecido investigado?; (3) Onde a pesquisa foi aplicada?; (4) Qual foi o tipo de distribuição considerado?; (5) A pesquisa apresenta uma solução logística para promoção da equidade? Se sim, qual?

Em seguida, as palavras-chave foram definidas para abranger as duas temáticas centrais deste artigo: (1) transporte urbano de cargas e; (2) equidade. A busca ocorreu nos títulos,

resumos e palavras-chave dos estudos, combinando os termos da forma apresentada a seguir: *("transport-related social exclusion" OR (("urban logistics" OR "city logistics" OR "urban freight" OR "last mile") AND ("informal settlement" OR "favela" OR "slum" OR "township" OR "bottom of the pyramid" OR "base of the pyramid" OR "equity" OR "accessibility")))*.

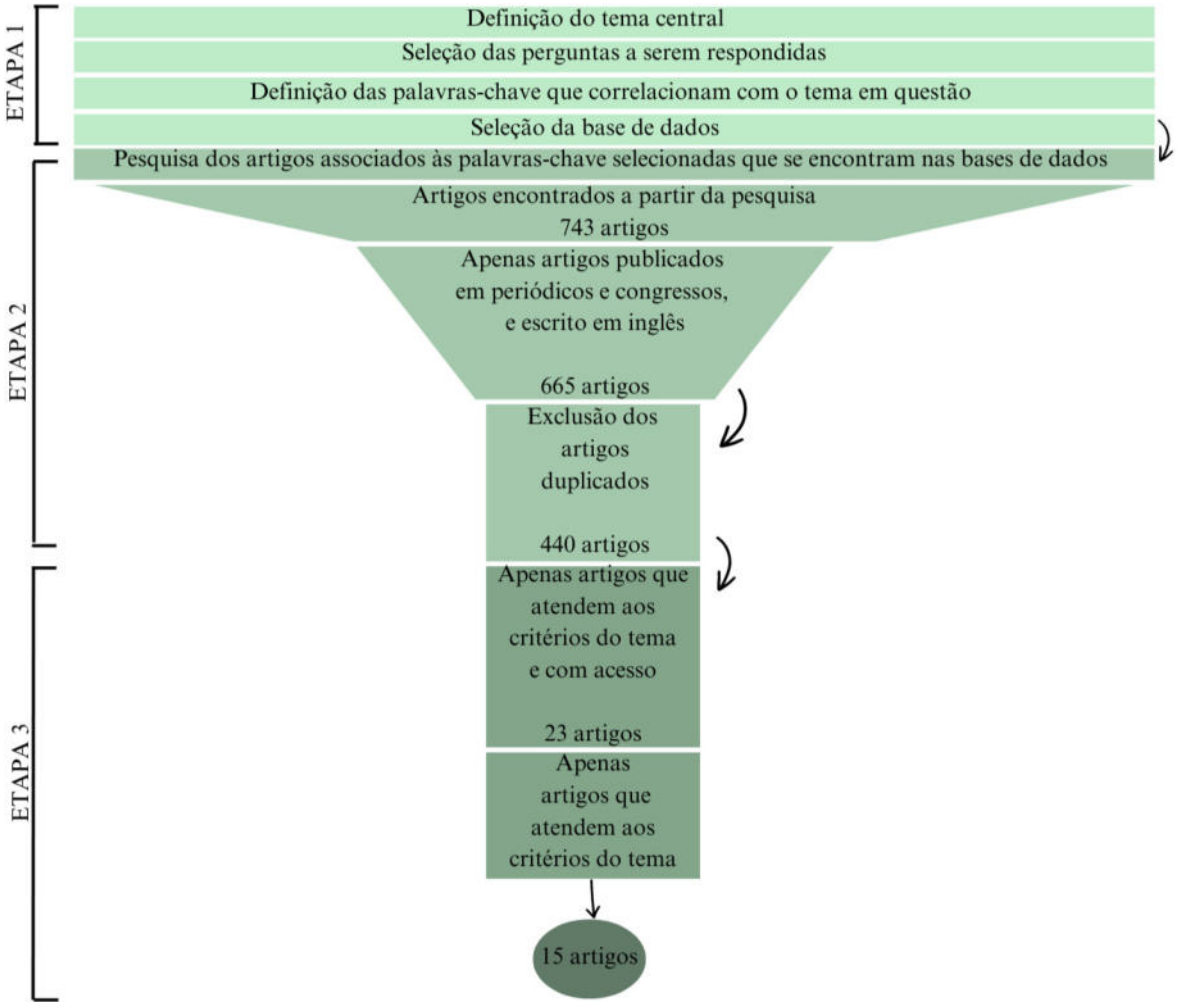


Figura 1 Metodologia utilizada para a revisão sistemática de literatura

A busca foi realizada nas bases Scopus e Web of Science, de modo que, a fim de não ocorrer divergências nas etapas finais, foram delimitados os seguintes critérios de seleção: (1) artigos que abordassem o TUC; (2) estudos que contemplassem a relação de equidade ou grupos desfavorecidos (conforme definição apresentada na Seção 1) com o TUC; (3) publicações de periódicos ou congressos; (4) artigos em inglês. Esses critérios foram analisados por duas pessoas que compõem os autores deste estudo de maneira independente, a fim de aumentar a confiabilidade da seleção dos artigos.

Dessa forma, iniciou-se a segunda etapa da metodologia com uma busca realizada em outubro de 2023, na qual, dos 743 artigos resultantes, 397 pertenciam à Scopus e 346 à Web of Science. Filtros foram aplicados, de modo a contemplar os critérios definidos, dos quais restaram 665 artigos, sendo 334 da base Scopus e 331 da Web of Science. Foram excluídas as publicações que estavam presentes em ambas as bases, ou seja, aquelas que apresentavam duplicidade, sobrando 440 artigos. Em seguida, os títulos, resumos e palavras-chave dos estudos foram lidos, a fim de analisar se era compatível com o tema de equidade no TUC,

totalizando 23 artigos. Por fim, foram lidos os textos completos para comprovar de fato quais condiziam totalmente com o tema; restando 15 artigos selecionados para esta revisão.

3 RESULTADOS

A leitura dos artigos selecionados revela que a equidade é um assunto atual nos estudos sobre TUC, sendo mencionada como tema central ou não. A Figura 2 apresenta o ano de publicação dos 15 artigos que compõem esta revisão de literatura. Observa-se que, apesar do primeiro estudo ter sido publicado em 2012, os artigos se concentram nos últimos 5 anos. Com isso, conclui-se que a equidade ainda pode ser potencialmente explorada pelos pesquisadores e demais públicos interessados pelo planejamento do TUC.

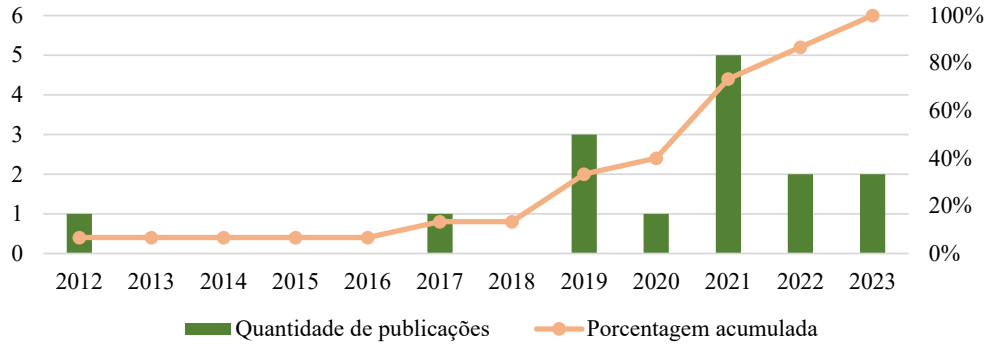


Figura 2 Ano de publicação dos artigos selecionados

A Figura 3 apresenta as palavras-chave dos artigos selecionados, bem como suas conexões. Percebe-se um destaque maior para o contexto das entregas de última milha do *e-commerce* (Lin *et al.*, 2019; Xue *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2020; Keeling *et al.*, 2021; Lage e Rodrigues, 2021; Sanchez-Diaz *et al.*, 2021; Luo *et al.*, 2022; Mehmood *et al.*, 2022; Neto e Vieira, 2023) que, por sua vez, foram analisadas tanto para as entregas em domicílio como os pontos de coleta e entrega (PCE). O foco nesse tipo de comércio faz sentido devido à elevada dependência operacional com as atividades de TUC, elevando a demanda de entregas individuais e, consequentemente, as externalidades negativas nas cidades (Alves *et al.*, 2023). Além disso, o *e-commerce* se encontra em constante crescimento mundial, principalmente após a pandemia da COVID-19 (eMarketer, 2024), algo que chama atenção dos interessados pelo TUC, atraindo pesquisas sobre o tema.

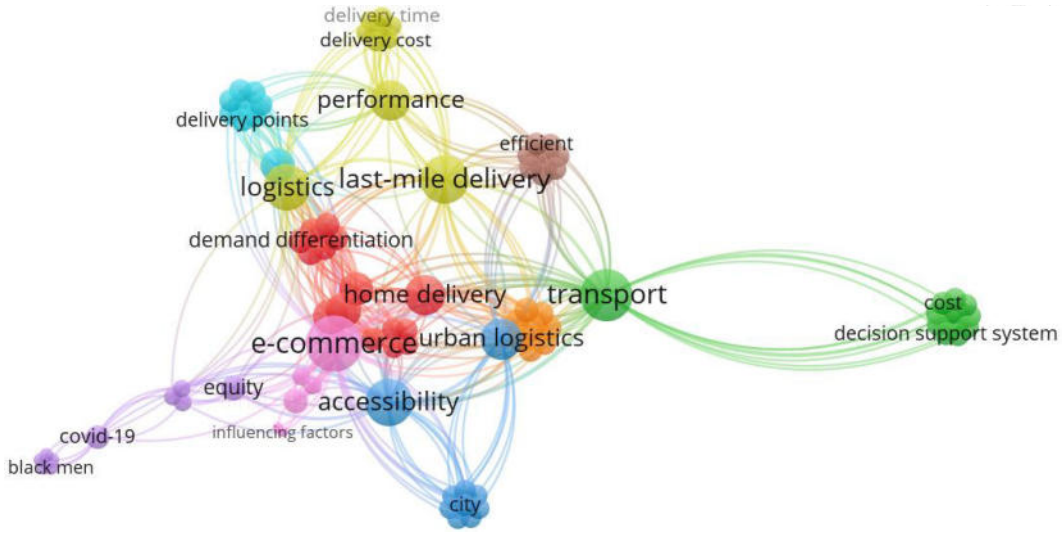


Figura 3 Palavras-chave dos artigos selecionados e suas conexões

A Figura 3 também mostra a acessibilidade como destaque entre as palavras-chave, representando o tipo de análise metodológica mais recorrente nas publicações (Olsson e Woxenius, 2012; Lin *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2020; Keeling *et al.*, 2021; Sanchez-Diaz *et al.*, 2021; Schaefer e Figliozzi, 2021; Mehmood *et al.*, 2022). Isso pode ser explicado devido ao potencial que um adequado planejamento da acessibilidade urbana possui para a promoção de um TUC mais justo (Pereira *et al.*, 2017). Porém, indica-se que essa análise venha acompanhada de outros métodos e ferramentas de pesquisa, a fim de integrar o diagnóstico, planejamento e boas práticas operacionais do TUC.

Em contrapartida, a equidade, apesar de ser um dos temas centrais de busca para esta revisão de literatura, não recebe destaque de acordo com a Figura 3. Dentre as 15 publicações selecionadas, apenas sete citam explicitamente o conceito de equidade ou justiça social em seus títulos, resumos ou palavras-chave (Carteni, 2017; Lin *et al.*, 2019; Keeling *et al.*, 2021; Lage e Rodrigues, 2021; Sanchez-Diaz *et al.*, 2021; Schaefer e Figliozzi, 2021; Luo *et al.*, 2022), reforçando a atualidade e potencial de pesquisa da agenda que contempla a equidade no TUC. Isso fica ainda mais evidente com a maior ocorrência das palavras-chave *"performance"* e *"efficient"* conectadas ao custo e tempo, ambos considerados *tradeoffs* para o conceito de equidade (Lucas *et al.*, 2016).

A Tabela 1 apresenta um sumário das publicações selecionadas. Apenas um artigo não apresenta uma aplicação em uma área de estudo real ao desenvolver um algoritmo genérico para promover a equidade entre diferentes portes de transportadoras (Carteni, 2017). As demais publicações descreveram práticas ou utilizaram dados de casos reais, possibilitando identificar singularidades, divergências e similaridades no que tange ao debate da equidade no TUC entre diferentes países. Dessa forma, os próximos subtópicos irão explorar detalhadamente cada um desses estudos e suas conexões de acordo com a divisão político-socioeconômica do Norte e Sul Global.

3.1 Uma análise dos estudos do Norte Global

Apenas um terço dos 15 artigos selecionados refere-se aos países do Norte Global, exprimindo a carência de estudos que tangem a equidade no TUC nessa região. Olsson e Woxenius (2012) foram os pioneiros ao proporem a localização de dois centros de consolidação urbana (CCU) em Gothenburg na Suécia, com o intuito de reduzir as externalidades negativas das entregas de última milha ao mesmo tempo que os CCUs fossem acessíveis independentemente do porte da transportadora. Por meio de uma análise espacial, 66,5% a 100% das transportadoras de maior porte conseguiriam acessar o CCU ao norte e sul, respectivamente, em até 10 minutos. Para as transportadoras menores, esses números reduzem para 63,8% e 53,6%, revelando, assim, como o porte da transportadora pode influenciar na falta de equidade no acesso a certas medidas de *city logistics*, como os CCUs.

Mais recentemente, a equidade no TUC não foi estudada somente pelo viés das empresas transportadoras no Norte Global, mas sobretudo da acessibilidade das entregas do *e-commerce* à população. Assim, Sanchez-Diaz *et al.* (2021) propuseram um método para quantificar o acesso e o nível de inequidade das entregas do *e-commerce* em Västra Götaland, Suécia. Os resultados mostraram que as porcentagens de acesso ao serviço de entrega em domicílio são de 40% e 46% para medicamentos e alimentos, respectivamente, de forma que, para a população idosa, de baixa renda e com baixo nível de escolaridade, tais entregas se tornam mais difíceis, fazendo com que essa parcela experienciem situações de vulnerabilidade. Tal fato, exprime que a equidade não é considerada pelos tomadores de

decisão do planejamento do TUC, em razão de não inserirem a inclusão de determinados grupos desfavorecidos em seus processos, valores e ações (Lucas e Currie, 2012).

Tabela 1 Sumário dos artigos selecionados

ARTIGO	PAÍS DE APLICAÇÃO	METODOLOGIA	TIPO DE DISTRIBUIÇÃO	GRUPOS DESFAVORECIDOS
Olsson e Woxenius (2012)	Suécia	Análise de acessibilidade	*B2B*	Pequenas empresas transportadoras
Carteni (2017)	-	Algoritmo de aceitação e equidade	*B2B/B2C*	Pequenas empresas transportadoras
Duarte *et al.* (2019)	Brasil	Estudo de caso múltiplo	*B2B/B2C*	Residentes de favelas
Lin *et al.* (2019)	China	Análise de acessibilidade	*B2C*	População de comunidades abertas e casas autoconstruídas
Xue *et al.* (2019)	China	Análise espacial	*B2C*	População de baixa renda residente em regiões periféricas
Oliveira *et al.* (2020)	Brasil	Análise de acessibilidade	*B2C*	População de baixa renda
Lage e Rodrigues (2021)	Brasil	Estudo descritivo	*B2C*	*Motoboys* negros
Schaefer e Figliozzi (2021)	EUA	Análise de acessibilidade	*B2C*	População hispânica ou não-motorizada, baixa escolaridade
Navarro *et al.* (2021)	Brasil	*Survey*	*B2B*	Pequenos varejistas e população de baixa renda
Keeling *et al.* (2021)	EUA	Análise multicritério e de acessibilidade	*B2C*	População não-branca, baixa escolaridade, sem acesso internet
Sanchez-Diaz *et al.* (2021)	Suécia	Análise de acessibilidade	*B2C*	População idosa, baixa renda, baixa escolaridade
Mehmood *et al.* (2022)	China	Análise de acessibilidade	*B2C*	População de baixa renda
Luo *et al.* (2022)	China	Análise espacial e estatística descritiva	*B2C*	População idosa, suburbana
Miko e Abbas (2023)	Nigéria	*Survey*	*B2B*	Área com alto índice de mortalidade
Neto e Vieira (2023)	Brasil	*Survey*	*B2C*	População de baixa renda

Outra solução que as publicações selecionadas apresentaram para tornar o TUC equitativo no Norte Global foi a adoção dos PCEs, já que a carga, uma vez destinada a um único local, passa a depender apenas do comprador para retirá-la, eliminando alguns desafios e custos operacionais das entregas assistidas em domicílio. Assim, Schaefer e Figliozzi (2021), a partir de uma análise de *cluster* e métricas de equidade de acesso em Portland nos EUA, revelaram que 85% das residências estão a 2,4 km e 97% das residências estão a 8 km dos *lockers* da Amazon, sendo que 62,8% deles estavam localizados em zonas comerciais e residenciais de uso misto. É possível visualizar que a localização dos PCEs é um fator importante para atender às expectativas dos usuários (Fielbaum *et al.*, 2021), contudo os resultados indicaram que a acessibilidade dos *lockers* pode ser melhorada para maior alcance da população hispânica/latina, com baixa escolaridade e não-motorizada.

Nesse sentido, Keeling *et al.* (2021) analisaram o potencial das instalações de transporte público como anfitriãs de um sistema universal de armários para transportadoras. Os autores desenvolveram uma análise multicritério com métricas de acessibilidade e equidade, aplicando-a também em Portland nos EUA. Os resultados mostraram que vários tipos de instalações têm o potencial de acolher um sistema de *lockers* universais, podendo chegar a

índices de equidade de até 4.0. Porém, há *tradeoffs* complexos entre acessibilidade, equidade e recursos a serem considerados pelas partes interessadas e pelos decisores políticos ao priorizar as localizações.

Os quatro artigos aplicados nos países do Norte Global revelaram uma linha de estudos e prioridades, mostrando haver uma preocupação maior ligada à eficiência logística e não à equidade, sendo a população idosa, imigrante, com baixa escolaridade e de baixa renda as mais afetadas pela falta de equidade no TUC. Além disso, esses estudos analisaram essa temática sob a perspectiva de transportadoras e consumidores, focando sobretudo nas entregas do *e-commerce*, tendo os PCEs como iniciativa mais investigada.

3.2 Uma análise dos estudos do Sul Global

As publicações sobre a equidade do TUC se iniciaram em 2019 no Sul Global. Duarte *et al*. (2019) exploraram, por meio de uma pesquisa qualitativa, as entregas de última milha nas favelas brasileiras. Eles desenvolveram um modelo usando *grounded theory categorization* que resultaram em 5 proposições necessárias para essas entregas, sendo elas: (1) empregar localmente, (2) retribuir para a comunidade, (3) reconhecer a criminalidade, (4) transportar discretamente e (5) flexibilizar os pontos de entrega. Percebe-se que todas essas proposições reduzem barreiras relacionadas aos desafios de infraestrutura, topografia, criminalidade, dentre outros que as favelas possuem. Nesse sentido, para que as soluções no TUC equitativo sejam de fato efetivas nessas regiões e ajustem-se à realidade de seus moradores, é preciso considerar as circunstâncias e especificidades presentes nesse contexto.

Assim como já mencionado, a análise de acessibilidade também apresentou destaque entre os estudos do Sul Global. Lin *et al.* (2019) desenvolveram um método para avaliar a acessibilidade aos PCEs em Shangcheng, China. O método 2SFCA revelou que as comunidades abertas e as casas autoconstruídas possuem baixa acessibilidade aos PCEs, dificultando o deslocamento dos moradores aos PCEs. Similarmente, Xue *et al.* (2019) estudaram a quantidade e a localização de PCEs em Changsha, também na China. Os autores observaram que elas dependiam da região onde os PCEs estavam situados, havendo uma maior concentração em áreas habitadas pela população de maior renda, de modo que as pessoas de baixa renda enfrentam ainda mais dificuldade para acessarem os PCEs.

Recentemente, Mehmood *et al* (2022) fizeram o mesmo para a cidade de Nanjing, China. Os autores consideraram a distribuição de 1.224 PCEs que se localizavam nas Estações Postais da China e nas Estações Cainiao, a qual revelou que 51,1% da primeira e 63,2% da segunda localidade estavam concentradas em áreas povoadas. Além disso, os autores identificaram que as estações estavam distribuídas ao longo das rodovias, de forma que havia uma sobreposição espacial entre as áreas de alta concentração populacional e densidade de PIB.

Todas essas análises de acessibilidade evidenciam a necessidade de que a distribuição e localização dos PCEs seja planejada orientada para a equidade. Luo *et al.* (2022) reforçaram tal fato a partir de uma análise espacial e estatística descritiva, realizada em Wuhan, China. Para a realização desta, quatro características foram consideradas, sendo elas: alvo de serviço, adjacência, acessibilidade e localidade, das quais revelou-se que apenas 20% dos residentes compartilhavam 90% dos PCEs da cidade. Além disso, os idosos tendem a sofrer mais com as inequidades desses serviços de entrega.

Apesar da baixa acessibilidade das redes de PCEs analisadas pelos estudos já citados, Neto e Vieira (2023) comprovaram que a implementação dos PCEs nos países em desenvolvimento é válida. A partir de uma *survey* com 396 consumidores de São Paulo no Brasil, os autores identificaram que 71% utilizariam esse tipo de sistema se estivessem perto de suas residências, 65% se fosse em drogarias e 62% em supermercados. Além do mais, levando em consideração as preferências dos consumidores, 96% da população de baixa renda já tiveram problemas com a entrega de mercadorias, logo essa solução logística apresenta uma contribuição potencial para o aumento das taxas de equidade no TUC.

Nesse sentido, não é somente o acesso aos PCEs que se correlaciona diretamente ao local em que estão situados, Oliveira *et al.* (2020) revelaram que os varejistas de produtos alimentícios também seguem essa afirmação, já que se concentram predominantemente nos centros urbanos, onde há um maior número da população com alto poder aquisitivo. Eles exibiram que apenas 25% da população de média renda de Belo Horizonte no Brasil, apresenta condições de ter acesso a um alimento de boa qualidade por meio da utilização do comércio eletrônico. Essa informação reforça os motivos da população de baixa e média renda, localizada nos bairros mais afastados do centro, apresentarem baixo ou limitado acesso a essas soluções, também exibindo a falta de equidade presente nessas operações.

Navarro *el al.* (2021) analisaram a equidade no TUC sob uma perspectiva diferente ao realizarem um questionário *in loco* que envolveu não apenas consumidores, mas também pequenos varejistas e transportadoras de regiões de baixa e alta renda de São Paulo no Brasil, a fim de comprovarem se existia alguma relação entre as entregas e o local de destino. Os resultados mostraram que a entrega de produtos é diferente entre as regiões, em razão de questões como regulação da janela de tempo e a infraestrutura da vizinhança impedirem que as entregas de empresas para pequenos varejistas sejam realizadas em regiões de alta renda, enquanto a segurança e a infraestrutura dos pequenos varejistas são os maiores problemas em regiões de baixa renda. Esses resultados exibem que de fato os problemas enfrentados nas regiões de alta renda se distinguem consideravelmente com os enfrentados pelas de baixa renda, sendo necessário incluir o contexto de cada região em seu planejamento de TUC.

Dentre os vários aspectos que afetam os indivíduos de baixa e média renda no TUC, Lage e Rodrigues (2021) analisaram a equidade do TUC sob o ponto de vista dos entregadores de aplicativos, descrevendo injustiças sociais em suas condições de trabalho durante a pandemia da COVID-19 no Brasil. Os autores expuseram que houve uma maior exposição desses trabalhadores ao aumento de carga horária de trabalho, discriminação por parte dos clientes finais, entre outras circunstâncias ocasionadas do aumento da demanda de entregas em domicílio durante esse período. Os resultados ainda revelam que injustiças sociais no TUC também são vivenciadas pelos entregadores que, por serem em sua maioria negros, reforça o racismo como um sistema estrutural que está intrínseco nas relações sociais e econômicas (Almeida, 2019), consequentemente, também presente nas atividades de TUC.

O TUC também pode impactar as condições de saúde da população. Sendo uma área de alto índice de mortalidade, Miko e Abbas (2023) examinaram os determinantes da eficiência das entregas de última milha em unidades de saúde selecionadas e na Agência de Gestão de Suprimentos de Saúde do Estado de Kaduna, Nigéria. Os autores realizaram 261 entrevistas com as pessoas que trabalhavam nesses locais, de modo que o custo, prazo e modo de entrega e a tecnologia de instalações mostraram uma associação positiva com a eficiência nas entregas. Em contrapartida, o mix de produtos apresentou uma associação negativa.

Os dez artigos aplicados no Sul Global também destacaram a adoção dos PCEs como uma alternativa válida para impulsionar a equidade no TUC. Porém, é importante que ela seja planejada de maneira a viabilizar o acesso dos mais variados grupos desfavorecidos. Além do mais, os estudos avaliaram a equidade no TUC para além do ponto de vista dos consumidores e transportadoras, mas também dos entregadores de aplicativo e varejistas.

3.3 Uma análise comparativa entre Norte e Sul Global

Esta revisão de literatura indica que os estudos aplicados tanto no Norte quanto no Sul Global têm analisado a relação do TUC com grupos desfavorecidos semelhantes, como idosos (Sanchez-Diaz *et al.*, 2021; Luo *et al.*, 2022), população de baixa renda (Navarro *et al.*, 2021; Sanchez-Diaz *et al.*, 2021, Neto e Vieira, 2023) e não branca (Keeling *et al.*, 2021; Lage e Rodrigues, 2021). Contudo, há também estudos que identificaram ou analisaram diferentes grupos desfavorecidos entre si, como os imigrantes no Norte Global (Schaefer e Figliozzi, 2021) e os moradores de assentamentos urbanos informais no Sul Global (Duarte *et al.*, 2019; Navarro *et al.*, 2021). Apesar das particularidades de cada região, esses grupos estão presentes em todo o mundo (OIM, 2022; ONU, 2022), de modo que essas análises podem contribuir, ainda que parcialmente, para a promoção da equidade nas atividades do TUC em outros locais, sendo necessário considerar, evidentemente, o contexto em que estão inseridas.

Além disso, este estudo possibilitou identificar que alguns artigos, no que tange políticas de logística urbana, considera as particularidades e as preferências locais (Duarte *et al.*, 2019; Navarro *et al.*, 2021; Luo *et al.*, 2022). Ainda assim, as aplicações do Norte Global se concentram apenas nos EUA e Suécia, enquanto as do Sul Global se concentram no Brasil, China e Nigéria. Essa concentração geográfica pode limitar o entendimento das particularidades de outros países que apresentam contextos diferentes apesar das similaridades, uma vez que eles não apresentam estudos voltados para a equidade no TUC.

A instalação de PCEs é a principal iniciativa apresentada pelos autores para ambas as regiões (Duarte *et al.*, 2019; Keeling *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2019; Luo *et al.*, 2022; Mehmood *et al.*, 2022; Neto e Vieira, 2023; Schaefer e Figliozzi, 2021; Xue *et al.*, 2019), mesmo que enfrentem desafios distintos que requerem soluções específicas para cada contexto no qual ocorrem, como a baixa acessibilidade. Ainda assim, há um consenso de que os PCEs apresentam o potencial de tornar as entregas de última milha do *e-commerce* mais equitativas para todos os grupos, incluindo os desfavorecidos, como abordado em estudos aplicados tanto no Norte quanto no Sul Global. Dessa forma, é fundamental que as redes de PCEs sejam planejadas e distribuídas pensando na acessibilidade dos mais diversos grupos sociais.

A literatura exibe que há um reconhecimento de que as redes de PCEs estão mais consolidadas em alguns países no Norte Global quando comparadas ao Sul Global. Todavia, os PCEs ainda se distribuem de forma desigual no Norte Global (Keeling *et al.*, 2021; Sanchez-Diaz *et al.*, 2021; Schaefer e Figliozzi, 2021), dificultando o acesso de certos grupos a esses locais. Portanto, isso pode ser visto como lição aprendida ao Sul Global ao incentivar que a equidade seja considerada logo nas etapas iniciais do planejamento de políticas de logística urbana, garantindo que as necessidades e os interesses de todos os grupos sociais sejam apontados de maneira abrangente e inclusiva.

Logo, é fundamental que não apenas o poder público esteja mais engajado com a promoção da equidade no TUC, como sugerido por Sanchez-Diaz *et al.* (2021), mas também todos aqueles que se relacionam direta ou indiretamente a essas atividades. Em razão disso, é

fundamental que a equidade não seja estudada apenas pela perspectiva dos consumidores, como destaque dos artigos selecionados, mas também de diferentes instituições e indivíduos, sejam eles públicos ou privados, como os entregadores (Lage e Rodrigues, 2021), transportadoras (Olsson e Woxenius, 2012; Carteni, 2017; Duarte *et al.*, 2019), varejistas (Navarro *et al.*, 2021), dentre outros. Portanto, conclui-se que, independentemente do contexto, há uma agenda importante em relação a equidade do TUC a ser cumprida por todos os *stakeholders* do TUC.

4 CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo identificar práticas para a promoção da equidade no transporte urbano de cargas, de modo a compará-las entre as aplicações do Norte e Sul Global. Para tanto, a metodologia teve como base uma revisão sistemática de literatura, contemplando artigos que se relacionam com a logística urbana e com os meios dela se fazer equitativa.

Nesse viés, a partir dos 15 artigos selecionados, identificou-se que mesmo os países do Norte e Sul Global apresentando características distintas relacionadas ao TUC, a população idosa, de baixa renda e não branca experienciaram injustiças do TUC em ambas as regiões. Além disso, os estudos focam sobretudo no contexto das entregas do *e-commerce*, sendo os PCEs apontados como solução potencial para a promoção da equidade em diferentes contextos do TUC, desde que as suas especificidades sejam consideradas. Esta revisão também identificou que, apesar de haver estudos que analisam a equidade do TUC sob diferentes pontos de vista, a maioria se concentra em analisar a acessibilidade dos consumidores ao recebimento de suas mercadorias, apresentando poucas abordagens relacionadas a transportadoras, entregadores, varejistas, setor público, dentre outros *stakeholders* do TUC.

Apesar de ter sido possível analisar a equidade do TUC nos países do Norte e Sul Global, esta revisão sistemática de literatura apresenta algumas limitações. Apesar da lacuna evidente de pesquisa, a análise de apenas 15 artigos pode não traduzir as práticas ao redor do mundo. Além disso, os artigos selecionados se limitaram apenas em aplicações nos EUA, Suécia, China, Brasil e Nigéria. Apesar dessas limitações, o estudo contribui para o entendimento de um problema que é pouco discutido na literatura. Assim, há uma oportunidade a ser explorada em pesquisas futuras, a fim de contemplar outros países do Norte e Sul Global e entender se há um padrão estabelecido para o TUC se fazer equitativo.

Por fim, este estudo soma-se ao corpo de pesquisas sobre logística urbana, com foco na equidade do TUC nos países do Norte e Sul Global. Como primeira contribuição deste estudo, tem-se a exposição de soluções logísticas que contribuem para a redução de disparidades de acesso a bens básicos e encomendas no geral. Além disso, ele coopera diretamente com os objetivos 8, 10 e 11 de desenvolvimento sustentável da ONU. Por fim, mas não menos importante, ele colabora com a promoção de um TUC mais equitativo para todas as pessoas, contribuindo para o entendimento de interessados sobre esse tema.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

Almeida, S. (2019) **Racismo Estrutural**, São Paulo: Editora Pólen.

Alves, R., Pereira, C. e Lima, R. (2023) Operational cost analysis for e-commerce deliveries using agent-based modeling and simulation, **Research in Transportation Economics**, 101.

Carteni A. (2017) A new look in designing sustainable city logistics road pricing schemes, **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, 223, 171-181.

Duarte, A., Macau, F., Silva, C. e Sanches, L. (2019) Last mile delivery to the bottom of the pyramid in Brazilian slums, **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, 49(5), 473-491.

e-Marketer (2024) Worldwide Retail Ecommerce Forecast 2024. Disponível em: https://www.insiderintelligence.com/content/worldwide-retail-ecommerce-forecast-2024. Acessado em: 01/03/2024.

Fielbaum, A., Bai, X. e Alonso-Mora, J. (2021) On-demand ridesharing with optimized pick-up and drop-off walking locations, **Transportation Research Part C: emerging technologies**, 126.

Holguín-Veras, J., Leal, J., Sánchez-Diaz, I., Browne, M. e Wojtowicz, J. (2020) State of the art and practice of urban freight management: Part I: Infrastructure, vehicle-related, and traffic operations, **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 137, 360-382.

Keeling, K., Schaefer, J. e Figliozzi, M. (2021) Accessibility and Equity Analysis of Transit Facility Sites for Common Carrier Parcel Lockers, **Transportation Research Record**, 2675(12), 1075-1087.

Lage, M. e Rodrigues, A. (2021) Pandelivery: Reflections on black delivery app workers experiences during COVID-19 in Brazil, **Gender, Work & Organization**, 28(2), 434-445.

Lin, L., Han, H., Yan, W., Nakayama, S. e Shu, X. (2019) Measuring Spatial Accessibility to Pick-Up Service Considering Differentiated Supply and Demand: A Case in Hangzhou, China, **Sustainability (Switzerland)**, 11(12).

Lucas, K. e Currie, G. (2012) Developing socially inclusive transportation policy: Transferring the United Kingdom policy approach to the State of Victoria?, **Transportation**, 39(1), 151-173.

Lucas, K., van Wee, B. e Maat, K. (2016) A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches, **Transportation**, 4(3), 473-490.

Luo, Y., Liu, Y., Wu, Z. e Xing, L. (2022) An assessing framework for the proper allocation of collection and delivery points from the residents' perspective, **Research in Transportation Business and Management**, 45.

Mehmood, M., Jin, A., Rehman, A., Ahamad, M. e Li, G. (2022) Spatial variability and accessibility of collection and delivery points in Nanjing, China, **Computational Urban Science**, 2(27).

Miko, N. e Abbas, U. (2023) Determinants of efficient last-mile delivery: evidence from health facilities and Kaduna Health Supplies Management Agency, **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, 14(1), 4-16.

Navarro, H., Vieira, J. e Fransoo, J. (2021) Understanding urban logistics and consumer behavior in São Paulo city, **Case Studies on Transport Policy**, 9(4), 1630-1640.

Neto, L. e Vieira, J. (2023) An investigation of consumer intention to use pick-up point services for last-mile distribution in a developing country, **Journal of Retailing and Consumer Services**, 74.

Oliveira, R., Garcia, C. e Pinto, P. (2020) Accessibility to food retailers: The case of Belo Horizonte, Brazil, **Sustainability (Switzerland)**, 12(7).

Olsson, J. e Woxenius, J. (2012) Location of freight consolidation centres serving the city and its surroundings, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 39, 293-306.

OIM (2022) World Migration Report 2022.

ONU (2022) World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities.

ONU (2024) Vulnerable Groups: who are they? Disponível em: https://www.un.org/en/fight-racism/vulnerable-groups. Acessado em: 15/05/2024.

Pereira, R., Schwanen, T. e Banister, D. (2017) Distributive justice and equity in transportation, **Transport Reviews**, 37(2), 170-191.

Sanchez-Diaz, I., Vural, C. e Halldórsson, A. (2021) Assessing the inequalities in access to online delivery services and the way COVID-19 pandemic affects marginalization, **Transport Policy**, 109, 24-36.

Santos, J. e Lima, J. (2024) Health Determinants, Applications, and Methods: A Systematic Literature Review on the Relationships Between the Urban Transport of People and Health, **Transportation Research Record**, 2678(1), 245-271.

Schaefer, J. e Figliozzi, M. (2021) Spatial accessibility and equity analysis of Amazon parcel lockers facilities, **Journal of Transport Geography**, 97.

Xue, S., Li, G., Yang, L., Liu, L., Nie, Q. e Mehmood, M. (2019) Spatial Pattern and Influencing Factor Analysis of Attended Collection and Delivery Points in Changsha City, China, **Chinese Geographical Science**, 29, 1078-1094.

Zissis, D., Aktas, E. e Bourlakis, M. (2018) Collaboration in urban distribution of online grocery orders, **International Journal of Logistics Management**, 29(4), 1196-1214.

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE INTEGRADA DE MOBILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS PARA UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO

E. Divieso, J. A. Pinto, O. F. Lima Júnior e P. B. M. Garcia

RESUMO

O uso de novas tecnologias e a busca por uma melhor qualidade de vida nas áreas urbanas encontram nos campi um laboratório vivo para a análise de soluções guiadas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Dentre as diversas aplicações relacionadas aos conceitos de Campus Inteligente e Sustentável, buscam-se estratégias para reduzir os impactos ambientais causados pelas emissões veiculares. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi propor uma metodologia de análise integrada de mobilidade e impactos ambientais, com foco em emissões veiculares, para um campus universitário, buscando preencher as lacunas identificadas na revisão da literatura. Os resultados preliminares, que incluem o cálculo das emissões veiculares de escapamento para diferentes poluentes, como o CO com 107,82 g/hora, sugerem que a metodologia proposta tem grande potencial de aplicação em um campus brasileiro. Uma vez implementada, a metodologia pode apoiar o planejamento e a tomada de decisões, contribuindo para um campus mais inteligente e sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Os campi universitários funcionam como microcidades, proporcionando a todos os seus estudantes, funcionários, docentes e usuários, oportunidades de socialização, comércio, transporte e lazer, além de serem áreas relevantes para o desenvolvimento e a transformação social (Kalin, *et al*., 2019). O uso de novas tecnologias e a busca por uma melhor qualidade de vida nas áreas urbanas, encontram nos campi um laboratório vivo para a análise de soluções guiadas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para Finlay e Massey (2012), as universidades são ambientes relevantes de transformação, como centros de discurso e formas de mudança social. Em todo o mundo, muitas universidades têm demonstrado seu compromisso em implementar Campi Inteligente e Campus Sustentável.

Um Campus Sustentável pode ser definido como um campus orientado para o ambiente que integra a ciência ambiental nas suas políticas, gestão e atividades acadêmicas (Buana *et al*., 2018). Uma instituição de ensino superior que aborda e promove a minimização dos efeitos negativos ambientais, econômicos e sociais na utilização dos seus recursos, ajuda a sociedade na mudança para estilos de vida sustentáveis (Velazquez, 2002).

Com a influência dos conceitos de *Smart Cities*, e compartilhando objetivos em comum com o Campus Sustentável, o Campus Inteligente é uma tendência crescente que faz uso eficiente da infraestrutura, combinando tecnologias inteligentes com infraestrutura física para tomada

de decisões, melhoria de serviços e sustentabilidade do campus (Min-Allah e Alrashed, 2020). Para Vasileva *et al*. (2018) um Campus Inteligente permite que todos, desde administradores até professores e alunos, se conectem com a experiência de aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. Ele possui operações baseadas em tecnologias como *Internet of Things* (IoT), computação em nuvem, análise de dados e Inteligência Artificial (IA), sendo que cada uma dessas tecnologias se torna um pilar planejado para identificar ou atender necessidades da comunidade (Villegas-Ch *et al*., 2020).

Dentre as diversas aplicações relacionadas aos conceitos de Campus Inteligente e Sustentável, buscam-se estratégias para reduzir o volume de tráfego e os impactos ambientais das emissões veiculares. Os campi representam locais adequados para comunicar o conceito de sustentabilidade dos transportes, promovendo melhores hábitos de viagem entre os jovens, que pode ser de grande valor mais tarde nas suas vidas (Hamad, 2020).

Os campi são responsáveis por milhões de viagens diárias, mas pouca investigação tem sido realizada centrada no desenvolvimento de estruturas personalizadas para avaliar a procura de transporte, impulsionar estratégias de gestão da procura de viagens ou avaliar impactos ambientais ou outros (Cherry *et al.*, 2018).

Considerando que o conceito de Campus Inteligente é uma tendência emergente (Min-Allah e Alrashed, 2020) e o interesse crescente, nos últimos anos, no desenvolvimento de medidas de transporte sustentáveis em campi universitários (Hamad, 2020), foi desenvolvida uma revisão dos principais trabalhos encontrados na área. A partir desta revisão algumas lacunas foram identificadas e o principal objetivo desta pesquisa foi propor uma metodologia de análise integrada de mobilidade e impactos ambientais, com foco em emissões veiculares, para um campus universitário, buscando preencher as lacunas identificadas e subsidiar o planejamento e a tomada de decisão que contribuam com um campus mais inteligente e sustentável. Um estudo piloto em um campus universitário está sendo desenvolvido para analisar a viabilidade da metodologia proposta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para analisar os conceitos de Campus Inteligente e Sustentável, bem como pesquisas relacionadas à mobilidade e sustentabilidade, mais precisamente impactos ambientais em campi universitários, foi realizada uma revisão da literatura. A seguir é apresentada uma síntese dos principais trabalhos encontrados, linhas de pesquisa e lacunas identificadas.

2.1 Campus Inteligente e Sustentável

Dadas as diversas semelhanças, um Campus Inteligente pode adotar o conceito de cidade inteligente (Prandi *et al*., 2020). Para Pagliaro *et al*. (2016) o modelo *Smart City* é adequado para ser transformado no modelo *Smart Campus*, tendo como base os problemas e desafios comparáveis entre as universidades e cidades.

A construção de um Campus Inteligente requer a implementação de uma estrutura digital dentro do campus que forneça serviços benéficos para os envolvidos (Sari *et al*., 2017). Segundo Pupiales-Chuquin *et al*. (2022), os campi inteligentes oferecem diversas vantagens que contribuem para o desenvolvimento de um espaço agradável de socialização e criação de técnicas para melhorar o aprendizado, economizar recursos e implementar algoritmos inteligentes. Os autores listam algumas aplicações como:

- Acompanhamento do fluxo de pessoas, abertura e fechamento de pontos de acesso.
- Prevenção de acidentes com o monitoramento de temperatura, fumaça, umidade e ruído.
- Redução do consumo de eletricidade.
- Implementação de algoritmos inteligentes para auxiliar a aprendizagem e manter os alunos informados sobre eventos acadêmicos.
- Criação de um ambiente confortável que contribua para o aumento da socialização dos usuários do campus.

Silva-da-Nóbrega *et al*. (2022) definiram um *Smart Campus* como uma instituição de ensino superior que gera um ecossistema aplicando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para atingir a sustentabilidade. Os autores se basearam nos ODS para definir um *Smart Campus* com as seguintes dimensões: economia, educação, ambiente, habitação, gestão, mobilidade, segurança e tecnologia. À medida que a universidade se torna mais sustentável, alcançando os ODS, ela introduz ou melhora o processo de se transformar em um ambiente inteligente (Silva-da-Nóbrega *et al*., 2022).

O compromisso de desenvolver um Campus Sustentável é uma contribuição das instituições de ensino superior para a conservação ambiental. A construção de um campus sustentável econômica e socioambientalmente compreende a integração de ferramentas de medição e informações técnicas para incentivar a comunidade a conhecer o cenário atual para contribuir com a redução dos impactos negativos ao meio ambiente local (Luna *et al*., 2018).

2.2 Mobilidade e Sustentabilidade nos campi universitários

Uma análise dos principais trabalhos encontrados mostrou que diferentes linhas ou objetos de pesquisa estão relacionadas aos temas de mobilidade e sustentabilidade no contexto dos campi universitários. As principais tendências de pesquisas identificadas foram: o impacto das emissões veiculares ao ambiente, estratégias para a redução do volume de veículos motorizados, monitoramento da emissão de poluentes, estudo do padrão de deslocamento dos usuários, estacionamentos, transporte público e uso de veículos elétricos.

Diversas pesquisas abordam os impactos das emissões veiculares nos campi (Hamad, 2020; Cruz *et al*., 2017; Tiwari e Aljoufie, 2021; Chowdhury *et al*., 2018). Considerando que um dos principais problemas do sistema de transporte global é a alta dependência de combustíveis fósseis, a redução do tráfego de veículos pode contribuir para a redução das emissões de poluentes, também em estudos no ambiente universitário. Hamad (2020) quantificou os benefícios da redução do tráfego de veículos no campus universitário da cidade universitária de Sharjah, adotando modos de transporte sustentáveis para viajar até o campus. Um modelo de simulação foi desenvolvido para estimar melhorias nas medidas de desempenho ambiental e de tráfego. Mais recentemente, em um estudo também aplicado na cidade universitária de Sharjah, com a mesma finalidade, Hamad e Obaid (2022) desenvolveram um modelo de previsão da procura por viagens.

Cappelletti *et al*. (2021) aplicaram uma pesquisa na Universidade de Foggia - Itália, e, por meio de um questionário respondido por 3.495 pessoas, conseguiram avaliar rotinas de mobilidade e descrever estatisticamente os principais meios de transporte utilizados pelos membros do campus, incluindo estudantes e funcionários. A informação obtida permite estimar as emissões dos transportes mais utilizados e conhecer o interesse dos usuários pela mobilidade sustentável. Fernandes *et al*. (2020) analisaram diferentes cenários de tráfego na Universidade de Aveiro – Portugal e, entre as contribuições apresentadas, foi reforçada a

necessidade de práticas de mobilidade adequadas para um sistema de transporte rodoviário sustentável nos campi universitários.

Os trabalhos relacionados ao monitoramento da qualidade do ar e impactos ambientais focam não apenas nas emissões do setor dos transportes, mas também nos impactos ambientais causados por diferentes fontes. A qualidade do ar e a poluição sonora foram analisadas por Luna *et al*., (2018) no campus de Bogotá da Universidade Nacional da Colômbia. Foram utilizados equipamentos móveis para medir diferentes tipos de poluentes com e sem atividade acadêmica. Os resultados podem subsidiar novas políticas internas e de controle de fontes de emissão, auxiliando na melhoria da qualidade do ar.

Tiwari e Aljoufie (2021) modelaram a heterogeneidade espacial e os determinantes da concentração de PM2,5 no campus da Universidade King Abdulaziz em Jeddah (Arábia Saudita). Fatores como número de carros, umidade, temperatura e velocidade do vento foram incorporados à análise. Os resultados demonstraram que o elevado volume de automóveis é o principal responsável pela concentração de PM2,5. Os autores recomendam a adoção de políticas de mobilidade sustentável para uma melhoria na saúde da comunidade do campus.

O estacionamento em campi universitários foi tratado em alguns estudos encontrados. É o caso de Cruz *et al.* (2017), que exploraram estratégias integradas de estacionamento e gestão de tráfego para uma utilização mais racional dos lugares de estacionamento disponíveis e redução do consumo de combustível e das emissões para o campus principal da Universidade de Coimbra - Portugal. Dentre os resultados obtidos, os autores apontam que o controle efetivo do estacionamento irregular e das diferentes formas de transferência modal para o transporte público podem contribuir para reduções relevantes nos impactos ambientais. Guo *et al*., (2013) propuseram um modelo que mede o custo ambiental do processo de busca por vagas de estacionamento em um campus universitário. Eles concluíram que existe potencial para uma gestão mais eficiente de estacionamentos, com estratégias que incentivem o uso da caminhada e do transporte público.

O transporte público é também um dos objetos de pesquisa nos campi universitários, sendo incentivado em diversos artigos como substituto do transporte motorizado individual. Chowdhury *et al*. (2018) aplicaram sua pesquisa no transporte por ônibus elétricos. Os autores analisaram o aproveitamento da energia produzida pelo sistema solar fotovoltaico na estação de recarga de dois ônibus na Universidade de Dhaka (Bangladesh), e concluíram que o transporte elétrico poderia resultar em muitos benefícios ambientais, reduzindo as emissões de CO_2.

2.3 Principais lacunas identificadas na literatura

As tendências destacadas nas pesquisas nos campi universitários apontam o interesse pela mobilidade nos campi, além da preocupação com a qualidade do ar nestas áreas. Entretanto, nos trabalhos analisados, os conceitos de Campus Sustentável e Campus Inteligente não são amplamente discutidos, apontando para uma lacuna de trabalhos que tratem da mobilidade, transporte e impactos ambientais no contexto do Campus Inteligente e Sustentável.

Observou-se que o termo “Campus Inteligente” está mais presente nas publicações do que o termo “Campus Sustentável”, e que a relação entre eles não é abordada na maioria dos trabalhos encontrados, principalmente nos temas de mobilidade e transportes, ainda que o conceito de Campus Inteligente, dadas as diversas semelhanças, possa adotar o conceito de

cidade inteligente (Prandi *et al.*, 2020), que está diretamente relacionado ao desenvolvimento sustentável.

Embora tenham sido encontrados artigos com estudos voltados para mobilidade e transporte em campi universitários, a maioria são estudos de casos que analisam situações específicas e pontuais. Não foram identificados, no âmbito do Campus Inteligente e Campus Sustentável, pesquisas que visam analisar o real impacto da mobilidade e dos transportes nos impactos ambientais nos campi universitários, ou seja, pesquisas com análises integradas.

Diversos outros trabalhos apresentam soluções ou recomendações para a redução de veículos motorizados nos campi, um maior incentivo ao transporte ativo e a utilização do transporte público para melhorar a qualidade do ar (Lo *et al*., 2015; Sukor e Hassan, 2017; Razally *et al*., 2018; Mazutti *et al*., 2020; Prunkl *et al*., 2020; Ayub e Balogun, 2021; Suhaili e Ismail, 2023). Porém, não foram encontrados estudos nesta revisão que mostrem como a redução de veículos motorizados impactaria a caminhada e a presença de pedestres nas vias do campus, ou inclusive, se uma melhor estrutura de ciclovias ou um sistema de transporte público mais eficiente faria com que a comunidade optasse por estes modais de transporte.

Nos trabalhos analisados também foram identificadas pesquisas que tratam de temas mais específicos, como utilização de estacionamentos, monitoramento de trânsito e padrões de deslocamento; no entanto, esses tópicos são abordados separadamente. Diante dessas observações, tanto no contexto do Campus Sustentável quanto no contexto do Campus Inteligente, há necessidade de mais trabalhos publicados que analisem a interferência da troca entre modais de transporte e como as medidas sugeridas de deslocamentos no campus, realmente podem afetar os impactos ambientais causados. De acordo com Onac *et al*., (2021), mais pesquisas e práticas para campi sustentáveis devem ser aumentadas para inspirar e motivar as comunidades.

3 METODOLOGIA

Os trabalhos analisados refletem a importância da mobilidade e do transporte para um campus sustentável, ao mesmo tempo que as inovações tecnológicas permitem a coleta, manipulação e análise de dados de forma eficiente e em tempo real. Uma ferramenta integrada, no âmbito do Campus Inteligente e Sustentável, que utilize novas tecnologias para integrar dados de mobilidade, transporte e impacto ambiental no campus universitário, poderia auxiliar no preenchimento das lacuna percebidas na literatura.

A utilização do SIG (Sistema de Informação Geográfica) pode facilitar a análise integrada proposta, dado o seu potencial de análise de dados georreferenciados, a possibilidade de sobreposição de diferentes camadas e a sua promissora associação com técnicas de Inteligência Artificial. Segundo Fitz (2008), o geoprocessamento é uma técnica que utiliza um SIG para realizar levantamentos e cruzar e analisar informações georreferenciadas, buscando manipular o espaço físico.

Alguns trabalhos que utilizam o SIG no ambiente do Campus Universitários foram identificados (Lo *et al*., 2015; Luna *et al*., 2018; Nayan *et al.,* 2021; Aljoufie e Tiwari, 2022), apontando seu grande potencial de utilização. Ayub e Balogun (2021) utilizaram uma análise de adequação no *software* ArcGIS para determinar os locais ideais para pontos de ônibus na Universiti Teknologi Petronas e Stack e Narine (2022) trabalharam com dados geoespaciais para caracterizar o potencial solar no campus da Universidade de Auburn (EUA).

Uma estrutura metodológica é apresentada na Figura 1, que consiste na proposta de uma análise integrada, onde os diferentes temas identificados na literatura, geralmente em estudos separados, são associados por meio do SIG, considerando os conceitos de Campus Inteligente e Campus Sustentável. As etapas da metodologia são: a contagem e classificação de veículos na área de estudos por meio de imagens de câmeras de monitoramento e ferramentas inteligentes (YOLO - You Only Look Once), seguida pelo cálculo das emissões veiculares para a frota circulante (CETESB, 2022) e, por fim, a integração destes dados com ferramentas do *Software* ArcGIS. O objetivo final da proposta é avaliar o fluxo de veículos e pedestres na área de estudos e os respectivos impactos ambientais destas atividades, para planejar e simular cenários.

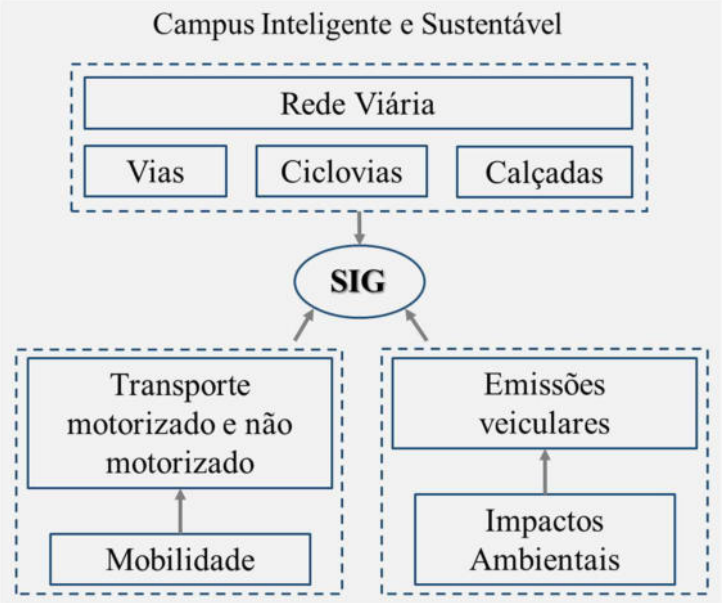


Fig. 1 Proposta de metodologia para uma análise integrada de mobilidade e impactos ambientais

Na metodologia apresentada, as diferentes formas de locomoção no campus, os tipos de veículos, os padrões de deslocamento e os serviços oferecidos são exemplos de atividades a serem consideradas. Três grupos distintos são construídos para serem integrados posteriormente por meio do SIG e formarem uma rede técnica de dados: a rede viária, os dados de mobilidade e os dados de emissões veiculares. A metodologia proposta está inserida em um projeto em desenvolvimento em um campus universitário brasileiro que possui interesse na implementação de um campus mais inteligente e sustentável. Câmeras de monitoramento conectadas e sensores IoT de qualidade do ar devem estar disponíveis futuramente para a utilização no levantamento de dados e aplicação de pesquisas.

Nos tópicos a seguir serão descritas as etapas de aplicação da metodologia, por meio de um estudo de caso piloto que está em desenvolvimento em um campus universitário brasileiro, com o objetivo de analisar a viabilidade da metodologia proposta. Foi escolhida uma área crítica do campus, composta por três vias no entorno de um hospital, onde circulam aproximadamente 10 mil pessoas diariamente. Veículos motorizados como os de passeio, vans, micro-ônibus, ônibus e ambulâncias são os mais comuns na área. Veículos de carga, motocicletas e bicicletas também circulam na região, porém, em número menor. A área possui pontos de ônibus, lanchonetes e uma feira a céu aberto para atender a comunidade que frequenta principalmente o hospital, como pacientes, médicos, motoristas, entre outros.

3.1 Levantamento da rede viária do campus

Inicialmente foi realizado um levantamento da infraestrutura existente na área de estudos, a partir de observações em campo e levantamentos anteriores realizados pela prefeitura do campus. A rede viária foi inserida no *Software* ArcGIS Pro 3.3 da Esri (Figura 2). Neste primeiro grupo de dados foram consideradas as vias, calçadas e estacionamentos.



Fig. 2 Dados da infraestrutura na área de estudos inseridos no *Software* ArcGIS Pro

Todas as características do sistema viário devem ser inseridas, como o sentido das vias, as possibilidades de conversão, movimentos proibidos, entre outros, para que seja possível compreender, posteriormente, os fluxos de veículos na área. Na Figura 2 é possível observar ainda que o levantamento das calçadas inclui a situação dos trechos, com características relacionadas à pavimentação, acessibilidade e material, além da indicação de locais onde existe fluxo de pedestres, porém as calçadas são inexistentes.

3.2 Coleta de dados de transporte

Para a coleta de dados relacionados ao transporte, foram realizadas contagens classificatórias manuais a partir das filmagens nas vias da área de estudo. Buscando analisar os horários mais críticos e com base em estudos anteriores de levantamento de tráfego realizados na área, foram feitas filmagens das vias no período de pico da manhã (7h às 8h) e da noite (18h às 19h), durante 15 minutos e, posteriormente, as contagens volumétricas classificatórias foram agrupadas em intervalos horários. O levantamento foi realizado no meio da semana (quarta-feira), em um dia típico de utilização da área de estudos.

Na Figura 3, as setas representam os movimentos possíveis de veículos, o sentido das vias e entradas e saídas de veículos. As marcações PF1, PF2, PF3 e PF4 representam os locais onde foram posicionadas câmeras em tripés para as filmagens. Os locais foram determinados para que todos os movimentos fossem filmados, inclusive, nos pontos PF2 e PF3, foram posicionadas duas câmeras, para a obtenção de imagens em ambos os lados.



Fig. 3 Características da área de estudos e do tráfego de veículos

O objetivo das contagens manuais foi a comparação com a contagem realizada de forma automática. A ferramenta de aprendizado profundo Yolo foi escolhida por seu desempenho, onde as imagens passam por três etapas: (1) redimensionamento da imagem de entrada, (2) execução de uma única rede convolucional na imagem e (3) limitação das detecções resultantes pela confiança do modelo.

Inicialmente foi aplicada a Versão 8 do Yolo (YOLOv8), que é a mais recente, publicada pela empresa Ultralytics. Com a utilização do Google Colaboratory, após a aplicação do sistema de detecção os resultados foram satisfatórios, com a contagem dos diversos tipos de veículos que estavam presentes na via. Imagens da detecção realizada em diferentes momentos de uma das filmagens da área de estudos é apresentada na Figura 4.

a. b. c.

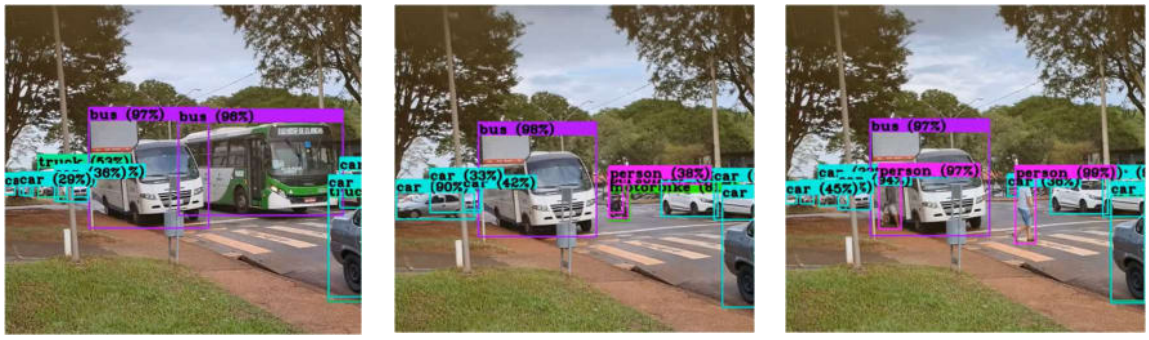


Fig. 4 Detecção de objetos na filmagem da via utilizando o sistema Yolo

Com a contagem dos diversos tipos de veículos que passavam pela via, é possível observar nas imagens que são reconhecidos veículos como carros (Figura 4a, b, c), ônibus (Figura 4a, b. c) e motocicleta (Figura 4b), além de pedestres (Figura 4b, c). Os números apresentados nas caixas de detecção consistem na confiança do modelo.

3.3 Estimativa de Emissões Veiculares

Para o estudo piloto em andamento, foi realizado o cálculo das emissões de escapamento de acordo com a metodologia apresentada pela CETESB (2022). O cálculo considera os dados de fator de emissão, intensidade de uso e número de veículos, por combustível, ano e categoria de veículos. O cálculo das emissões de escapamento é dado pela Equação 1.

$$E = Iu * Fe * Fr \quad (1)$$

Onde:
E: massa de poluente emitida no período considerado (g/hora)
Iu: intensidade de uso média percorrida pelo veículo (km/hora)
Fe: Fator de Emissão do tipo de veículo, do poluente e do combustível utilizado (g/km)
Fr: Frota circulante, por tipo de veículo e por hora (número de veículos)

Foram estimadas as emissões para os seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), metano (CH4), óxidos de nitrogenio (NO_x), óxido nitroso N_2O e material particulado. Para a intensidade de uso média percorrida, foi utilizado o valor de 0,8 km/h. Esse valor foi calculado com base na distância percorrida pelos veículos do ponto de entrada ao ponto de saída da área de estudos, considerando que a maioria percorre todo o perímetro e que faz isso somente uma vez.

A estimativa da frota circulante foi feita com base nas contagens classificatórias manuais realizadas a partir das filmagens das vias e transformadas em volume horário. Os veículos foram classificados em carros (veículos leves), ônibus, micro-ônibus ou vans e motos. Foi adotada a idade média da frota como 6 anos, ou seja, por simplificação foi considerado que os veículos que circulam na área são do ano de 2018. Para os veículos leves seguiu-se a premissa de que 50% são movidos a gasolina e 50% flex-etanol, para as motos foi considerado flex-gasolina e para os ônibus e micro-ônibus diesel. A Tabela 1 apresenta o cálculo da emissão de cada poluente em g/hora na área de estudos. Os valores obtidos foram considerados dentro do previsto para a frota estimada.

Tabela 1 Emissões veiculares de escapamento calculadas por poluente

Fatores de Emissão	Combustível	CO (g/km)	HC Total (g/km)	CH4 (g/km)	NOx (g/km)	MP (g/km)	N2O (g/km)
Veículos leves	Gasolina C	0,17	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02
	Flex-Etanol	0,25	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02
Ônibus	Diesel	0,54	0,01	0,06	2,02	0,02	0,03
Micro-ônibus (vans)	Diesel	0,12	0,01	0,06	1,42	0,01	0,03
Motos (≤ 150 cc)	Flex-Gasolina	0,83	0,11	0,03	0,03	0,00	nd
Total em g/hora		107,82	9,96	4,76	77,92	1,05	8,21

Para a continuação da aplicação do estudo piloto, serão considerados demais fatores como a frota circulante na cidade e no campus para uma estimativa mais confiável do ano e do combustível utilizados. Dados da frota de veículos disponibilizados pela SENATRAN (Secretaria Nacional de Trânsito), por exemplo, podem apoiar as novas estimativas. Por meio de ferramentas analíticas do *Software* ArcGIS, como o *Network Analyst*, serão estimados os fluxos de veículos e pedestres na área de estudos. Os resultados obtidos devem ser analisados de forma integrada com os dados de emissões veiculares estimadas.

4 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Esta pesquisa buscou investigar os principais estudos relacionados à mobilidade e sustentabilidade desenvolvidos no contexto do Campus Inteligente e Sustentável. A partir da revisão da literatura foi possível explorar como a mobilidade e o transporte sustentáveis estão sendo abordados no ambiente universitário e como esse tema se relaciona com estudos de impactos ambientais no campus.

Foram identificadas duas principais lacunas de pesquisa. A primeira consiste na ausência de trabalhos que associem os termos "*Smart Campus*" e "*Sustainable Campus*", sendo o *Smart Campus* mais amplamente citado. Mesmo possuindo objetivos em comum, esses conceitos raramente são discutidos ou analisados de forma conjunta. A segunda lacuna está relacionada à quantidade reduzida de pesquisas que associam as atividades de mobilidade e o impacto ambiental resultante das mesmas ao conceito de Campus Inteligente e Sustentável.

Foi proposta uma metodologia de análise integrada de mobilidade e impactos ambientais, com foco em emissões veiculares, para um campus universitário, buscando preencher as lacunas identificadas e subsidiar o planejamento e a tomada de decisão que contribuam com um campus mais sustentável. A análise integrada proposta considera o uso de tecnologias inteligentes, como *machine learning,* mais precisamente *Deep Learning,* aplicado ao reconhecimento de imagens de câmeras de monitoramento, para a obtenção de dados do fluxo de veículos (motorizados e não motorizados) e pedestres de forma mais eficiente. Por outro lado, considera uma avaliação das emissões veiculares, utilizando uma estimativa da intensidade de uso percorrida (km/h), os fatores de emissões por tipo de veículo, do poluente e do combustível utilizado e uma estimativa da frota circulante por tipo de veículo e por ano.

A aplicação de um estudo de caso piloto, para analisar a viabilidade das etapas da metodologia proposta, está em andamento em um campus brasileiro. Os resultados iniciais indicaram que o uso de tecnologias inteligentes como o Yolo, pode realizar a contagem e classificação de veículos e pedestres no sistema de transporte. Foi possível ainda calcular as emissões veiculares a partir do levantamento de tráfego realizado. As próximas etapas consistem na continuação do estudo, sendo que a fase seguinte visa integrar os dados usando o *Software* ArcGIS, onde já foram inseridos elementos e características do sistema viário.

Após a conclusão do estudo piloto, serão feitas as correções e adaptações necessárias para validação da metodologia. Um estudo de caso considerando toda a extensão do campus será realizado em parceria com diversos grupos da universidade que desenvolvem pesquisas relacionadas ao Campus Inteligente e Sustentável. Com a metodologia implementada, será possível propor e analisar diferentes cenários, respondendo perguntas como: qual a redução de veículos necessária para um impacto na qualidade do ar na área estudada? Se forem reduzidos veículos motorizados, como isso interfere no número de ciclistas e pedestres se deslocando no campus? Ou ainda, podem ser propostos cenários com intervenções na infraestrutura atual, como o fechamento de uma via para veículos ou a construção de um estacionamento afastado do campus para que os usuários deixem seus veículos.

Buscar contribuir para uma maior sustentabilidade do campus, utilizando as tecnologias disponíveis e o estudo integrado da mobilidade e dos transportes e da relação entre essas atividades e a poluição ambiental, pode auxiliar na tomada de decisões e no planejamento estratégico, melhorando a qualidade de vida de toda a comunidade do campus.

5 REFERÊNCIAS

Ayub, U. B. e Balogun, A. L. B. (2021) Spatial analysis for sustainable campus transportation: A case study of utp. In **6th ICCOEE2020** (pp. 870-882).

Buana, R. P., Wimala, M. e Evelina, R. (2018) Pengembangan Indikator Peran Serta Pihak Manajemen Perguruan Tinggi dalam Penerapan Konsep Green Campus. **RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil,** 4(2), p. 82.

Cappelletti, G. M., Grilli, L., Russo, C., and Santoro, D. (2021) Sustainable mobility in Universities: The case of the University of Foggia (Italy). **Environments**, 8(6), p. 57.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2022) Emissões veiculares estado de São Paulo. Disponível em: <cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>.

Cherry, C. R., Riggs, W., Appleyard, B., Dhakal, N., Frost, A. e Jeffers, S. T. (2018) New and unique aspects of university campus transportation data to improve planning methods. **Transportation research record**, 2672(8), 742-753.

Chowdhury, N., Hossain, C. A., Longo, M. e Yaïci, W. (2018) Optimization of Solar Energy System for the Electric Vehicle at University Dhaka, Bangladesh. **Energies**,11, 2433.

Cruz, L., Barata, E., Ferreira, J. P. e Freire, F. (2017) Greening transportation and parking at University of Coimbra. **Int. Journal of Sustainability in Higher Education**, 18(1), 23-38.

Fernandes, P., Sousa, C, Macedo, J. e Coelho, M. (2020) How to evaluate the extent mobility strategies in university campus. **I. J. of sustainable transportation**, 14(2), 120-136

Finlay, J. e Massey, J. (2012) Eco-campus: Applying the ecocity model to develop green university college campus. **I. J. of Sustainability in Higher Education**, 13(2), 150-165.

Fitz, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Guo, L., Huang, S. e Sadek, A. W. (2013). A novel agent-based transportation model of a university campus with application to quantifying the environmental cost of parking search. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 50, 86-104.

Hamad K. (2020) Using traffic simulation to quantify performance improvement due to vehicular traffic reduction at a university campus. **International Journal of Simulation and Process Modelling**, 15(3), 295-307.

Hamad, K. e Obaid, L. (2022) Tour-based travel demand forecasting model for a university campus. **Transport Policy**, 117, 118-137.

Kalin, A. U., Yurtcan, M., e Kurdoglu, B. (2019) Example Recreation-oriented Cycle Track Design University Campuses. **J. Environmental Protection and Ecology**, 20(2), 965-975.

Lo, C. H., Ko, Y. C. e Ko, Y. T. (2015) Application of space syntax theory the sustainable development of Tunghai university campus environment. **Journal Interdisciplinary Mathematics**, 18(6), 883-903.

Mazutti, J. Brandli, L., Salvia, A., Gomes, B. M., Damke, L. I., Rocha, V. e Rabello, R. D. (2020) Smart and learning campus as living lab to foster education for sustainable development. **Int. J. of Sustainability in Higher Education**, 21(7), 1311-1330.

Min-Allah, N. e Alrashed, S. (2020) Smart campus - A sketch. **Sustainable Cities and Society**, 59, p. 102231.

Onac, A. K., Cetin, M., Sevik, H., Orman, P., Karci, A., e Gonullu Sutcuoglu, G. (2021) Rethinking the campus transportation network in the scope of ecological design principles. **Environmental Science and Pollution Research***,* 28(36), 50847-50866.

Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F. e Catucci, S. (2016) A roadmap toward development of Sapienza Smart Campus. **In 2016 IEEE**, 1-6.

Prandi, C., Monti, L., Ceccarini, C., e Salomoni, P. (2020) Smart campus: Fostering the community awareness. **Mobile Networks and Applications**, 25(3), 945-952.

Prunkl, L., Jones, D., Goldsmith, M., Douglas, B., Habron, Dripps, W. (2020) Transportation Plan Furman University. **Sustainability: The Journal of Record**, 13(1), 39-45.

Razally, W., Sulaiman, N., Rohani, M., David, Radzuan, I., Junaid, T. (2018) Reengineering sustainability at Universiti Tun Hussein Malaysia. In**: E3S Web of Conferences**. p. 07003.

Sari, M. W., Ciptadi, P. W. e Hardyanto, R. H. (2017) Study of smart campus development using internet of things technology. **In IOP Conference Series**, 190(1), p. 012032

Silva-da-Nóbrega, P. I., Chim-Miki, A. F. e Castillo-Palacio, M. (2022) A smart campus framework: Challenges and opportunities for education based on the sustainable development goals. **Sustainability**, 14(15), 9640.

Suhaili, N. B. e Ismail, Z. (2023) Findings on student mobility challenges and suggestions for a sustainable campus strategy from student participation. **In: AIP Conference Proceedings**, 2643(1). AIP Publishing.

Sukor, N. S. A. e Hassan, S. A. (2017) Analysis of Transportation Energy Consumption: En Route Towards Carbon Reduction for Sustainable Campus. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 226(1). IOP Publishing.

Stack, V. e Narine, L. (2022) Sustainability Auburn University. **Sustainability**, 14(2), 626.

Tiwari, A. e Aljoufie, M. (2021). Modeling spatial distribution and determinant of PM2. 5 at micro-level using geographically weighted regression to inform sustainable mobility policies in campus, Jeddah, Saudi Arabia. **Sustainability**, 13(21), 12043.

Vasileva, R., Rodrigues, L., Hughes, N., Greenhalgh, C., Goulden, M., Tennison, J. (2018) What smart campuses can teach us about smart cities. **Information**, 9(10), 251.

Villegas-Ch, W., Pacheco, X., Luján-Mora, S. (2019). Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture. **Sustainability**, 11(10), 2857.

TRANSFORMANDO O TRANSPORTE COM MOBILITY AS A SERVICE: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 E OS OBJETIVOS DE SUSTENTABILIDADE DA ONU

L. C. A. Silva Junior, L. K. Oliveira,
M. T. A. Scalzo, R. A. A. Nobrega.

RESUMO

A Indústria 4.0, é um conceito contemporâneo que vem sendo discutido na literatura e abrangente em praticamente todas as áreas. Esse conceito tem uma influência significativa no planejamento do transporte devido às tecnologias e às mudanças nos padrões de mobilidade. Na perspectiva do planejamento urbano integrado e sustentável, a Indústria 4.0, está intrinsecamente ligado aos desafios enfrentados pelas cidades e às metas estabelecidas pela ONU visando aprimorar a qualidade de vida da população. Este artigo tem como objetivo apresentar as principais características da Industrial 4.0 e explorar como um conjunto de serviços de mobilidade, mais especificamente Mobilidade como Serviço, pode contribuir para o alcance de algumas metas estabelecidas pela ONU na Agenda 2030, mais Cidades e Comunidades Sustentáveis. Contudo, o legado da infraestrutura de transportes e dos respectivos serviços que nela operam na sociedade reflete diretamente em outros objetivos. O trabalho é de natureza discursiva e apresenta uma síntese de iniciativas de projetos de mobilidade desenvolvidos recentemente em diferentes cidades. O trabalho demonstra a importância dos ODS da ONU para orientar e fortalecer o planejamento urbano, garantindo que as cidades sejam desenvolvidas de forma sustentável e inclusiva para as gerações presentes e futuras. São apresentadas e discutidas também o potencial, as oportunidades e os principais desafios da *MAAS* no cumprimento desses objetivos.

1 INTRODUÇÃO

A expansão cada vez maior das áreas urbanas e os problemas relacionados à saúde pública, qualidade de vida, desigualdade social, segurança, poluição da atmosfera e educação trouxeram mudanças na abordagem da mobilidade que, segundo Goulet-Langlois *et al.* (2016) justifica-se pelo fato de o transporte não ser uma atividade fim, mas um meio que permite às pessoas acesso a todas as ações de sobrevivência básica em sociedade.

Pensando nos problemas enfrentados pela sociedade, a Organização das Nações Unidas (ONU) em um grupo de 189 países definiu os Objetivos do Milênio (ODM), no intuito de implementar, até 2015, ações de combate à fome e à pobreza, implementação de políticas de saúde, saneamento, educação, habitação, promoção da igualdade de gênero e meio ambiente entre outras, sendo considerado o mais bem sucedido esforço de combate à pobreza mundial (CARVALHO *et al*., 2014). Baseado nos objetivos alcançados, foi definido em 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que amplia e reforça o compromisso assumido pelos países para a erradicação da pobreza e melhora nas condições de vida das populações. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo à ação de

todos os países para promover a prosperidade e proteger o planeta, reconhecendo que acabar com a pobreza deve andar de mãos dadas com estratégias que constroem o crescimento econômico, abordando uma série de necessidades sociais, incluindo educação, saúde, proteção social e oportunidades de emprego, enquanto enfrenta as mudanças climáticas e a proteção ambiental (ONU,2018).

Na Agenda 2030, definiu-se 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que buscam integrar as dimensões social, ambiental e econômica em 169 metas a serem atingidas até o ano de 2030 (ONU,2018). O conceito de desenvolvimento sustentável é o resultado da consciência crescente das relações globais entre problemas ambientais, sociais e econômicas. Tornar cidades e comunidades sustentáveis é o que propõe o ODS 11, que objetiva desenvolver cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Considerando que a maioria da população reside e trabalha em áreas urbanas, as soluções para pobreza, mudança climática, saúde e educação devem ser prioritariamente encontradas na vida da cidade. O custo da falta de planejamento para o crescimento das cidades resulta em urbanização descontrolada com o aparecimento de favelas, tráfego descontrolado e congestionado, e aumento de emissões de gases estufa (ONU,2018). Tema intrinsecamente relacionado à urbanização, a mobilidade, está incluída nas metas do ODS 11, e deve ser considerada para seu alcance e envolve melhorar o sistema de transporte público sustentável até 2030, proporcionando acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis (PNUD Brasil,2018).

Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, o transporte é sustentável quando as necessidades de acesso de pessoas, serviços e bens são satisfeitas sem produzir danos permanentes ao ambiente global, prejuízos aos ambientes locais, e equidade social (LI e VOEGE, 2018). O transporte sustentável gera desenvolvimento, fundamental para atender às necessidades das pessoas em suas vidas pessoais e econômicas, respeitando a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas necessidades (VEERAPANANE, 2018).

Para atender as necessidades de transporte pactuadas no ODS 11 as Organizações das Nações Unidas instituíram o Grupo de Transporte Sustentável para subsidiar recomendações sobre como o setor de transportes deve avançar rumo ao desenvolvimento sustentável e alcançar as metas ODS 11. Este Grupo de trabalho definiu o transporte sustentável como prestação de serviços e infraestrutura para a mobilidade de pessoas e bens, visando o desenvolvimento econômico e social para beneficiar as gerações de hoje e futuras, de uma maneira segura, acessível, eficiente e resiliente, minimizando as emissões de carbono e outros impactos ambientais (TAVARES E AVELAR, 2023). A priorização das atividades inclusivas, com transporte público confiável, seguro, acessível e barato, transporte não motorizado (a pé e de bicicleta) e opções de transporte multimodal como componentes essenciais de soluções de transporte sustentáveis proposto (TAVARES E AVELAR, 2023). Estas soluções podem tornar-se disponível através de soluções urbanas integradas e sustentáveis planejamento de transporte, políticas, incentivos e investimentos e oferecendo espaço público e infraestrutura adequados que também incorporam ciclovias e calçadas seguras (United Nations, 2021).

Outra ação relevante do Grupo de Transporte Sustentável foi a criação do relatório *"Mobilizing Sustainable Transport for Development",* que fornece 10 orientações sobre o transporte sustentável que os países devem seguir até 2030. O relatório também destaca o uso da tecnologia como um dos condutores do progresso, tanto na substituição do combustível fóssil, quanto na diminuição do uso de veículos particulares individuais. Segundo Wu *et al*. (2012), a Revolução Industrial 4.0 pode ser a melhor alternativa para o

transporte sustentável, através da tecnologia embarcada na mobilidade elétrica, considerado por Galus *et al*. (2012), o meio mais adequado para a implementação de sistemas de compartilhamento de veículos.

Com a aproximação da Agenda 2030, o transporte sustentável e novas tecnologias alternativas são fundamentais para resolver muitos desafios urgentes e acelerar as soluções existentes, além de avançar para o cumprimento da Agenda 2030 (ODS, 2019). O uso de transportes compartilhados já é uma realidade, ainda mais em locais cujo acesso ao universo digital é mais rotineiro, como em países desenvolvidos (OLABI et al., 2023). Neste ambiente virtual, os aplicativos podem surgir como facilitadores da vida moderna, na busca por uma mobilidade urbana mais sustentável (ESZTERGÁR-KISS *et al*. 2021).

"Revolução Industrial 4.0" é o termo utilizado para caracterizar um conjunto de processos tecnológicos relacionados à conectividade, alta eficiência, autonomia, programação de dados complexos e customização de produtos e serviços (KAGEMANN *et al*., 2011). Segundo Schwab (2017), a profusão de novidades tecnológicas que abrange diversas áreas do conhecimento, como Inteligência Artificial (IA), Robótica, Internet das Coisas, Armazenamento de Dados nas Nuvens, Big Data, entre outros, tem proporcionado a fusão da tecnologia, o que é conhecido como Revolução Industrial 4.0, uma vez que elas constroem e amplificam as necessidades uma das outras, unindo as tecnologias dos mundos físico, digital e biológico. Essa nova revolução tem promovido modificações estruturais nas relações de produção, consumo de bens e serviços em escala global. A movimentação de pessoas e bens de consumo nas cidades também tem sido impactada pelas mudanças tecnológicas disruptivas, que promovem novos modelos de atendimento à demanda por transportes, como as soluções de mobilidade por demanda (FREITAS, 2017). Neste contexto, a tecnologia possibilita de maneira ilimitada a conexão de bilhões de pessoas por aparelhos tecnológicos (SCHWAB, 2017).

A rápida evolução da tecnologia da informação permite a criação de novos produtos e serviços, inclusive na área de transportes. Desta forma, surge o conceito de Mobilidade como Serviço ou Mobility as a Service (MaaS) (FESTA, 2021), uma nova maneira de fornecer transporte, que surge com a expansão da Revolução Industrial 4.0 que pode ser entendido como um modelo que facilita o deslocamento dos usuários através da combinação de opções de mobilidade, apresentado de forma integrada através de uma plataforma digital (JITTRAPIROM *et al*., 2017). Um modelo para prestação de serviços ao transporte sustentáveis, sendo uma alternativa ao uso de veículos particulares individuais e estímulo ao uso de veículos elétricos compartilhados e com potencial para alavancar o transporte público em massa, sendo um elo entre a mobilidade sustentável e as políticas públicas de sustentabilidade no transporte (FESTA, 2021; STRÖMBERG *et al*., 2016; HILDEBRANDT *et al*, 2015). O principal objetivo do *MaaS* é oferecer uma combinação de soluções de transporte disponíveis ao usuário em uma interface integrada, com o foco em intermodalidade (SIQUEIRA, 2021).

O objetivo deste artigo é relacionar a literatura do MaaS com o Relatório Mobilizing Sustainable Transport for Development da Organizaçào das Nações Unidas, fazendo uma abordagem qualitativa, das orientações aos países sobre como buscar um transporte sustentável até 2030, data firmada pelo Acordo de Paris para redução de emissões. O UbiGo, um projeto-piloto de MaaS, iniciado em 2013, que visava integrar diferentes modos de transporte, como ônibus, trens, bicicletas e carros compartilhados, em uma única plataforma digital, foi o primeiro serviço oficial completo de MaaS (HOLMBERG *et al*., 2016), desde então, várias plataformas de MaaS surgiram, especialmente na Europa Ocidental e nos

Estados Unidos (SIQUEIRA, 2021), o que faz a literatura questionar o atraso de países em desenvolvimento em investir nesta modalidade de transporte ou o desconhecimento dos benefícios que ela pode vir a contribuir para o seu desenvolvimento (RUSSO e RINDONE, 2023; FESTA, 2021; FREIRE e CORREIA, 2019; PÖLLÄNEN *et al*., 2017).

Entretanto a transformação para transportes sustentáveis deve ser acelerada através de maiores esforços nacionais, parcerias de cooperação internacionais e uso de tecnologia de última geração, havendo menos de uma década para alcançar os ODS e limitar as consequências catastróficas das Alterações Climáticas. Neste contexto se faz mais urgente do que nunca apressar esta transformação tecnológica em prol da sustentabilidade, com soluções integradas e abordagens sustentáveis para o setor de transportes (United Nations, 2021).

Baseado na hipótese que a Revolução Industrial 4.0 tornou acessível novos produtos e serviços, que poderão tornar o transporte público mais acessível, com melhor nível de eficiência e principalmente diminuir a distância de interlocução entre governo, setor privado e cidadãos para maior uso do transporte coletivo dentro dos centros urbanos (SCHWAB, 2017), dito isso acredita-se que o uso do MaaS pode contribuir para alavancar os serviços de transporte públicos, facilitando o alcance das metas relacionadas a transporte contidas no ODS 11. Mobilidade como Serviço é um novo conceito relacionado a Transporte, ainda não havendo muitos estudos publicados a respeito, principalmente referente a problemas de países em desenvolvimento. No entanto, o interesse pelo MaaS é alto, existindo projetos de pesquisas, laboratórios, dissertações e teses em andamento e o número de publicações científicas aumentando linearmente com o passar dos anos (PÖLLÄNEN *et al*., 2017). E pelo que se tem conhecimento não existe nenhum estudo que relacione o MaaS com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas.

2. REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 E O AMBIENTE URBANO

Historicamente, o desenvolvimento das sociedades é explicado por dois grandes eventos: Revolução Agrícola e a Revolução Industrial. (STEARNS, 2018). A revolução industrial teve início ainda no século XVIII, provocada pela invenção da máquina a vapor e construção de ferrovias, sua evolução foi caracterizada pela produção em série propiciada por Henry Ford, no início do século XX. A Terceira evolução da Revolução Industrial aconteceu com a chegada do computador lógico programável e a automação dos processos, aproximadamente na década de 1960 (SCHWAB, 2017). A partir de 2011, iniciaram-se discussões sobre a quarta evolução da revolução industrial (BRYNJOLFSSON E MCAFEE, 2014), que é caracterizada por um conjunto de processos tecnológicos relacionados à conectividade, alta eficiência, autonomia, programação de dados complexos e customização de produtos e serviços (KAGEMANN *et al*., 2011).

A Internet, os smartphone e milhares de aplicativos digitais estão redefinindo o funcionamento de instituições e organizações, o que tem forçado os governos a deixarem que as inovações floresçam e trabalharem para minimizar os riscos que elas podem gerar a convivência humana (LETAIFA, 2015). Conforme Cater-Steel (2008), o Governo precisa entender o potencial fornecido por esses avanços tecnológicos, adotando essas ferramentas para otimizar suas operações internas, melhorar o alcance de comunicação e monitoramento externo, contudo, a infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação ainda não é tão predominante nos planos dos governos municipais, nem se difundem de maneira rápida conforme a necessidade das cidades. Uma preocupação, uma vez que elas têm sido os motores do crescimento econômico, da prosperidade e do progresso ao longo da história,

sendo as essenciais para determinar a qualidade de vida da população das nações (SCHWAB, 2017). A velocidade e a amplitude com que as cidades absorvem e implementam tecnologias, apoiadas por estruturas políticas ágeis, irão determinar a sua capacidade de desenvolvimento sustentável (SILVA *et al*., 2018), como por exemplo cumprir as metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas.

Um conceito inspirado nesta tecnologia é o de Mobilidade como Serviço (MaaS), adaptado para o contexto de transporte, sendo uma possível solução aos problemas associados à sustentabilidade no transporte através do uso de tecnologia (FESTA, 2021). A MaaS não possui uma definição única (HOADLEY 2017), na essência, as definições tentam capturar a ideia de entender o transporte ou mobilidade como um serviço disponível sob demanda e incorporando todos os serviços de transporte disponíveis na cidade, em vez de um ativo físico para comprar como, por exemplo, carros (SIQUEIRA, 2021). Através de uma revisão da literatura, constatou-se que o termo Mobility as a Service (MaaS) significa comprar serviços de mobilidade como pacote (serviços públicos e privados de meios de transporte, tais como trens, ônibus, vans sob demanda, táxis, carros e bicicletas compartilhados) conforme a necessidade base dos consumidores de forma personalizada, em que é possível comprar serviços de mobilidade por diferentes operadores usando apenas uma plataforma digital e efetuando um único pagamento (RUSSO e RINDONE, 2023; FESTA, 2021; FREIRE e CORREIA, 2019; SCHOR *et al*., 2017, KAMARGIANNI *et al*., 2016).

Assim, o MaaS é baseado em um conjunto de elementos que fornecem aos usuários viagens em diferentes modos de transporte de forma integrada, interconectada e otimizada (FESTA, 2021). Esses elementos devem prever mecanismo para a integração bilheteria e tarifária, personalização e fidelização do usuário e contratação antecipada, com interface online. Através desses elementos, é possível acessar uma combinação de serviços de mobilidade que compõem o pacote, através de um aplicativo ou cartão eletrônico/digital inteligente FREIRE e CORREIA, 2019).

O paradigma de regulamentar um serviço como o MaaS e não investir em infraestrutura de transporte público é baseado em fatores como desenvolver parcerias público privada (PPP) e na ideia de alcançar 100% da população local, em que os cidadãos utilizam pacotes personalizados de mobilidade para utilizar qualquer meio de transporte, a um custo baixo, fácil acesso e sem qualquer diferença entre fornecedores e com opções de escolha coletiva. Segundo Shaheen *et al*. (2018), esta é uma tendência crescente ao uso de modelos de mobilidade sustentável. Na análise de Russo e Rindone (2023), é necessário esclarecer os avanços nas teorias dos sistemas de transporte em relação às potencialidades oferecidas e pelos resultados alcançáveis, para propor soluções inovadoras, regulamentações e implementações de forma a contribuir para a concretização dos ODS.

A tecnologia além de ser um dos pilares das cidades inteligentes, está atrelada a resiliência e melhoria das cidades após a pandemia de Covid-19, uma oportunidade para repensar o ambiente urbano, principalmente o transporte de passageiros e de mercadorias e encontrar soluções integradas que possam não só resistir a possíveis crises futuras, mas também apoiar a realização da Agenda 2030 e do Acordo de Paris. (United Nations, 2021).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Baseado no Relatório *"Mobilizing Sustanaible Transport for Development"* das Nações Unidas que trouxe 10 orientações aos países sobre como buscar um transporte sustentável até 2030, realizou-se uma pesquisa qualitativa indutiva buscando na literatura como o

Mobility as a Service - MaaS pode auxiliar no atendimento aos requisitos estipulados e pactuados pelos países e quais as orientações serão atendidas com a implementação deste modelo. As 10 orientações foram divididas em 4 grupos: Planejamento; Governança, Gestão e Monitoramento das Ações Sustentáveis e Ações Econômicas, esta divisão foi realizada para melhor identificação dos temas abordados e melhor entendimento da relação com a literatura.

Para determinar a literatura que seria adequada para este estudo, utilizou-se as seguintes palavras chaves no Google Acadêmico: "Mobility as a Service"; "Concepts"; "Implementation", com filtro para obter os trabalhos publicados a partir do ano de 2016, onde obteve-se 483 resultados. Para determinar quais trabalhos seriam utilizados, buscou-se relacionar cada orientação do Relatório *"Mobilizing Sustanaible Transport for Development"* das Nações Unidas a pelo menos 2 autores, classificado conforme sua relevância. Após a leitura dos resumos, concluiu-se que 26 artigos atendiam os requisitos propostos. Eles estão apresentados na próxima seção.

O estudo aborda a relação das recomendações do relatório da ONU com o conceito, implementação e consolidação do MaaS descrito na literatura, explicitando ações que podem ser tomadas pelos países para alcançar as metas do ODS 11 para o transporte sustentável e como a literatura justifica que o MaaS pode atender tais prerrogativas. A análise proposta no estudo permite maior interações com a literatura, melhor análise de dados e teorização de um assunto ainda recente, pouco explorado cientificamente e pouco testado na prática.

4. RELAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES "MOBILIZING SUSTANAIBLE TRANSPORT FOR DEVELOPMENT" COM O CONCEITO DE MOBILITY AS A SERVICE:

Conforme Shaheen *et al.* (2018), o MaaS oferece ferramentas baseadas na necessidade e soluções de mobilidade personalizadas para os usuários com o objetivo de conseguir um transporte mais sustentável. Para confirmar esta teoria foi relacionado às recomendações das Organizações das Nações Unidas sobre transporte sustentável com a literatura de MaaS.

4.1. Planejar e direcionar investimentos baseados em desenvolvimento sustentável:

4.1.1. *Desenvolvimento Social:* Segundo Eckhardt et al. (2017) e Melis et al. (2016) MaaS tem como definição proporcionar serviços direcionados aos usuários e promover objetivos, como sustentabilidade e acessibilidade, melhorando a mobilidade urbana local, sendo capaz de contribuir para o aumento da acessibilidade aos serviços de transporte público, melhorando e ampliando o sistema. Outro fator a ser considerado é o de desenvolvimento social, em que na prática o pacote MaaS pode ser uma solução para aumentar a acessibilidade doméstica por exemplo, atendendo não apenas adultos, mas também as necessidades de mobilidade das crianças e dos idosos, que necessitam de segurança e facilidade em se locomover, sem a necessidade de fazer deslocamentos a pé ou utilizar veículos individuais particulares. (PÖLLÄNEN et al., 2017)

4.1.2. *Impactos Ambientais:* As pessoas são cada vez mais predispostas a utilização de serviços integrados, o que gera um potencial para adoção de um novo modelo de mobilidade, levando à redução da propriedade de carros (TRANSPORT SYSTEMS CATAPULT, 2016). Essa ação impactaria sensivelmente na redução da poluição local e emissões de gás carbônico e ruídos. Outro benefício do uso do MaaS nos centros urbanos seria a possibilidade

dos cidadãos substituírem o horário convencional de locomoção, não dependendo de serviços convencionais que possuem horário fixo, diminuindo o fluxo de veículos nos horários de pico e reduzindo os congestionamentos (HENSCHER,2017).

4.1.3. *Prevenção de mortes e lesões de trânsito:* O MaaS tem o potencial de abordar as externalidades do transporte pessoal, reduzindo o uso de carros particulares (SOCHOR *et al*. 2017), a fim de enfrentar questões como congestionamento, necessidade de estacionamentos, ruído, lesões e mortes relacionadas ao transporte. Um ambiente que apresenta variedade de sensores, radares e câmeras que trabalham conectados fornecendo informações de emergência e aviso preventivo, aumenta o nível de confiabilidade no tratamento dos dados que auxiliam na segurança do trânsito e do pedestre (DIA, 2016).

4.1.4. *Crescimento Econômico:* O MaaS pode contribuir para a economia, criando espaço para novas inovações e estimulando empresas privadas dentro do setor de transporte, o que pode possibilitar investimentos públicos e privados em infraestrutura e aquisição de bens de consumo de modo a fomentar o desenvolvimento da indústria e do comércio local (SMITH *et al.*, 2018). MaaS é um grupo de produtos que emergiram recentemente como resultado de mudanças nas tendências socioeconômicas. Oferece criação de novos negócios, como a capacidade de participar da economia compartilhada, gerando fonte de renda e alavancando o potencial econômico dos serviços públicos (SZMELTER, 2018).

4.2. Ações Governamentais, Legislativas e de Política Pública:

4.2.1. *Integrar todos os esforços de planejamento de transportes sustentáveis com um balanço apropriado dos modos de transporte em todas as esferas de governo:* O setor público pode tanto permitir o desenvolvimento do MaaS como orientar o desenvolvimento da sua trajetória para a difusão de ofertas que contribuam para os objetivos da política de transporte (SMITH et al., 2018b). As organizações do setor público a nível nacional, regional ou local têm papéis importantes nas possíveis transições do transporte convencional para o MaaS, alinhando leis e diretrizes para as organizações do setor privado com uma estratégia global de transporte, tais como investimentos em infraestruturas, planos urbanísticos e normativas. Novos modelos e ferramentas para colaboração público-privada são necessários para governar eficazmente o desenvolvimento e a difusão de MaaS sustentáveis (SMITH et al., 2018a).

4.2.2. *Promover políticas que incentivem investimentos do setor privado, e ações por meio de diversas estruturas de estímulo:* A regulação é um dos principais facilitadores e impulsionadores do desenvolvimento do MaaS, sendo um fator de credibilidade ao setor privado para estimular investimentos, desenvolvimentos e implementação de células de serviços e centros operacionais (ECKHARDT *et al*., 2017). Outro fator relevante é a possibilidade de terceiros operar a venda de bilhetes do transporte público, descentralizando tal função do próprio operador (LI *et al*., 2017) Para alcançar um portfólio de serviços em transporte futuro, os governos terão que envolver políticas de como os novos serviços impactaram o sistema de transporte atual e um direcionamento para o setor privado reposicionando e coordenando a participação, deveres e direitos que atraiam para a construção de um novo cenário (MCQUEEN, 2017).

.

4.3. *Criar estruturas institucionais, legais e regulamentares de apoio para promover o transporte sustentável:* Smith *et al.* (2017) e Holmberg *et al.* (2016) apontam a importância de estabelecer parcerias na execução do MaaS, nas quais atores privados desempenham um

papel maior na criação de valor público, como por exemplo a tarifa unificada e de forma personalizada para todos os serviços de transporte e com pagamento fidelizado para o MaaS. Isso é fundamental para garantir a preferência positiva dos usuários pelos modos mais sustentáveis, contribuindo assim com a visão de sustentabilidade. Porém conforme Hensher e Li *et al.* (2017) órgãos reguladores do Governo tem que acompanhar essa política dos operadores, uma vez que o MaaS envolverá serviço do setor público e privado, não permitindo que haja desequilíbrio financeiro para nenhum dos entes envolvidos, principalmente por que muitas cidades subsidiam seus serviços de transporte público.

4.4. Gestão e Monitoramento das Ações Sustentáveis:

4.4.1. *Desenvolver a capacidade técnica dos planejadores e implementadores de transportes:* Há quatro questões conceituais importantes para implementar o MaaS: Natureza da viagem (propósito da viagem, duração, modo e meios); Interoperabilidade; Comportamento do utilizador final relacionado a diferentes grupos de usuários (escolher o nível de assinatura); e Sustentabilidade. (GIESECKE et al.,2016). O maior dificultador em implementar o MaaS é identificar a necessidade de diferentes usuários e qual o melhor modo de transporte a lhe oferecer (HENSHER, 2017). Os planejadores de MaaS devem ser capacitados para identificar os usuários e avaliá-los antes da ativação da conta, obtendo treinamento para que no registro detalhado dos dados pessoais, das atividades de rotina e esporádicas, o usuário sinta confiança e segurança em ser o mais exato possível e fornecer informações verdadeiras, para êxito de qual assinatura obter (KAMAU *et al.*, 2016).

4.4.2. *Fomentar um público informado e engajado como parceiro crucial para o avanço das soluções de transporte sustentável:* Mobilidade como Serviço é definido como "serviços de mobilidade multimodais e sustentáveis que satisfaçam as necessidades de transporte dos clientes, integrando o planejamento e o pagamento em um princípio de balcão único" (KÖNIG *et al*., 2016). Litman (2017) sugere que esquemas automáticos de compartilhamento de carros se tornarão uma realidade na indústria automotiva mundial até 2030, sugerindo um impacto positivo para usuários de plataforma MaaS, devido a praticidade em se locomover e a comodidade em não se preocupar com segurança do bem ou em seu estacionamento.

4.5. *Estabelecer estruturas de monitoramento e avaliação do transporte sustentável e criar capacidade para coletar e analisar dados e estatísticas sólidas e confiáveis:* Segundo Jittrapirom *et al.* (2017) MaaS possui funcionalidades básicas incluídas no sistema como: informação em tempo real, planejamento de viagem, reserva e emissão de bilhetes, além do emprego de tecnologias (GPS, E-ticket e E-payment), sendo mais que recursos de privilégio ou auxílio supérfluo a viagem, mas sim uma fonte de coleta de dados e aperfeiçoamento do sistema. MaaS pode ser definido como a integração de vários fornecedores, incluindo transporte, tecnologia da informação, instituições financeiras, como afirma Kamargianni *et al*. (2016) que os três tipos principais de integração para solução da implementação do MaaS são a Integração de ticket e pagamento, Integração dos serviços de mobilidade e Integração dos Dados Tecnológicos. Este último significa a chance de obter acesso a informações sobre diferentes modos de transporte ou diferentes fornecedores.

4.6. Ações Econômicas e Fomento Financeiro:

A literatura não apresenta estudos que expliquem como o MaaS pode auxiliar na promoção de fontes de financiamento diversificadas e estruturas fiscais coerentes para promover sistemas, iniciativas e projetos de transportes sustentáveis e como ampliar o

financiamento internacional do desenvolvimento e o financiamento climático para o transporte sustentável, mesmo que ele traga esses benefícios indiretamente, segundo Li *et al.* (2017) existe a possibilidade de que o mercado global de MaaS seja dominado por poucos grandes players multinacionais, que fomente a mobilidade mundial em troca da operação do serviço, mas como será esse fomento financeiro, é necessários mais estudos que possam elucidar tal questão. O MaaS poderia contribuir para a economia criando espaço para novas inovações e empresas privadas dentro do setor de transportes (Heikkilä, 2014), sendo o MaaS como "um sistema, no qual uma gama abrangente de serviços de mobilidade é fornecida aos clientes pela mobilidade operadores"

5. ANÁLISE DA LITERATURA

Conforme o proposto pelo relatório *"Mobilizing Sustainable Transport for Development"* que recomendou uma mudança de paradigmas no transporte através de uma combinação de recursos multimodais, com soluções de mobilidade coletivas e interligadas com sistemas de transporte sustentáveis, e baseado nos resultados encontrados na pesquisa feita é correto dizer que o MaaS se adequa a este conceito e pode auxiliar os países em atender boa parte dos requisitos que formam a meta 11 da ODS.

A proposta descrita como uma distribuição de modelo de mobilidade que fornece em uma plataforma digital todas as necessidades de transporte dos usuários de um provedor de serviços. Após sua apresentação surgiu uma onda de entusiasmo em torno da proposta principal do MaaS, sobre como fornecer ao usuário acesso à oferta coletiva de vários modos diferentes de transporte por meio de um único serviço, integrado fisicamente e tarifário (KOSTIAINEN e TUOMINEN, 2018). Os testes de MaaS com baixa escala e diversas formas diferentes estão acontecendo em todo o mundo. Os *insights* sobre as barreiras e os facilitadores para o sucesso estão surgindo, mas a literatura existente que aborda explicitamente o MaaS é limitada (LYONS *et al*, 2019).

Existem vários projetos em forma de avaliação ou de programas piloto relacionados a MaaS como o *Smile* na Áustria, *Qixxit, Moovel, Switchh e Hannovermobil* na Alemanha; *Whim* na Finlândia e *UbiGo* na Suécia. Baseado nesses projetos a literatura relata resultados promissores em termos de mudança de comportamentos dos usuários, em relação a buscar meios de transporte mais sustentáveis e deixar de comprar um veículo particular individual (SOCHOR et al. 2015), embora ainda de forma embrionária, é concreto dizer que o MaaS e apresenta como uma solução de mobilidade sustentável promissora e espera-se que tenha uma contribuição significativa para o futuro. (KAMARGIANNI et al.,2016)

Nota-se que todos os casos supracitados ocorrem na Europa, onde tradicionalmente a população está habituada a utilizar o transporte público coletivo. Essa observação revela que o tempo de resposta e consequentemente o sucesso da solução possa também ser dependente da cultura em transportes da população local, fato motivador a ser tratado na presente metodologia em implementação a países em desenvolvimento para alcançar as metas propostas para o Desenvolvimento Sustentável. Conforme Tavares e Avelar (2023) e Olabi et al. (2023) o transporte sustentável e com uso de tecnologia desempenham um importante papel na aplicação de outros ODS, como:

- ODS 1: Erradicação da Pobreza – através da geração de empregos;
- ODS 3: Boa Saúde e Bem-Estar - na redução da taxa de acidentes, melhoria da saúde humana por meio da redução das emissões de gases de efeito estufa;
- ODS 6: Água Limpa e Saneamento - redução do consumo hídrico;

- ODS 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico - melhora a economia, reduzir a taxa de desemprego, melhorar a indústria do turismo;
- ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis diminuir as emissões de poluentes resultantes da fabricação de um bem;
- ODS 13: Ação Climática - diminuir as emissões de GEE; e
- ODS 15: Vida na Terra – promover o uso sustentável dos ecossistemas

6. CONCLUSÕES

Embora o escopo deste artigo seja limitado a relação das metas propostas pelas Organizações das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável com o MaaS, os achados demonstram a necessidade de se abordar o MaaS para países em desenvolvimento, que buscam melhorar seus índices de transporte sustentável e diminuir sua dependência de veículos particulares através da integração de diferentes operadores de transporte, fornecendo um único produto e criando regulamentação governamental para estimular o investimento privado no setor. Além de contribuir para a diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa, melhorar a acessibilidade ao transporte, reduzir o congestionamento do tráfego, melhorar a qualidade do ar.

Porém para que se consiga implementar um modelo disruptor e que auxilie na mudança comportamental dos usuários de veículos próprios é necessário o envolvimento governamental, que regularize e planeje as ações, de forma que o poder público atue junto com os operadores de transporte de maneira que exista uma democratização do acesso ao sistema de transporte, sempre visando a integração física e de bilheteria nos modos de transporte, buscando beneficiar os usuários e o meio ambiente. Além disso, políticas tarifárias com critério técnico, que gerem credibilidade para o estímulo a redução do valor do ticket médio ao ser adquirido de forma "fidelizada", para uso a médio ou longo prazo.

É importante ressaltar que o setor de transporte foi extremamente afetado pelos efeitos epidêmicos dos últimos anos e uma das formas de prevenção a sua melhoria é o uso de tecnologias, que aumente a interação e a segurança entre operadores e usuários. Recuperação planos e pacotes de estímulo devem incluir metas e critérios para transportes sustentáveis e resilientes sistemas no espírito de "reconstruir melhor" e estes também devem ser integrados em programas nacionais de longo prazo, planos para o desenvolvimento sustentável e o clima ação, eventualmente sendo contabilizada em ações voluntárias (United Nations, 2021).

Em relação à contribuição metodológica, mesmo com os estudos sobre MaaS ainda incipientes em países em desenvolvimento e com diversos estudos ainda em curso para determinar a aceitação da população e o trabalho em parceria das empresas envolvidas em diferentes modos de transporte como operadores do MaaS, é possível afirmar que as diretrizes de um transporte sustentável envolvem fatores presentes no conceito de Mobility as a Service e que o serviço pode ser utilizado como meio para facilitar o alcance das metas pactuadas no ODS 11 até 2030.

Agradecimentos:
Os autores agradecem a UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – e ao CNPq pelo apoio institucional à pesquisa e incentivos acadêmicos e por permitir a interlocução de atores do Transporte e da Saúde Coletiva.

7. REFERÊNCIAS

Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2014). **The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity** in a Time of Brilliant Technologies , W.W. Norton & Company.

Carvalho, P.; Barcellos, F. C. (2014). **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio-ODM: uma avaliação crítica**. Sustentabilidade em Debate, v. 5, n. 3, p. 222-244.

Dia, H. (2016). **The real-time city: Unlocking the potential of smart mobility**. In: Australasian Transport Research Forum (ATRF), 38th, 2016, Melbourne, Victoria, Australia.

ESZTERGÁR-KISS, D. et al. (2021) **Promoting sustainable mode choice for commuting supported by persuasive strategies**. Sustainable Cities and Society, v. 74, n. 103264, p. 1–16, 2021.

FESTA, Eduardo Luís. A (2021) **Mobilidade Como Serviço (MAAS) em Cidades de Pequena/Média Dimensão**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade do Porto (Portugal).
Freitas, A. D. A. (2017). A internet das coisas e seus efeitos na indústria 4.0.

FREIRE, João Filipe Galvão; CORREIA, José Bernardo Muniz de Andrade Barros. (2019) **Mobility as a service: influência sobre a mobilidade em países em desenvolvimento**.
Goulet-Langlois, G.; Koutsopoulos, H. N.; Zhao, J. (2016). **Inferring patterns in the multi-week activity sequences of public transport users.** Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 64, p. 1-16.

Kamargianni, M.; Li, W.; Matyas, M.; Schafer, A. (2016). **A critical review of new mobility services for urban transport.** Transportation Research Procedia, 14, 3294-3303.

Kostiainen, Juho; Tuominen, Anu. (2019) **Mobility as a Service—Stakeholders' Challenges and Potential Implications.** In: Towards User-Centric Transport in Europe. Springer, Cham, 2019. p. 239-254.

Li, Y.; Voege, T. (2017). **Mobility as a service (MaaS): Challenges of implementation and policy required.** Journal of transportation technologies, v. 7, n. 02, p. 95.

Lyons, Glenn; Hammond, Paul; Mackay, Kate. (2019) **The importance of user perspective in the evolution of MaaS**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 121, p. 22-36, 2019.

OLABI, A. G. et al. (2023) **Micromobility: Progress, benefits, challenges, policy and regulations, energy sources and storage, and its role in achieving sustainable development goals**. International Journal of Thermofluids, v. 17, n. 100292, p. 1–25, 2023.

ONU. Portal of the United Nations (2018) **Goals for Sustainable Development** avaliable at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> accessed 20 October 2018.

PNUD Brazil. (2018). **Portal of the Platform Agenda 2030**. Available at <http://www.agenda2030.org.br/ods/11/ > accessed 20 October 2018.

RUSSO, Francisco; RINDONE, Corrado. (2023) **Cidade inteligente para o desenvolvimento sustentável: processos aplicados do SUMP ao MaaS a nível europeu**. Ciências Aplicadas , v. 13, n. 3, pág. 1773, 2023.

Schwab, K. (2017). **The fourth industrial revolution**. Crown Business.

SIQUEIRA, Beatriz Garcia de. (2021) **Proposta de modelo conceitual para medir a preparação de uma cidade brasileira para receber o MAAS**.

Smith, G.; Sochor, J.; Karlsson, I. M. (2018). **Mobility as a Service: Development scenarios and implications for public transport.** Research in Transportation Economics.

TAVARES, Erika Monteiro; AVELAR, Kátia Eliane Santos. (2023) **Mobilidade urbana sustentável: A importância do uso do transporte compartilhado e o impacto ao meio ambiente**. Revista Augustus, v. 59, n. 32, p. 190-199, 2023.

United Nations. (2021) **Sustainable transport, sustainable development**. Interagency report for second Global Sustainable Transport Conference. https://sdgs.un.org/sites/default/files/202110/Transportation%20Report%202021_FullReport_Digital.pdf

PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NA PERSPECTIVA DO CONFORTO

M.O. Alcântara, V.C. Oliveira, J.I.C. Brito, B.V. Bertoncini, V.T.F. Castelo Branco

RESUMO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU enfatizam o transporte sustentável como essencial para reduzir emissões de gases de efeito estufa e promover a saúde. Nesse âmbito, o transporte ativo cicloviário é estratégico, necessitando de políticas públicas que assegurem a infraestrutura adequada para seu uso seguro e confortável. Este estudo investiga a infraestrutura cicloviária na cidade de Fortaleza, CE, Brasil, com foco nas condições de conforto dos usuários, evidenciando a falta de métodos objetivos para esta avaliação. Propõe-se uma metodologia de baixo custo que utiliza uma bicicleta instrumentada com acelerômetro e GPS para medir a irregularidade longitudinal das ciclovias, empregando parâmetros como o *International Roughness Index* (IRI) e o *Root Mean Square Vertical Acceleration* (RMSVA). O método empregado para coleta de dados de irregularidade dos pavimentos apresentou resultados condizentes com os obtidos a partir do uso de dispositivo normatizado, o Merlin.

1 INTRODUÇÃO

O debate sobre a implementação de infraestrutura cicloviária nas cidades brasileiras intensifica-se, especialmente após a instituição da Política Nacional da Mobilidade Urbana pelo Ministério das Cidades, em 2004, e a aprovação da Lei nº 12.587 em 2012, que promovem o desenvolvimento sustentável e a equidade no acesso aos transportes. Neste contexto, o uso do transporte ativo ganha destaque como alternativa de transporte menos poluente e mais econômico.

Fortaleza, por exemplo, expandiu sua malha cicloviária para 419,2km até 2022, um aumento de 516% desde 2012. Através do programa Pedala Mais, almeja atingir, pelo menos, 500km até o final do ano de 2024. Destaca-se, assim, a necessidade de avaliar o conforto e a segurança das ciclovias, conforme indicado por Nuñez (2018), para encorajar seu uso contínuo e sustentável.

Problemas relacionados à irregularidade nas ciclofaixas, apontados por estudos como o de Lima (2020), mostram como a trepidação das bicicletas, provocada pelo perfil irregular do pavimento, afeta a percepção dos usuários quanto ao conforto, o que aponta para a importância de um planejamento eficaz que aborde também estas questões. Lima (2020) chegou a um coeficiente de correlação de 0,92 entre o RMSVA e a avaliação subjetiva das condições de conforto, em uma escala de de 1 a 5, a partir da perspectiva dos usuários.

Tendo esta necessidade em vista, esta pesquisa tem por objetivo geral de propor um método de avaliação de infraestrutura cicloviária, a partir de instrumentação de baixo custo, na perspectiva de conforto, visando maior incentivo ao ciclismo urbano. Para isso, o presente trabalho tem como objetivos específicos: definir um indicador para avaliação das condições de conforto da infraestrutura cicloviária, desenvolver um método de coleta de dados de irregularidade longitudinal da infraestrutura cicloviária a partir do uso de instrumentos de baixo custo e, por último, apresentar a aplicação do método de diagnóstico em exemplos de ciclovias da cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil.

2 Método

2.1 Seleção dos trechos avaliados

Esta etapa envolve a análise de trechos específicos dentro da malha cicloviária de Fortaleza, selecionados com base em dados públicos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF). Esses dados identificam os principais polos geradores de viagens e as vias mais relevantes para a realização dos deslocamentos. Os trechos foram escolhidos com base na conectividade entre polos de viagem, o número de usuários e a disponibilidade de dados que permitisse a realização das análises propostas.

O trecho selecionado para o desenvolvimento deste trabalho é localizado na Avenida Godofredo Maciel, que atende aos critérios previamente mencionados. Esta avenida abriga uma ciclovia bidirecional, que é mais importante ligação entre os bairros Parangaba e Mondubim, responsável por 5,3% de todas as viagens realizadas com o uso de bicicletas na cidade. A citada avenida também conecta Fortaleza à cidade de Maracanaú e segue até Avenida Mendel Steinbruch, marcando sua relevância estratégica para o deslocamento intermunicipal na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

2.1.1 Caracterização da Avenida Godofredo Maciel em Estudo

Na Figura 01, é mostrada a localização da Av. Godofredo Maciel. Conforme o Mapa Cicloviário de Fortaleza (PMF, 2023), essa avenida arterial de classe I conta com 7,1km de ciclovia. A ciclovia está situada no canteiro central da avenida, é bidirecional, pavimentada em placas de concreto, e delimitada por canteiros também em concreto. A ciclovia possui 1,50m de largura por faixa, porém observam-se variações durante o trajeto, inclusive ocasionadas pela presença recorrente de obstáculos, tais como: árvores e postes. Além disso, esta é cercada, em cada lado, por 3 faixas de rolamento para veículos motorizados. A avenida possui uso do solo misto, uma vez que residências, comércios e repartições públicas estão situados nos lotes lindeiros.



Figura 01 – Localização da Avenida Godofredo Maciel em Fortaleza, Ceará, Brasil. Fonte: Google Maps.

2.2 Instrumentação da Bicicleta para Avaliação da Irregularidade

2.2.1 Merlin

O equipamento Merlin (Figura 02) tem 1,80m de comprimento e se apoia na superfície através de três pontos: patim traseiro, patim central e pneu dianteiro. O patim central determina a distância vertical "y" entre a superfície da via e a linha imaginária que une os dois apoios fixos, transmitindo essa medição para uma folha de papel sobre a máquina através de um braço móvel (CUNDILL, 1996). Para calcular o *International Roughness Index* (IRI) é necessário a realização de 200 medidas consecutivas, com espaçamento uniforme de aproximadamente 2,00m, equivalente a uma rotação completa da roda do equipamento. Essas medidas são registradas em um quadro e indicadas em um histograma de frequências. Um tratamento estatístico é então aplicado, descartando-se 10% das medidas em cada extremidade. O comprimento "D" do histograma é calculado e utilizado nas equações de correlação do equipamento para determinar o valor do IRI (CUNDILL, 1996).

No caso deste trabalho, o Merlin será utilizado, especificamente, para analisar aonde estão, no trecho analisado, as regiões de aclive e declive. Com isso, pretende-se, a partir da análise do gráfico, conferir se a amplitude dos sinais captados pelo acelerômetro está aumentando nessas regiões onde o Merlin detectou maior aclive e declive.



Figura 02 – Merlin

2.2.2 Bicicleta

A bicicleta instrumentada utilizada nesse estudo trata-se de uma Audax Havok TX, ilustrada na Figura 03. A instrumentação da bicicleta visa coletar dados sobre a irregularidade longitudinal das vias através da aceleração vertical, medida pelos indicadores IRI e RMSVA. Inicialmente, adicionou-se à bicicleta um dispositivo controlado por uma placa ESP32 com um acelerômetro para coletar sinais digitais de aceleração e uma câmera para captura de imagens. Também foi usado um *smartphone* equipado com o aplicativo GPS *Logger* para auxiliar nos levantamentos, fornecendo informações de hora e localização via GPS. Para validar os dados coletados pelo acelerômetro, utilizou-se o Merlin em um trecho experimental localizado dentro do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (UFC).



Figura 03 – Bicicleta instrumentada utilizada no estudo

2.2.2.1 Dispositivo desenvolvido para coleta de dados de irregularidade longitudinal

O dispositivo usado no presente estudo captura sinais de aceleração vertical, devido a irregularidade longitudinal do pavimento. Conforme Lima (2020), o RMSVA é um parâmetro que se relaciona diretamente com a aceleração vertical, dado pela Equação (1):

$$\text{RMSVA} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i^2} \quad (1)$$

Onde:
RMSVA: *Root Mean Square Vertical Acceleration*
N: Número de observações
x_i: Dado de aceleração coletado (m/s^2)

O dispositivo emprega um acelerômetro para medir esses valores. A placa ESP 32, um microcontrolador, gerencia as informações do dispositivo e pode ser programada para os fins desejados. Um módulo GPS coleta dados de data e hora, associados a cada leitura de

aceleração vertical, enquanto um módulo SD armazena os dados em um cartão de memória. A energia do sistema é fornecida por uma *Power Bank.*

O acelerômetro, que realiza 10 leituras por segundo, capta sinais de aceleração. Com esses componentes, gera-se um arquivo eletrônico em formato .csv contendo os dados de data e hora do GPS, aceleração nos três eixos e dados de angulação fornecidos por um giroscópio incorporado ao acelerômetro de 9 eixos. O dispositivo é montado dentro de uma caixa fixada na parte dianteira do quadro da bicicleta, posição estática e próxima à roda dianteira, que absorve de maneira mais eficiente o movimento de trepidação. Posteriormente, este é nivelado com um nível bolha.

Ramos (2017) aponta que os dados de aceleração são influenciados pela velocidade da bicicleta, tornando-se mais representativos a partir de 20km/h. Isso ocorre porque, para velocidades mais baixas, os sinais de aceleração podem se misturar com o ruído do dispositivo. Por essa razão, os dados foram coletados mantendo-se uma velocidade constante de 20km/h. Durante o experimento, a velocidade foi monitorada usando um velocímetro digital fixado à bicicleta. Posteriormente, a velocidade foi verificada usando uma planilha eletrônica criada pelo aplicativo GPS *Logger*, cujo processo será detalhado na seção "2.2.2.2 GPS *Logger*". Possíveis variações de velocidade serão consideradas na análise dos resultados.

2.2.2.2 GPS *Logger*

O GPS *Logger* é um aplicativo de *smartphone* que utiliza GPS para registrar trajetórias em diversos veículos, fornecendo informações sobre velocidade média e altimetria. Usando o aplicativo, é possível exportar dados dos percursos em formatos .kml e .csv. As planilhas eletrônicas resultantes fornecem informações georreferenciadas de data, hora e velocidade. Esses dados ajudam a analisar o comportamento da velocidade durante o levantamento.

2.2.2.3 Telemetria

Para acessar o recurso de telemetria, foi utilizada a câmera GoPro Hero 5. Esse recurso fornece informações de data e hora capturadas por GPS, além de velocidade sincronizada com o vídeo. Nesta instrumentação, a câmera foi empregada para registrar visualmente os levantamentos de campo, permitindo verificar anomalias que poderiam causar variações abruptas no sinal de aceleração detectado pelo acelerômetro. Além disso, essa etapa foi importante para validar os dados de velocidade obtidos pelo aplicativo GPS *Logger*.

2.2.3 Definição do trecho experimental para validação do método

Escolheu-se um trecho experimental de fácil acesso dentro do Campus do Pici (UFC), conforme mostra a Figura 04, para realizar o levantamento de dados de irregularidade longitudinal com o uso do Merlin. Este trecho é constituído por uma primeira parte pavimentada em concreto asfáltico e outra em pedra tosca. A seleção deste trecho teve o objetivo de verificar se os sinais captados pelo acelerômetro refletem as diferenças de irregularidade longitudinal entre um pavimento flexível e um em pedra tosca, que é naturalmente mais irregular.

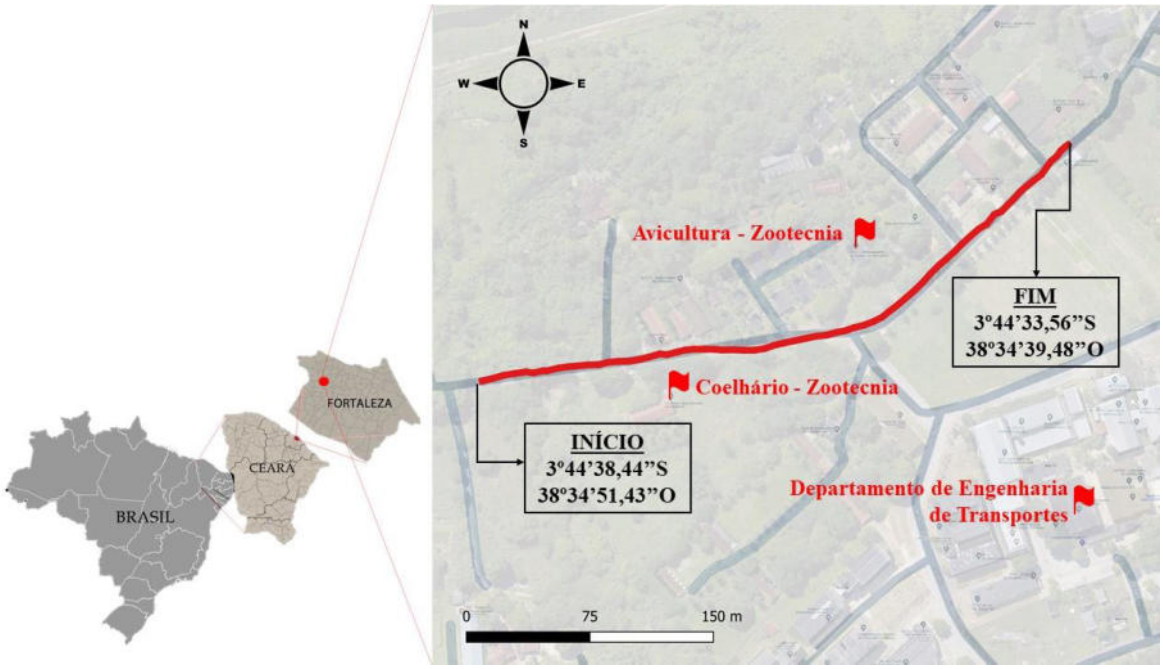


Figura 04 – Localização do trecho experimental dentro do Campus do Pici, UFC

Os dados de aceleração vertical obtidos com o uso da bicicleta instrumentada foram coletados após a utilização do Merlin. A trajetória percorrida com a bicicleta foi semelhante à avaliada com o Merlin, permitindo comparar os valores de irregularidade detectados com o uso dos dois instrumentos. Esta etapa visou validar os resultados obtidos com o uso do acelerômetro, seguindo o procedimento desenvolvido por Ramos (2017).

2.3 Análise de Indicadores de Irregularidade Longitudinal e Aceleração Vertical (Parâmetros de Conforto)

O indicador estudado, RMSVA, apresenta uma correlação diretamente proporcional ao IRI. Lima (2020), comparando os dados de IRI (obtidos com o Merlin) e o RMSVA (obtido com o uso de um *smartphone*), obteve um coeficiente de correlação (*R*) de 0,90, enquanto Bisconsini (2016), empregando dados perfilométricos, chegou a um *R* de 0,97.

A norma ISO 2631-1 (1997) define diferentes valores para medir a exposição do corpo humano a vibrações de corpo inteiro em transporte público, conforme o RMSVA. Os valores listados na Tabela 01 fornecem estimativas aproximadas das reações esperadas do corpo humano à vibração e ao conforto.

Tabela 01 – Conceituação das condições de conforto da via segundo RMSVA (ISO 2631-1, 1997)

RMSVA (m/s^2)	Reação Provável
< 0,315	Confortável
0,315 < x < 0,630	Pouco Desconfortável
0,500 < x < 1,000	Razoavelmente Desconfortável
0,800 < x < 1,600	Desconfortável
1,250 < x < 2,500	Muito Desconfortável
> 2,500	Extremamente Desconfortável

É importante ressaltar que, tal norma pode não ser adequada para analisar as condições de conforto do usuário que utiliza uma bicicleta, uma vez que há diferenças no veículo empregado no transporte público. Lima (2020) definiu a faixa de valores para as condições de conforto para bicicletas, segundo RMSVA, como pode ser visto na Tabela 02. Os trechos analisados nesse estudo serão classificados de acordo com as faixas de valores estabelecidas na norma ISO 2631-1 (1997) e aquelas sugeridas por Lima (2020), para bicicletas.

Tabela 02 – Conceituação das condições de conforto da ciclovia segundo RMSVA (Lima, 2020)

RMSVA (m/s^2)	Condição da infraestrutura cicloviária	Condição de conforto
0 < x < 1,930	Ótima	Extremamente Confortável
1,940 < x < 3,080	Boa	Confortável
3,090 < x < 3,990	Regular	Pouco Desconfortável
4,000 < x < 5,100	Ruim	Desconfortável
> 5,100	Péssima	Extremamente Desconfortável

3 RESULTADOS

3.1 Validação da Instrumentação no Trecho Experimental

3.1.1 Resultados da coleta de dados com o Merlin obtidos no trecho experimental

Na Figura 05 é exibido um gráfico de barras onde os valores positivos representam leituras de elevação e as barras negativas indicam leituras de depressão. Observa-se que a maior parte das leituras máximas, 25mm, tanto de aclive como de declive, encontra-se no último terço do levantamento, representado 88% das ocorrências. Isso acontece porque essa última parte do levantamento contém o pavimento em pedra tosca, que é naturalmente mais irregular que o pavimento de concreto asfáltico. No primeiro terço foram registradas apenas duas leituras máximas, totalizando 12% das ocorrências. No terço do meio não foi registrada ocorrência máxima, sendo este o trecho de perfil mais regular.

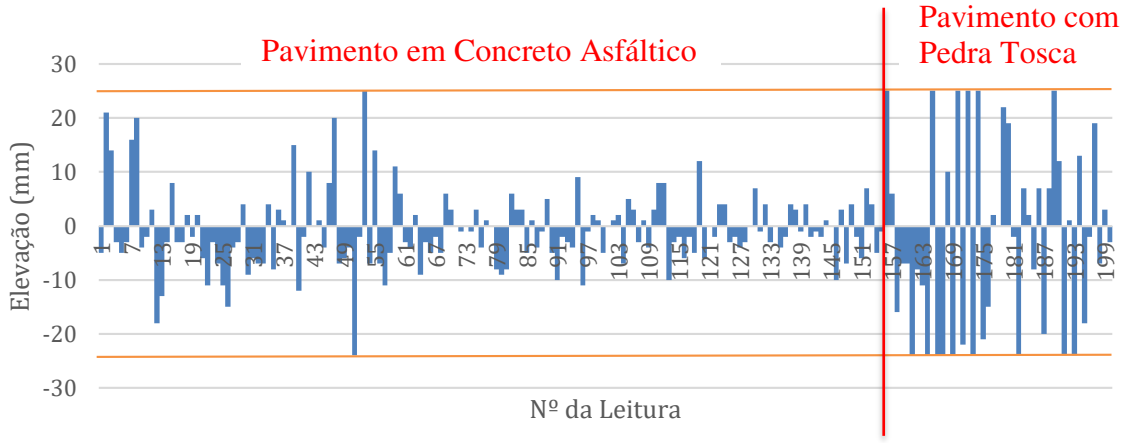


Figura 05 – Elevações (mm) obtidas com o uso do Merlin, trecho experimental Campus do Pici (UFC)

3.1.2 Resultados da coleta de dados com a bicicleta instrumentada obtidos no trecho experimental Campus do Pici (UFC)

A Figura 06 mostra o gráfico com os valores de aceleração vertical coletados no mesmo trecho avaliado durante o levantamento realizado com o uso do Merlin. Para minimizar o ruído, aplicou-se um filtro de média móvel para 3, 9 e 15 janelas, como mostrado na Figura 07. Ambos os instrumentos foram operados tentando manter a trajetória a mais semelhante possível, priorizando a segurança do operador. No caso da bicicleta, foi necessário desviar de um defeito no pavimento com severidade elevada, o que causou uma redução na velocidade no primeiro terço do percurso. Essa variação é evidenciada na Figura 08, que apresenta os dados de velocidade, com uma velocidade média de 20,51km/h e um desvio padrão de 4,09km/h.

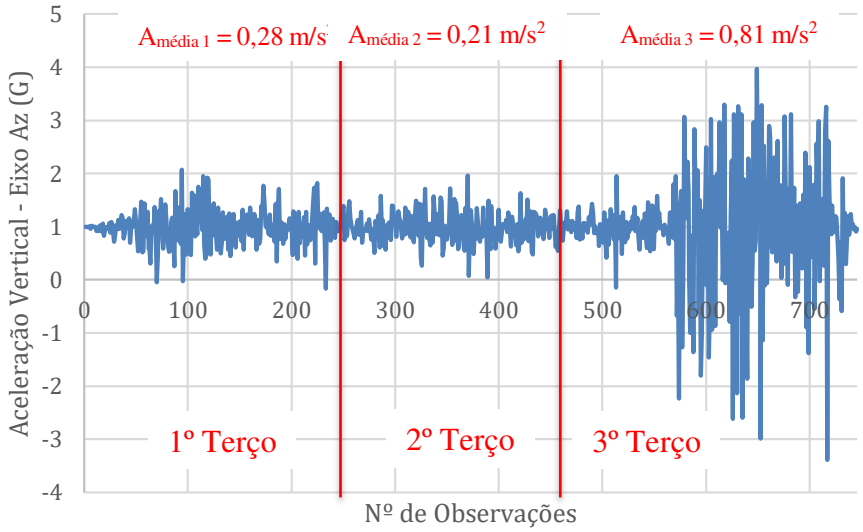


Figura 06 – Aceleração vertical sem aplicação de filtro – trecho experimental Campus do Pici (UFC)

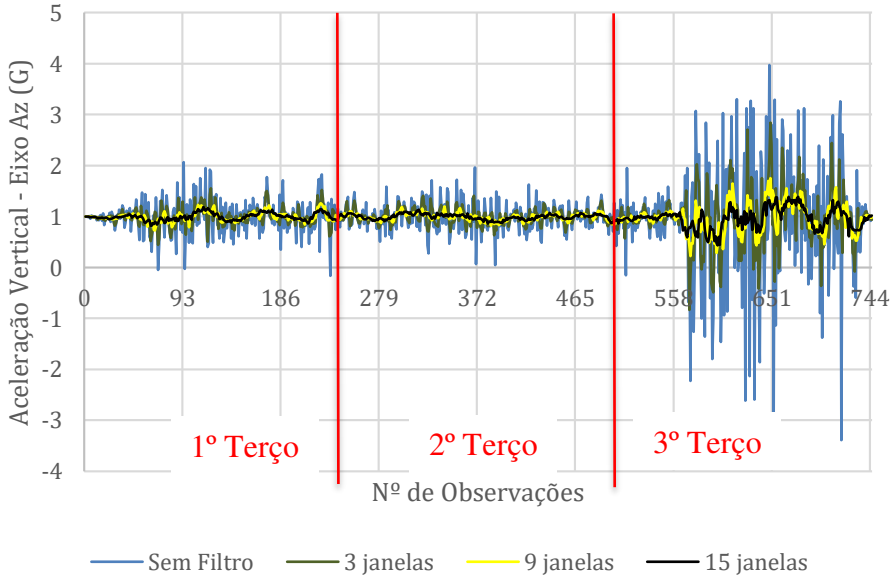


Figura 07 – Dispersão comparativa entre os dados de aceleração vertical com e sem aplicação do filtro de média móvel de 3, 9 e 15 janelas – trecho experimental Campus do Pici (UFC)

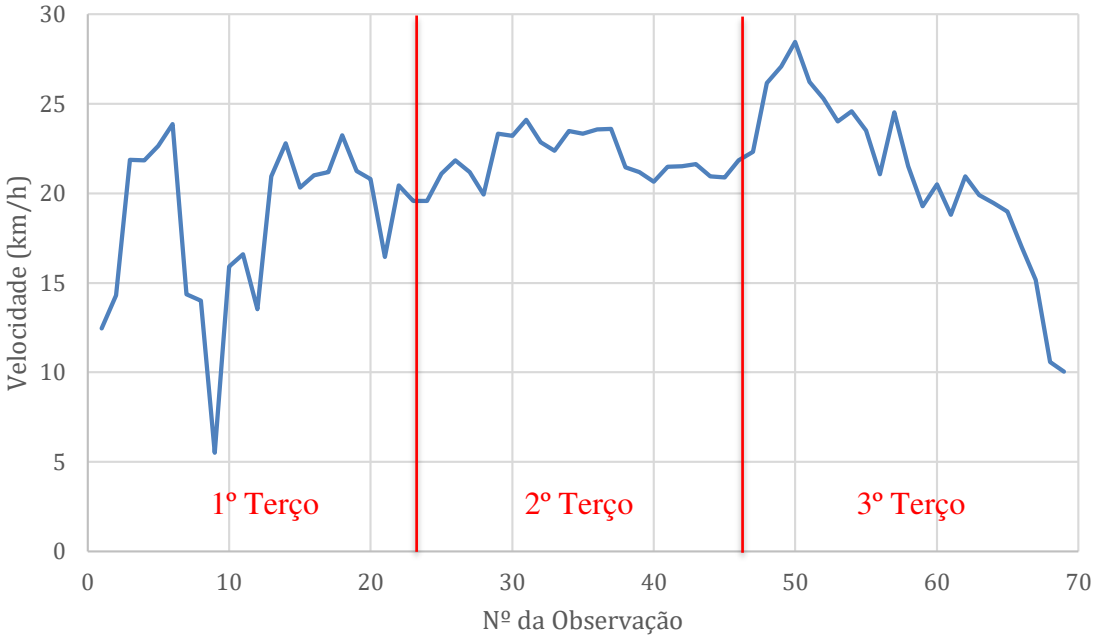


Figura 08 – Velocidade no trecho experimental no Campus do Pici (UFC)

Como mostrado na Figura 06, a aceleração vertical reflete o aumento da irregularidade observado no último terço do levantamento realizado com o acelerômetro, reproduzindo o comportamento encontrado durante o ensaio realizado com o uso do Merlin, conforme ilustrado na Figura 05. Esse resultado indica que a aparelhagem está captando os sinais de aceleração corretamente. No entanto, analisando visualmente o gráfico, não se observam alterações de amplitude (amplitude média de 0,28 m/s^2) no primeiro terço tão intensas (amplitude média de 0,81m/s^2), quanto no último terço da trajetória apesar do Merlin ter captado pontos de máxima medida.

Uma explicação para essa discrepância é apresentada na Figura 08, que indica a redução considerável de velocidade no primeiro terço do percurso. Segundo Ramos (2017), a velocidade influencia a amplitude dos sinais de aceleração coletados. Assim, espera-se que, no primeiro terço, que é mais irregular segundo o levantamento feito com o uso do Merlin, os sinais de aceleração sejam atenuados devido à menor velocidade. Isso sugere a necessidade de um controle mais rigoroso da velocidade durante o levantamento.

A análise da Figura 08 mostra que a aplicação do filtro de média móvel reduziu, para a aplicação com, respectivamente, 3, 9 e 15 janelas, em 46,8%, 70,6% e 77,2% a amplitude dos sinais. No comparativo entre os sinais, a partir da aplicação de cada filtro, observa-se que, com o aumento do número de janelas, a curva tende a se estabilizar, confirmando a eficácia do filtro na eliminação de ruídos. Contudo, o aumento das janelas também resulta em um atraso maior entre o sinal real e o filtrado, pois o sinal captado é cada vez mais influenciado pela média das observações anteriores.

3.2. Resultados da Coleta de Dados, com o Uso da Bicicleta Instrumentada, Obtidos no Trecho da Avenida Godofredo Maciel

A Figura 09 exibe o gráfico dos valores de aceleração vertical coletados ao longo de aproximadamente 6,44km na Avenida Godofredo Maciel. O gráfico inclui tanto os dados

brutos quanto após a aplicação do filtro de média móvel com 3, 9 e 15 janelas. O levantamento foi conduzido com velocidade média de 20,13km/h e desvio padrão de 3,08km/h.

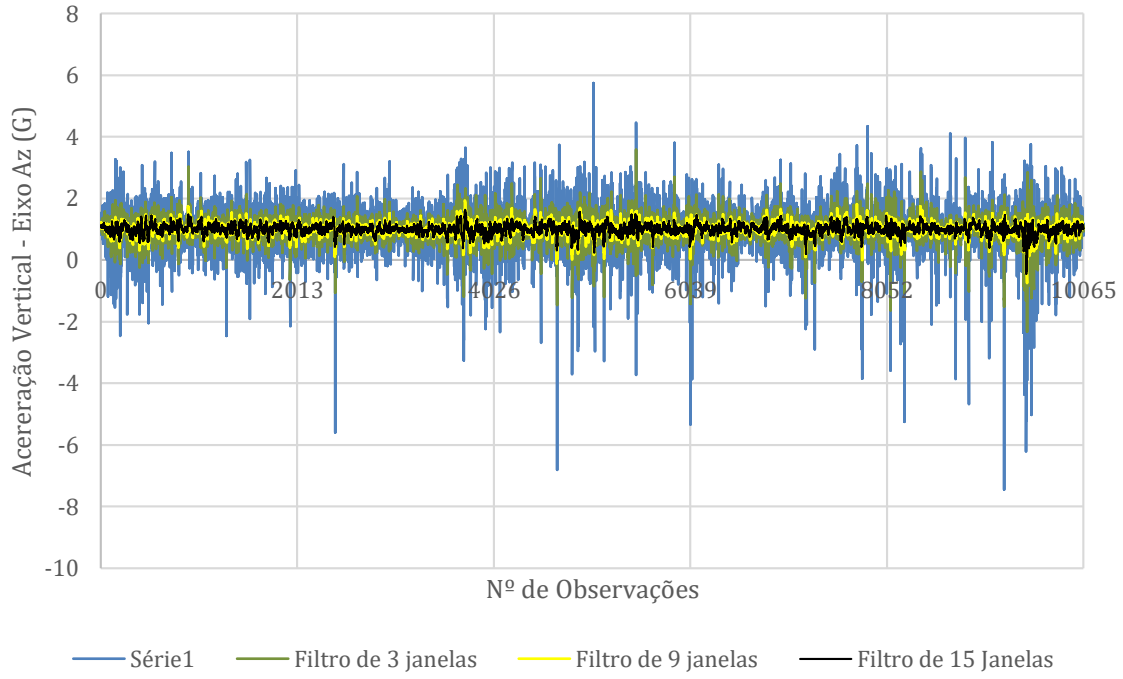


Figura 09 – Dispersão comparativa entre os dados de aceleração vertical com e sem a aplicação do filtro de média móvel de 3, 9 e 15 janelas – Avenida Godofredo Maciel

Na Tabela 03 são apresentados os resultados de RMSVA obtidos a partir dos dados brutos (sem filtro). Além disso, também estão listados os valores resultantes a partir da aplicação do filtro de média móvel para diferentes quantidades de janelas, juntamente com a classificação dos pavimentos de acordo com os critérios da ISO 2631-1 (2006) e aqueles propostos por Lima (2020).

Tabela 03 – Conceituação dos pavimentos segundo critérios de RMSVA estabelecidos pela ISO 2631-1 (2006) e por Lima (2020)

Tipo de Filtro	RMSVA (m/s²)	Conceito Conforto ISO 2631-1 (1997)	Conceito Conforto Lima (2020)
Sem filtro	6,98	Extremamente Desconfortável	Péssimo
Com filtro de 3 janelas	3,71	Extremamente Desconfortável	Regular
Com filtro de 9 janelas	2,05	Muito Desconfortável	Bom
Com filtro de 15 janelas	1,59	Desconfortável	Ótimo

Como pode ser observado, os resultados segundo os critérios da norma ISO 2631-1 e por Lima (2020), apresentam resultados divergentes quanto a avaliação da via. Isso pode ser devido ao fato de que um método que se aplica a outro modo de transporte, no caso, o coletivo, não se aplica à avaliação de conforto de infraestrutura cicloviária, uma vez que o usuário está submetido a vibração de um veículo muito diferente de uma bicicleta.

No que diz respeito à aplicação do filtro de média móvel, as observações feitas no item "3.1.2" são mantidas. No entanto, neste contexto, a aplicação do filtro de média móvel altera, significativamente, a classificação do trecho com relação ao conforto de acordo com os critérios de RMSVA, tanto segundo a norma ISO 2631-1, como segundo Lima (2020). Essa mudança é esperada, pois a redução de ruído diminui a amplitude dos sinais de aceleração vertical. Assim, torna-se necessário reavaliar a quantidade ideal de janelas para o uso do filtro de média móvel.

Ramos (2017) e Lima (2020) utilizaram, respectivamente, filtros de média móvel de 5 e 20 janelas, sem explicar claramente o motivo dessa escolha. Nos levantamentos realizados tanto no trecho experimental do Campus do Pici (UFC) quanto na Av. Godofredo Maciel, observou-se a estabilização dos sinais com um número de janelas inferior (a partir de 15), número dentro do intervalo dos valores utilizados por Ramos (2017) e Lima (2020), indicando que os resultados estão coerentes com a literatura levantada para embasamento do presente trabalho.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa, foi proposto um método para diagnosticar as condições de conforto da infraestrutura cicloviária utilizando o parâmetro RMSVA, que apresenta uma correlação diretamente proporcional ao parâmetro IRI. Para tanto, foi utilizado um protótipo de dispositivo que emprega um acelerômetro, controlado por uma placa ESP32, demonstrando sua viabilidade para essa análise. Dessa forma, foi possível desenvolver um equipamento de baixo custo para avaliar as condições de conforto das ciclovias.

Utilizando um instrumento de eficácia comprovada, o Merlin, foi possível observar que as amplitudes dos sinais digitais captados pelo acelerômetro refletiam os aclives e declives identificados com o uso do Merlin. No entanto, verificou-se que a velocidade influencia essas amplitudes, confirmando os resultados obtidos por Ramos (2017). Assim, para melhorar a precisão do equipamento proposto para o diagnóstico, é essencial manter uma velocidade constante ao percorrer o trecho analisado. Além disso, foi realizado um breve estudo sobre o comportamento dos sinais captados pelo acelerômetro ao serem submetidos a filtros de média móvel com diferentes tamanhos de janela. Observou-se que os sinais, para as amostras estudadas, começam a se estabilizar a partir de 15 janelas.

Em seguida, foi realizada a análise de um trecho urbano na Avenida. Godofredo Maciel, de aproximadamente 6,44km. A coleta dos dados foi realizada com o uso de uma bicicleta instrumentada com os dispositivos propostos. Isso permitiu avaliar a qualidade da ciclovia com base no RMSVA. Observou-se que os valores desse parâmetro variam conforme o número de janelas adotadas no filtro de média móvel. Ao variar o número de janelas de 3 para 9 e depois para 15, os valores de RMSVA variaram de 3,71 a 1,58m/s². Com isso, a classificação da qualidade da via, segundo Lima (2020), variou de regular para ótimo. Essa inconsistência destaca a necessidade de um estudo mais minucioso com a finalidade de encontrar um ajuste mais adequado para a calibração do filtro de média móvel.

Para estudos futuros, sugere-se investigar qual seria o número de janelas mais adequado para o tratamento dos dados coletados com este equipamento ao aplicar o filtro de média móvel, além de explorar o uso de outros tipos de filtros, como o filtro de Kalman, também proposto por Ramos (2017). O filtro de média móvel apresenta limitações, como o atraso do sinal,

devido ao fato de que os resultados posteriores da série de dados são afetados pelos dados anteriores. Essa desvantagem não ocorre com a aplicação do filtro de Kalman.

Além disso, seria importante investigar o impacto da velocidade na captação dos sinais de aceleração vertical. A partir deste estudo, seria possível realizar ajustes nos sinais de aceleração com base em equações que incluam a velocidade como variável. Isso facilitaria os levantamentos realizados com o uso da bicicleta, pois não seria mais necessário manter uma velocidade constante. Como alternativa para avaliar o impacto da variação de velocidade nos sinais de aceleração, é pertinente usar outros tipos de equipamentos que facilitem a manutenção da velocidade constante durante os levantamentos. Por exemplo, poderia ser utilizada uma bicicleta elétrica, que permite um controle de velocidade mais preciso em comparação com uma bicicleta de tração exclusivamente humana.

5 REFERÊNCIAS

BISCONSINI, D.R. **Avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos com dados coletados por smartphones**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2016.

BRASIL. **Lei da Mobilidade Urbana**. Lei n. 12.587, de 03 de jan. 2012.

CUNDILL, M. A. **The MERLIN Road Roughness Machine: User Guide**. TRL Report 229. London. 1996.

LIMA, A.D T. N. **Avaliação do conforto em infraestruturas cicloviárias com base em irregularidade longitudinal, vibrações medidas por smartphones e percepções dos ciclistas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2020.

NUÑEZ, J. Y.M. **Estresse fisiológico dos ciclistas e planejamento e avaliação de redes cicloviárias**. 2018. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2018.

PMF (2015) **Plano Diretor Cicloviário Integrado (PDCI)**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza.

PMF (2020) PASFOR – **Plano de Acessibilidade Sustentável de Fortaleza e sua área de influência (RT04 – Compreensão da Problemática – Diagnóstico).** Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza.

RAMOS, S.P. **Análise da viabilidade técnica dos levantamentos de baixo custo de perfil de irregularidade longitudinal de pavimento com o uso de acelerômetros controlados por Arduino auxiliado por bicicleta**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

POTENTIAL IMPACTS OF AUTOMATED VEHICLES ON SUSTAINABLE URBAN MOBILITY: A SYSTEM DYNAMICS APPROACH

C. A. Gortaire, A. N. Rodrigues da Silva

ABSTRACT

This study aims to describe and analyze the potential impacts of automated vehicles (AVs) on sustainable urban mobility, through qualitative system dynamics modeling. At first, the main system variables and interrelations were identified. Then, two causal loop diagrams (CLD) of the urban mobility system were created: (i) in the essential state of functionality and (ii) after AVs implementation. The analysis of the CLDs revealed that the system components are highly interconnected. It also showed that actions focused on specific variables can have counterintuitive effects. The model's outcomes enable the identification of the impacts of policies and actions throughout the system and in different sustainability domains. This information can support the process of planning and building sustainable urban mobility.

1 INTRODUCTION

The world experiences demographic changes, like urbanization and an aging population (United Nations, 2012, 2023). In addition, our transportation systems are inefficient, costly, and contribute to fatalities and disabilities (Mozos-Blanco *et al*., 2018; Rodrigues da Silva *et al*., 2008; World Health Organization, 2018). The topic of sustainable urban mobility has been widely researched to address these challenges. A number of authors have identified the positive impacts of promoting social inclusion and balanced urban development, and have also emphasized the crucial role of urban mobility in creating sustainable cities (Banister, 2008; Miranda and Rodrigues da Silva, 2012). Therefore, many studies seek to present actions to promote sustainable mobility. Few, efficient, and clean motorized traffic and intense use of public transport, walking, and cycling are among the proposed ideals (Banister, 2011; Hickman *et al*., 2013).

With new forms of transport, such as automated vehicles (AVs), sustainable urban mobility becomes more or less distant from reality. AVs are defined as vehicles that have some level of automation to assist or replace human control (Narayanan *et al*., 2020). As AVs become more prevalent, there are concerns regarding their benefits and unintended consequences. Therefore, it is important to study what they are and their impacts on sustainable urban mobility. Several researchers seek to explain these impacts through a linear cause-and-effect methodology, but there is a lack of studies considering the dynamics in urban mobility systems. In that case, a methodology called System Dynamics (SD) based on Causal Loop

Diagrams (CLD) applies (Forrester, 1961). This method studies dynamic behavior in complex systems and helps clarify connections between system components (Lara *et al*., 2023). SD offers practical solutions for managing and controlling transport systems. Hence, the proposed research investigates the relationships between urban mobility variables, aiming at describing and analyzing the potential impacts of AVs on sustainable urban mobility, through qualitative system dynamics modeling. This study aims to answer the following questions: What are the main variables related to urban mobility systems? What are the relationships between urban mobility variables in their essential state of functionality? What variables are added and/or affected when AVs are implemented? How is the sustainability of the system affected when AVs are implemented?

2 THEORETICAL BACKGROUND

In this section, we provide a brief literature review on (a) urban mobility and sustainability and (b) automated vehicles and their impacts. In general, our transportation systems are inefficient, costly, and detrimental to health and the environment (Mozos-Blanco *et al*., 2018; Rodrigues da Silva *et al*., 2008; World Health Organization, 2018). The balance between improving mobility and reducing the negative impacts of transport, such as congestion, emissions, and noise, is crucial (Brůhová Foltýnová *et al*., 2018). To address these problems, the livability of urban regions needs to be assured by sustainable mobility, as it promotes social inclusion and balanced urban development (Miranda and Rodrigues da Silva, 2012; Mozos-Blanco *et al*., 2018). Woodcock *et al*. (2007), Banister (2011), and Hickman *et al*. (2013) emphasize other important aspects of sustainable mobility. Identifying and assessing the impact of automated vehicles on sustainable urban mobility is one avenue of research on this topic. However, as urban mobility systems are complex and characterized by emergent behavior resulting from the interaction among its parts (Hjorth and Bagheri, 2006), their essential variables must be identified, as presented in Table 1.

Narayanan *et al*. (2020) define automated vehicles as vehicles that have some level of automation to assist or replace human control. SAE (Society of Automotive Engineers, 2021) defines six levels of automation in vehicles. At levels 0, 1, and 2, there are only driver support features, and the driver must constantly supervise them. Steering, braking, and accelerating are still needed to maintain safety. At levels 3, 4, and 5, there are automated driving features, but the driver will only possibly be asked to drive at level 3. In this research, we concentrate on the automation of levels 4 and 5 only, which are the fully automated vehicles (Schellekens, 2022). This is justified by the greater potential influence that full automation is assumed to have on travel behavior (Stephens *et al*., 2016).

According to Karbasi and O'Hern (2022), the elimination of human error in driving is a significant factor in the potential for AVs to reduce the number of crashes. On public health, Milakis *et al*. (2017) point out advantages (traffic safety enhancements, lower traffic noise, and lower emissions) and disadvantages (decreased levels of physical activity). AVs applying the platooning technique (i.e., multiple vehicles closely following one another) enable an increase in traffic flow and road capacity (Faisal *et al*., 2019; Fernandes and Nunes, 2012; Talebpour and Mahmassani, 2016). However, the benefits of increased road capacity may be reduced by the generated travel demand and subsequent congestion delays (Fagnant and Kockelman, 2015; Milakis *et al*., 2017). The substitution of driving for productive or leisure activities can result in a reduction in the perceived value-of-travel-time (VOTT) (Taiebat *et al*., 2018; Zhong *et al*., 2020). Changes in time spent driving are also extensively

discussed (Fernandes and Nunes, 2012; Smith, 2012), including the counter effects of increased vehicle demand because of enhanced road capacity (Milakis *et al*., 2017).

Table 1 Key variables of urban mobility systems

Variables	References
Active and public transport policies, Private motorized transport policies	Banister (2008), Basu and Ferreira (2021b), Chester *et al*. (2010), Menezes *et al*. (2017), Willson and Shoup (1990), Woodcock *et al*. (2007, 2009)
Active and public travel demand, Private motorized travel demand	Banister (2011), Basu and Ferreira (2021b, 2021a), Clements and Kockelman (2017), Fagnant and Kockelman (2015), Foster *et al*. (2010), Poudenx (2008), Smith (2012), Taiebat *et al*. (2018), Woodcock *et al*. (2009)
Private motorized infrastructure investments, Urban sprawl	Banister (2008), Chester *et al*. (2010), Clements and Kockelman (2017), Duarte and Ratti (2018), Milakis *et al*. (2017), Smith (2012), Woodcock *et al*. (2007)
Environmental issues, Fuel consumption	Barth and Boriboonsomsin (2009), Clements and Kockelman (2017), Fagnant and Kockelman (2015), Menezes *et al*. (2017), Mozos-Blanco *et al*. (2018), Smith (2012), Taiebat *et al*. (2018)
Use of information and communication technologies	Barth and Boriboonsomsin (2009), Frey and Osborne (2017), Taiebat *et al*. (2018)
Travel costs, Employment	Frey and Osborne (2017), Mozos-Blanco *et al*. (2018)
Value of travel time, Health issues, Safety, Societal gains/Quality of life, Access to transport, Traffic accidents	Clements and Kockelman (2017), Crayton and Meier (2017), Fagnant and Kockelman (2015), Fernandes and Nunes (2012), Krzyzanowski *et al*. (2005), Mozos-Blanco *et al*. (2018), Smith (2012), Tientrakool *et al*. (2011), Wadud *et al*. (2016), Weil (2014), Woodcock *et al*. (2009), Karbasi and O'Hern (2022), Zhong *et al*. (2020)
Human errors in driving, Travel comfort, Traffic flow stability/Platooning, Private motorized ownership, Travel time, Travel distance, Traffic congestion	Banister (2011), Basu and Ferreira (2021a), Clements and Kockelman (2017), Crayton and Meier (2017), Duarte and Ratti (2018), Fagnant and Kockelman (2015), Faisal *et al*. (2019), Fernandes and Nunes (2012), Menezes *et al*. (2017), Milakis *et al*. (2017), Moradi and Vagnoni (2018), Mozos-Blanco *et al*. (2018), Poudenx (2008), Smith (2012), Taiebat *et al*. (2018), Wadud *et al*. (2016), Woodcock *et al*. (2007)

Automated vehicles are believed to lower transportation costs because of enhanced efficiency of traffic flow and lower effort, time, and money needed to travel (Bagloee *et al*., 2016; Milakis *et al*., 2017; Smith, 2012). An important aspect to consider is that AVs could mean a reduction in the costs related to driver salaries (Wadud, 2017). AVs driving efficiency could cause millions of individuals currently employed in building, driving, and maintaining conventional vehicles to lose their employment (Crayton and Meier, 2017). On the other hand, AVs implementation could create new jobs in hardware and software technology, fleet management, and services (Milakis *et al*., 2017; Taiebat *et al*., 2018). Many studies report that AVs offer increased mobility and accessibility to social groups that are unable to own or drive a vehicle, which would increase the number of vehicles on the road (Duarte and Ratti, 2018; Fagnant and Kockelman, 2015; Harper *et al*., 2016; Smith, 2012).

Platooning could yield emissions reductions and higher energy efficiency (Fernandes and Nunes, 2012; Taiebat *et al*., 2018). Also, with the improvement of traffic flow and decrease in traffic accidents caused by AVs, energy wasted by congestion may be reduced (Wadud *et al*., 2016). However, in the long term, increased travel demand may significantly offset automated vehicles' potential environmental benefits (Milakis *et al*., 2017). Most of the studies argue that automated driving may promote suburban sprawl by raising the acceptable commuting distance due to its lower time-cost (Clements and Kockelman, 2017; Duarte and Ratti, 2018; Smith, 2012; Soteropoulos *et al*., 2019). On public transport, inexpensive AVs could compete with transit systems, decreasing the number of mass transit users (Taiebat *et*

al., 2018). Also, the possible city sprawl that may happen due to AVs could decrease investments in public transportation, since they depend on density to be economically feasible. On the other hand, AVs could provide the last mile service for passengers, which could leverage transit (Duarte and Ratti, 2018).

After conducting a comprehensive literature review on the impacts of automated vehicles on urban mobility, it was possible to perceive several aspects in which their implementation could benefit or harm the sustainability of the system. However, the main perception is that such a complex theme is not satisfied by a linear cause-effect methodology. On the contrary, circular causation - i.e., a variable is both the cause and effect of another - can be observed. In this sense, there is a lack of studies that consider indirect and cumulative impacts. In this case, a methodology developed by Forrester (1961), called System Dynamics, applies.

3 METHOD

Given that urban mobility systems are complex and dynamic in space and time, the application of system dynamics (SD) approaches is advantageous. SD is a simulation methodology and thinking model developed to support the study of dynamic behavior in complex systems. SD is based on Causal Loop Diagrams (CLD), which is a helpful graphic tool to clarify connections between components of a system (Hjorth and Bagheri, 2006). The CLD consists of variables connected by arrows and a sign denoting the causal influences among them. When the growth in one variable (cause) produces an increase in another variable (effect), that is, when they are directly proportional, the causal relationship between them is positive. When the variables are inversely proportional, their causal relationship is negative (Lara and Rodrigues da Silva, 2021). The CLD model offers important information about the system, including feedback loops, which are a closed chain of causes and effects (Wang *et al*., 2008). A balancing feedback loop is characterized by an odd number of links with the negative polarity, while a reinforcing feedback loop is characterized by zero or an even number of links with the negative polarity. Balancing loops lead to stabilization and reinforcing loops lead to exponential growth (Lara *et al*., 2023).

Based on the literature review presented in Section 2, we created two CLDs to describe the dynamics involved in an urban mobility system in its essential state of functionality and after AVs implementation. The method follows these steps:

1. Identification of variables related to urban mobility systems through a literature review.
2. Aggregation of variables, definition of variables subsystems, and formulation of cause-and-effect relationships.
3. Qualitative modeling describing the system in the essential state of functionality (creation of CLD) and definition of feedback loops.
4. Identification of the direct impacts of AVs implementation in the literature review.
5. Qualitative modeling of the system after AVs implementation (expansion of the CLD) and definition of new feedback loops.
6. Categorization of variables according to domains of sustainable urban mobility.

The proposed method provided an in-depth understanding of the dynamics involved in the system. This made it possible to identify impacts of decision-making processes that might run counterintuitively, intensifying malfunctions of the system.

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

At first, we identified variables related to urban mobility systems, which resulted in 24 key variables. In the sequence, we divided the urban mobility system into 8 subsystems, partially following Lara and Rodrigues da Silva (2021): *Institutional*, *Social*, *Economic*, *Environment*, *Infrastructure*, *Technology*, *Demand* and *Transport mode* (see Table 2).

Table 2 Urban mobility subsystems and their corresponding variables

Subsystems	Variables
Institutional	Active and public transport policies, Private motorized transport policies
Social	Value of travel time, Health issues, Safety, Societal gains/Quality of life, Access to transport, Traffic accidents
Economic	Travel costs, Employment
Environment	Environmental issues, Fuel consumption
Infrastructure	Private motorized infrastructure investments, Urban sprawl
Technology	Use of information and communication technologies
Demand	Active and public travel demand, Private motorized travel demand
Transport mode	Human errors in driving, Travel comfort, Traffic flow stability/Platooning, Private motorized ownership, Travel time, Travel distance, Traffic congestion

From the chosen variables, we established cause-and-effect relationships, which can be seen in the qualitative models we created to represent the urban mobility system under two different scenarios: in the essential state of functionality and after AVs implementation. The essential state of functionality corresponds to the typical state of the system on a day-to-day basis. In this scenario, 4 feedback loops were indicated, as follows: 3 are reinforcing (R1 to R3) and 1 is balancing (B1). The CLD and its feedback loops are depicted in Figure 1. The reinforcing and balancing feedback loops correspond to the following relations:

(R1) TRAVEL COSTS $\xrightarrow{-}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT POLICIES $\xrightarrow{-}$ TRAVEL COSTS

(R2) ACTIVE AND PUBLIC TRANSPORT POLICIES $\xrightarrow{-}$ PRIVATE MOTORIZED OWNERSHIP $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{-}$ ACTIVE AND PUBLIC TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{+}$ ACTIVE AND PUBLIC TRANSPORT POLICIES

(R3) PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT POLICIES $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED OWNERSHIP $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT POLICIES

(B1) TRAVEL TIME $\xrightarrow{+}$ FUEL CONSUMPTION $\xrightarrow{+}$ ENVIRONMENTAL ISSUES $\xrightarrow{+}$ VALUE OF TRAVEL TIME $\xrightarrow{-}$ TRAVEL DISTANCE $\xrightarrow{+}$ TRAVEL TIME

In reinforcing loop R1, an increase in Travel costs decreases Private motorized travel demand, which decreases Private motorized transport policies, increasing Travel costs. Therefore, Travel costs experience exponential growth, which characterizes a reinforcing feedback loop. The interpretation of the other loops follows a similar logic.

Policies directed to active and public or private motorized transport (the *Institutional* subsystem) can directly affect variables from the *Transport mode*, *Infrastructure*, *Economic*, and *Demand* subsystems. For instance, the *Institutional* subsystem can make the *Demand* subsystem variables have exponential growth or decrease (feedback loops R2 and R3). The importance of the *Demand* subsystem is also noted because its variables are the ones that most affect and are affected by the others. Measures to improve Societal gains/Quality of life must focus on variables from the *Economic*, *Environment*, *Transport mode* and *Social*

subsystems, since they are the ones that directly affect the Societal gains/Quality of life variable. It is also clear from the CLD that several measures taken regarding urban mobility can have counterintuitive effects. For example, in B1, a decrease in Travel time ultimately causes an increase in Travel distance, which increases Travel time.

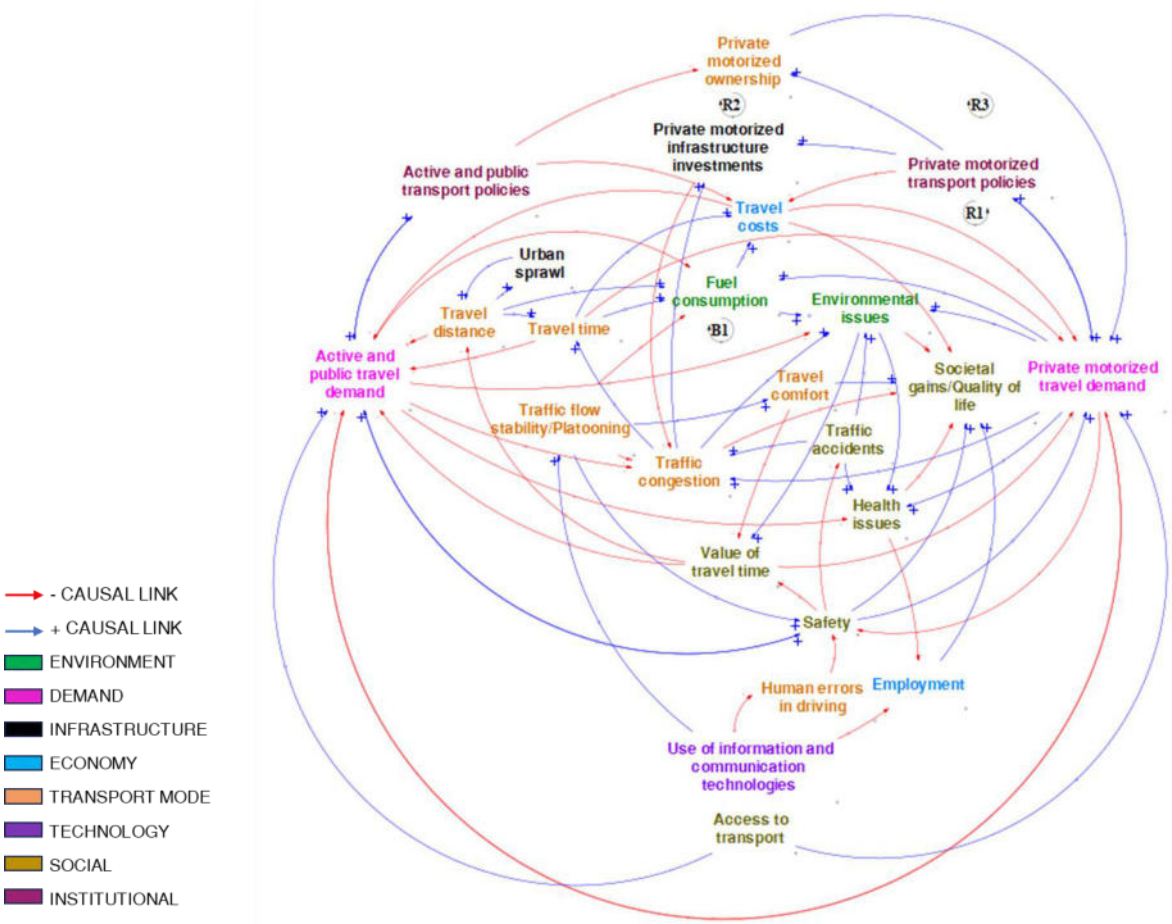


Fig. 1 Causal loop diagram for urban mobility system in its essential state of functionality

We expanded the CLD previously created to represent the system after AVs implementation. However, to determine the variables that would emerge as well as the system variables that would be directly impacted, we conducted a literature review to identify direct impacts of AVs implementation. As a result, 10 new variables were selected: Automation failure, Parking needs, Parking space used for other activities, Possibility to perform activities other than driving, Larger vehicles, Last mile service for passengers, Travel speeds, Vehicle weight, Use of information and communication devices, and AVs implementation. Thus, a CLD representing the system after AVs implementation was built. In this scenario, two feedback loops were indicated, one of which is reinforcing (Ri1) and the other is balancing (Bi1). The expanded CLD and its feedback loops are depicted in Figure 2.

The variables Travel costs, Travel time and Access to transport were transformed in this CLD into Private motorized travel costs, Private motorized travel time and Access to private motorized transport. This transformation was necessary because the direct impacts of AV implementation found in the literature review occur specifically on Private motorized travel costs. The literature review did not cover the impacts that AVs have on Travel costs in general. The same situation occurred with the variables Travel time and Access to transport.

In addition, the Employment variable was subdivided into Transport employment and Technology employment. This was necessary due to the opposition between the impacts AVs have on technology employment and transport employment.

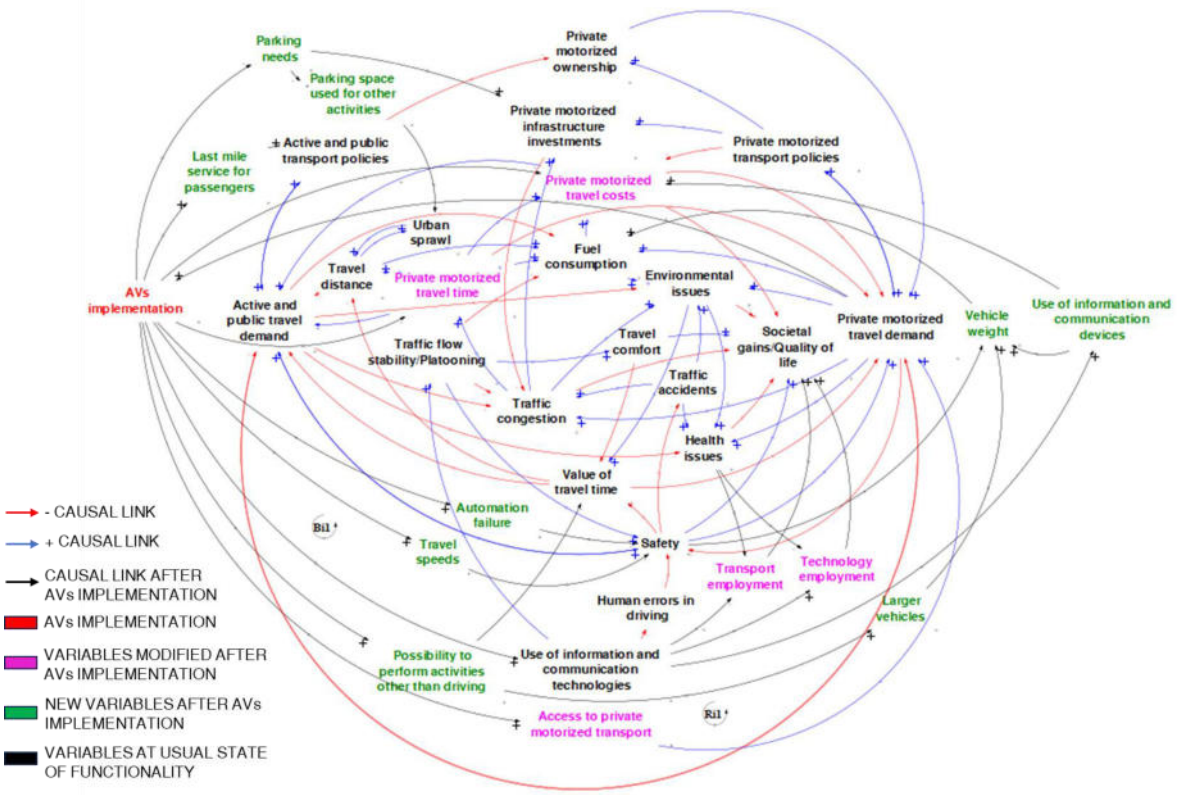


Fig. 2 Causal loop diagram for urban mobility system after AVs implementation

The reinforcing and balancing feedback loops correspond to the following relations:

(Ri1) ACCESS TO PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{+}$ AVS IMPLEMENTATION $\xrightarrow{+}$ ACCESS TO PRIVATE MOTORIZED TRANSPORT

(Bi1) AVS IMPLEMENTATION $\xrightarrow{+}$ USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES $\xrightarrow{+}$ USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION DEVICES $\xrightarrow{+}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL COSTS $\xrightarrow{-}$ PRIVATE MOTORIZED TRAVEL DEMAND $\xrightarrow{+}$ AVS IMPLEMENTATION

To better interpret and observe aspects related to sustainability in the model, a categorization created by Costa (2008) was used. The study resulted in the creation of the Sustainable Urban Mobility Index (I_SUM or, in Portuguese, IMUS). This tool serves to diagnose and monitor sustainable urban mobility. The index framework is divided into nine main domains: *Accessibility*, *Urban Transport Systems*, *Urban Circulation and Traffic*, *Integrated Planning*, *Non-Motorized Modes*, *Transport Infrastructure*, *Political Aspects*, *Social Aspects*, and *Environmental Aspects*. The categorization of variables according to the aforementioned domains is presented in Table 3. Based on this categorization, it is possible to interpret the CDL with greater emphasis on variables within the domains of sustainable urban mobility. For instance, it is possible to see that the two variables that compose the *Accessibility* domain are directly impacted by AVs implementation (see Ri1 and Bi1). According to the literature review, the value of Private motorized travel costs decreases as AVs implementation increases and Access to private motorized transport increases as AVs implementation increases. However, the model manages to illustrate that the indirect effects

of implementing AVs can offset the direct ones. The decrease in Private motorized travel costs, for example, can be attenuated or even canceled out by the increase in the Use of information and communication technologies that would occur with the increase in AVs implementation (as Bi1 shows).

Table 3 Variables and their respective domains of sustainable urban mobility

Domains	Variables
Accessibility	Private motorized travel costs
	Access to private motorized transport
Urban transport systems	Active and public travel demand
Urban circulation and traffic	Traffic congestion
	Traffic accidents
	Travel speeds
Integrated planning	Urban sprawl
Non-motorized modes	Active and public travel demand
Transport infrastructure	Private motorized infrastructure investments
	Parking needs
Political aspects	Active and public transport policies
	Private motorized transport policies
Social aspects	Societal gains/Quality of life
Environmental aspects	Fuel consumption
	Environmental issues

Some studies (Faisal *et al*., 2019; Fernandes and Nunes, 2012; Wadud *et al*., 2016) indicate that AVs implementation with platooning features may significantly increase road capacity (in this study, represented by the variable Traffic congestion). The CLD shows that the Traffic flow stability/Platooning variable has the power to reduce Traffic congestion. However, the studies disregard the possibility shown in the model that the reduction in Traffic congestion ultimately increases Private motorized travel demand, which would end up increasing Traffic congestion. This possibility is consistent with other studies (Fagnant and Kockelman, 2015; Milakis *et al*., 2017).

Finally, the comparison between the two diagrams showed that some variable connections are modified with the implementation of AVs. The variable Private motorized infrastructure investments, which is part of the *Transport infrastructure* domain, is affected by the new connection with the variable Parking needs. In another example, the variable Fuel consumption, part of the *Environmental aspects* domain, is affected by the new connection with the variable Vehicle weight. Actions focused on specific variables can have counterintuitive effects. For instance, an increase in Safety may lead to an increase in Private motorized travel demand, which could ultimately reduce Safety. These results suggest that data obtained using qualitative system dynamics modeling may provide sensitive information for assessing the potential impacts of AVs on sustainable urban mobility.

5 CONCLUSIONS

Urban mobility systems are complex and have emergent behavior that results from the interaction of their components. It is not possible to fragment such a system without losing its identity (Hjorth and Bagheri, 2006). However, most of the studies we found do not consider indirect and cumulative impacts, analyzing only one effect at a time (Bagloee *et al*., 2016; Fagnant and Kockelman, 2015; Harper *et al*., 2016; Smith, 2012). Through qualitative system dynamics modeling, this study investigated the relationships between urban mobility variables, aiming at describing and analyzing the potential impacts of AVs on sustainable

urban mobility. To do this, two CLDs were created to describe the dynamics of the urban mobility system in its essential state of functionality and after AVs implementation. In addition, we divided the urban mobility variables into eight subsystems: *Institutional*, *Social*, *Economic*, *Environment*, *Infrastructure*, *Technology*, *Demand* and *Transport mode*. Furthermore, the following 9 domains of sustainable urban mobility were used to identify which system variables were most related to sustainability: *Accessibility*, *Urban transport systems*, *Urban circulation and traffic*, *Integrated planning*, *Non-motorized modes*, *Transport infrastructure*, *Political aspects*, *Social aspects*, and *Environmental aspects*.

The CLDs analysis showed the importance of the *Demand* subsystem since its variables (i.e., Active and public travel demand and Private motorized travel demand) are the ones that most affect and are affected by the others. The models demonstrate how the *Institutional* subsystem (which is represented by the variables Active and public transport policies and Private motorized transport policies) can cause exponential growth or decline in the *Demand* subsystem. The comparison between the two CLDs also showed that the connections of some variables are modified with AVs implementation. The variable Value of travel time, for example, is directly affected by the new connection with the variable Possibility to perform activities other than driving. It is also noted that actions focused on specific variables can have counterintuitive effects. For instance, an increase in Safety may lead to an increase in Private motorized travel demand, which could ultimately reduce Safety.

These findings extend those of Narayanan *et al*. (2020) and Taiebat *et al*. (2018) as they take the rebound effect into account and surpass the analysis through impact categorization. The study showed how the components of the urban mobility system are highly connected. This connection justifies the use of the proposed method, which uses qualitative models to give an in-depth understanding of the system dynamics. The model's outcomes enable the identification of impacts of policies and actions throughout the system and in the different sustainability domains. Policy implications, such as infrastructure investments, congestion management, and environmental regulations, are related to the domains of *Transport infrastructure*, *Urban circulation and traffic*, and *Environmental aspects*, respectively. This information can support the process of planning and building sustainable urban mobility. Lastly, this is the first study to our knowledge to use qualitative system dynamics modeling to investigate the potential impacts of AVs on sustainable urban mobility.

However, some limitations are worth noting. The models only allow the analysis on the macro level of the system – they often simplify complex real-world systems into manageable components and relationships, overlooking certain nuances and interactions. For future work, we recommend evaluating the impacts of new forms of transport on sustainable urban mobility. This includes electric vehicles and shared mobility, which can be assessed independently or in combination with automated vehicles. Additionally, quantitative models based on stock and flow diagrams could be carried out.

6 ACKNOWLEDGMENT

This study was financed by the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development - CNPq (Grants 131548/2022-0 and 306548/2022-4). The authors also thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - CAPES (PrInt USP - Programa de Apoio a Missões Acadêmico/Cientificas no Exterior - PAME) for the financial support that allowed this study to be presented at the PLURIS 2024 Congress.

7 REFERENCES

Bagloee, S. A., Tavana, M., Asadi, M., and Oliver, T. (2016). Autonomous Vehicles: Challenges, Opportunities, and Future Implications for Transportation Policies. **Journal of Modern Transportation**, 24(4), 284–303.

Banister, D. (2008). The Sustainable Mobility Paradigm. **Transport Policy**, 15(2), 73–80.

Banister, D. (2011). Cities, Mobility and Climate Change. **Journal of Transport Geography**, 19(6), 1538–1546.

Barth, M., and Boriboonsomsin, K. (2009). Energy and Emissions Impacts of a Freeway-Based Dynamic Eco-Driving System. **Transportation Research Part D**, 14(6), 400–410.

Basu, R., and Ferreira, J. (2021a). Planning Car-lite Neighborhoods: Does Bikesharing Reduce Auto-Dependence? **Transportation Research Part D**, 92.

Basu, R., and Ferreira, J. (2021b). Sustainable Mobility in Auto-Dominated Metro Boston: Challenges and Opportunities Post-COVID-19. **Transport Policy**, 103, 197–210.

Brůhová Foltýnová, H., Attard, M., and Melo, S. (2018). Topical Collection on the Role of Planning Towards Sustainable Urban Mobility. **European Transport Research Review**, 10(2).

Chester, M., Horvath, A., and Madanat, S. (2010). Parking Infrastructure: Energy, Emissions, and Automobile Life-Cycle Environmental Accounting. **Environmental Research Letters**, 5(3).

Clements, L. M., and Kockelman, K. M. (2017). Economic Effects of Automated Vehicles. **Transportation Research Record**, 2606(1), 106–114.

Costa, M. S. (2008). **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Doctoral Thesis, São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos. Retrieved 2024-05-13, from www.teses.usp.br.

Crayton, T. J., and Meier, B. M. (2017). Autonomous Vehicles: Developing a Public Health Research Agenda to Frame the Future of Transportation Policy. **Journal of Transport and Health**, 6, 245–252.

Duarte, F., and Ratti, C. (2018). The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review. **Journal of Urban Technology**, 25(4), 3–18.

Fagnant, D. J., and Kockelman, K. (2015). Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations. **Transportation Research Part A**, 77, 167–181.

Faisal, A., Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., and Currie, G. (2019). Understanding Autonomous Vehicles: A Systematic Literature Review on Capability, Impact, Planning and Policy. **Journal of Transport and Land Use**, 12(1), 45–72.

Fernandes, P., and Nunes, U. (2012). Platooning with IVC-Enabled Autonomous Vehicles: Strategies to Mitigate Communication Delays, Improve Safety and Traffic Flow. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, 13(1), 91–106.

Forrester, J. W. (1961). **Industrial Dynamics**. MIT Press.

Foster, S., Giles-Corti, B., and Knuiman, M. (2010). Neighbourhood Design and Fear of Crime: A Social-Ecological Examination of the Correlates of Residents' Fear in New Suburban Housing Developments. **Health and Place**, 16(6), 1156–1165.

Frey, C. B., and Osborne, M. A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? **Technological Forecasting and Social Change**, 114.

Harper, C. D., Hendrickson, C. T., Mangones, S., and Samaras, C. (2016). Estimating Potential Increases in Travel with Autonomous Vehicles for the Non-Driving, Elderly and People with Travel-Restrictive Medical Conditions. **Transportation Research Part C**, 72, 1–9.

Hickman, R., Hall, P., and Banister, D. (2013). Planning More for Sustainable Mobility. **Journal of Transport Geography**, 33, 210–219.

Hjorth, P., and Bagheri, A. (2006). Navigating Towards Sustainable Development: A System Dynamics Approach. **Futures**, 38(1), 74–92.

Karbasi, A., and O'Hern, S. (2022). Investigating the Impact of Connected and Automated Vehicles on Signalized and Unsignalized Intersections Safety in Mixed Traffic. **Future Transportation**, 2, 24–40.

Krzyzanowski, M., Kuna-Dibbert, B., and Schneider, J. (2005). Health Effects of Transport-Related Air Pollution. **World Health Organization**.

Lara, D. V. R., Pfaffenbichler, P., and Rodrigues da Silva, A. N. (2023). Modeling the Resilience of Urban Mobility when Exposed to the COVID-19 Pandemic: A Qualitative System Dynamics Approach. **Sustainable Cities and Society**, 91.

Lara, D. V. R., and Rodrigues da Silva, A. N. (2021). Resilience of Urban Mobility Systems: Combining Urban Subsystems and Threats with a System Dynamics Approach. In B. and M. S. and G. C. and B. I. and T. D. and A. B. O. and R. A. M. A. C. and T. E. and T. C. M. Gervasi Osvaldo and Murgante (Ed.), **Computational Science and Its Applications – ICCSA**, 93–108.

Menezes, E., Maia, A. G., and de Carvalho, C. S. (2017). Effectiveness of Low-Carbon Development Strategies: Evaluation of Policy Scenarios for the Urban Transport Sector in a Brazilian Megacity. **Technological Forecasting and Social Change**, 114, 226–241.

Milakis, D., Van Arem, B., and Van Wee, B. (2017). Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research. **Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations**, 21(4), 324–348.

Miranda, H. de F., and Rodrigues da Silva, A. N. (2012). Benchmarking Sustainable Urban Mobility: The Case of Curitiba, Brazil. **Transport Policy**, 21, 141–151.

Moradi, A., and Vagnoni, E. (2018). A Multi-Level Perspective Analysis of Urban Mobility System Dynamics: What are the Future Transition Pathways? **Technological Forecasting and Social Change**, 126, 231–243.

Mozos-Blanco, M. Á., Pozo-Menéndez, E., Arce-Ruiz, R., and Baucells-Aletà, N. (2018). The Way to Sustainable Mobility. A Comparative Analysis of Sustainable Mobility Plans in Spain. **Transport Policy**, 72, 45–54.

Narayanan, S., Chaniotakis, E., and Antoniou, C. (2020). Shared Autonomous Vehicle Services: A Comprehensive Review. **Transportation Research Part C**, 111, 255–293.

Poudenx, P. (2008). The Effect of Transportation Policies on Energy Consumption and Greenhouse Gas Emission from Urban Passenger Transportation. **Transportation Research Part A**, 42(6), 901–909.

Rodrigues da Silva, A. N., Costa, M. S., and Macedo, M. H. (2008). Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. **Transport Policy**, 15(6), 350–360.

Schellekens, M. (2022). Human-Machine Interaction in Self-Driving Vehicles: A Perspective on Product Liability. **International Journal of Law and Information Technology**, 30(2), 233–248.

Smith, B. W. (2012). Managing Autonomous Transportation Demand. **Santa Clara Law Review**, 52(4).

Society of Automotive Engineers. (2021). Levels of Driving Automation Refined for Clarity and International Audience. **SAE International**.

Soteropoulos, A., Berger, M., and Ciari, F. (2019). Impacts of Automated Vehicles on Travel Behaviour and Land Use: An International Review of Modelling Studies. **Transport Reviews**, 39(1), 29–49.

Stephens, T. S., Gonder, J., Chen, Y., Lin, Z., Liu, C., and Gohlke, D. (2016). Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles. **National Renewable Energy Laboratory**.

Taiebat, M., Brown, A. L., Safford, H. R., Qu, S., and Xu, M. (2018). A Review on Energy, Environmental, and Sustainability Implications of Connected and Automated Vehicles. **Environmental Science and Technology**, 52(20), 11449–11465.

Talebpour, A., and Mahmassani, H. S. (2016). Influence of Connected and Autonomous Vehicles on Traffic Flow Stability and Throughput. **Transportation Research Part C**, 71, 143–163.

Tientrakool, P., Ho, Y.-C., and Maxemchuk, N. F. (2011). Highway Capacity Benefits from Using Vehicle-to-Vehicle Communication and Sensors for Collision Avoidance. **2011 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Fall)**, 1–5.

United Nations. (2012). **World Urbanization Prospects: The 2011 Revision.** Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/322).

United Nations. (2023). **World Social Report 2023: Leaving No One Behind in an Ageing World.** Department of Economic and Social Affairs (ST/ESA/379).

Wadud, Z. (2017). Fully Automated Vehicles: A Cost of Ownership Analysis to Inform Early Adoption. **Transportation Research Part A**, 101, 163–176.

Wadud, Z., MacKenzie, D., and Leiby, P. (2016). Help or Hindrance? The Travel, Energy and Carbon Impacts of Highly Automated Vehicles. **Transportation Research Part A**, 86, 1–18.

Wang, J., Huapu, L. U., and Hu, P. (2008). System Dynamics Model of Urban Transportation System and its Application. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, 8(3), 83–89.

Weil, D. N. (2014). Chapter 3 - Health and Economic Growth. In P. Aghion and S. N. Durlauf (Eds.), **Handbook of Economic Growth**, 2, 623–682.

Willson, R. W., and Shoup, D. C. (1990). Parking Subsidies and Travel Choices: Assessing the Evidence. **Transportation**, 17(2), 141–157.

Woodcock, J., Banister, D., Edwards, P., Prentice, A. M., and Roberts, I. (2007). Energy and Transport. **The Lancet**, 370, 1078–1088.

Woodcock, J., Edwards, P., Tonne, C., Armstrong, B. G., Ashiru, O., Banister, D., Beevers, S., Chalabi, Z., Chowdhury, Z., Cohen, A., Franco, O. H., Haines, A., Hickman, R., Lindsay, G., Mittal, I., Mohan, D., Tiwari, G., Woodward, A., and Roberts, I. (2009). Public Health Benefits of Strategies to Reduce Greenhouse-Gas Emissions: Urban Land Transport. **The Lancet**, 374(9705), 1930–1943.

World Health Organization. (2018). **Global Status Report on Road Safety 2018**.

Zhong, H., Li, W., Burris, M. W., Talebpour, A., and Sinha, K. C. (2020). Will autonomous vehicles change auto commuters' value of travel time? **Transportation Research Part D**, 83.

A PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL DOS TRABALHADORES DAS INDÚSTRIAS NUMA REVISÃO DA LITERATURA

J. C. D. Santos, R.J. S. Bento, P. Ribeiro

RESUMO

O crescimento das cidades apresenta desafios consideráveis à promoção da mobilidade sustentável. Com a localização das indústrias longe das áreas residenciais, geralmente em zonas de baixa densidade, o transporte público é deficitário comprometendo os deslocamentos pendulares dos trabalhadores, incentivando o uso do automóvel particular. Através da revisão literária, foram analisados artigos científicos dos últimos 13 anos. Destacaram-se que: localização das zonas industriais, oferta de transporte público, utilização de modos ativos e sistemas de mobilidade partilhadas são fatores-chave para reduzir a utilização do automóvel entre os trabalhadores. Aliado a isso, utilizou-se dados de de um inquérito de trabalhadores de uma indústria, caracterizando-se as possíveis mudanças de comportamentos. Destacou o importante papel das empresas na promoção da mobilidade sustentável e na qualidade de vida dos trabalhadores, adotando estratégias para minimizar as respectivas externalidades negativas, ajudando a promover formas de transporte mais ecológicas, acessibilidade, equidade e inclusão social.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, a evolução do território, nomeadamente ao nível da ocupação do solo, sofreu diversas alterações na tentativa de responder às necessidades e garantir as melhores condições de vida das populações. Neste contexto, a indústria foi sendo reorganizada e concentrada, sempre que possível e desejável, em áreas de acolhimento industrial para garantir a optimização da utilização e partilha dos recursos e infraestruturas entre os diferentes tipos de empresas com o objetivo de ganhar eficiência e reduzir custos de produção. Além disso, como resultado da potencial incompatibilidade entre a atividade industrial e a humana, as indústrias foram sendo alocadas em áreas cada vez mais distantes das áreas urbanas, para minimizar o impacto na qualidade de vida dos ecossistemas e da população em geral. Esse distanciamento tornou o deslocamento de casa para o trabalho (indústria) muito dependente de veículos motorizados, especialmente e principalmente de automóveis (Hosseini *et al*., 2016; Farahmand *et.al*., 2021).

Os processos produtivos são essenciais para a vida útil das indústrias. Estes processos são normalmente orientados para aumentar a eficiência e eficácia das medidas que visam a mecanização, profissionalização, automatização e controlo das atividades produtivas dentro da fábrica, passando eventualmente para um segundo plano de intervenção a satisfação das necessidades dos trabalhadores que vão além das questões do chão de fábrica. Ainda assim, a localização do parque industrial relativamente às áreas urbanas determina, em certa medida, as condições de acesso, sobretudo ao nível da oferta de infraestruturas e serviços de

transporte, ou seja, a mobilidade dos trabalhadores (colaboradores) das empresas nas suas deslocações diárias casa-trabalho (Zapolskytè *et al.*, 2020; Farahmand *et.al.*, 2021).

No entanto, é importante ressaltar que as questões de mobilidade dos trabalhadores desempenham um papel importante na capacidade produtiva da própria empresa, pois seu bem-estar influenciará sua produtividade e, eventualmente, a qualidade final dos produtos. Assim, a mobilidade dos trabalhadores pode e deve ser considerada um aspeto crucial para garantir condições de trabalho e saúde mais adequadas, para além de poder potenciar elevados níveis de adesão aos objetivos e à visão das empresas, nomeadamente, quando se pretende que as empresas fomentem uma dinâmica tecnológica e a sustentabilidade nos seus processos produtivos (United Nations Climate Change, 2022).

A gestão da mobilidade definida por Gorges et al (Gorges e Rau, 2021) é "qualquer ação ou conjunto de ações destinadas a influenciar o comportamento de viagem de tal forma que opções de mobilidade sustentável sejam apresentadas e as viagens de carro sejam reduzidas".

A regularidade e a quantidade de viagens geradas nas deslocações casa-trabalho, sobretudo se estas forem feitas em automóvel com motor de combustão, apresentam um conjunto de externalidades negativas para a sociedade que importa minimizar, nomeadamente, em termos ambientais, ao nível da energia, ruído, emissão de poluentes e de gases com efeito de estufa, como o CO2. Desta forma, um dos vetores de atuação para melhorar a sustentabilidade global das indústrias é a mobilidade, em particular dos seus colaboradores, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais, económicos e sociais, no universo da empresa e na sociedade em geral (Gorges e Rau, 2021; Pfertner *et al.*, 2022).

Na União Europeia, 50% da população usa o automóvel e 16% o transporte público, que geram 25% do total das emissões de CO2 (Agência Portuguesa do Ambiente, 2022; Nadal, Molina e Velilla, 2022). Em Portugal, observou-se um aumento entre 2001 e 2021 de 4,4% do uso do automóvel nas viagens para o local de trabalho ou estudo, correspondendo a 66% da repartição modal (European Union, 2022). Neste contexto, as empresas podem desempenhar um papel importante na promoção de uma mobilidade mais sustentável, promovendo uma redução da utilização do automóvel nas viagens casa-trabalho através da oferta de soluções alternativas de transportes mais limpas e mais eficientes, ou seja, a adoção de medidas para que as deslocações dos seus colaboradores se possam realizar com maior racionalidade económica, social e ambiental, i.e., com mais sustentabilidade. Embora as empresas, normalmente, não controlem ou possam condicionar a forma como os seus trabalhadores se deslocam, estas podem estimular e promover uma cultura mais sustentável através do incentivando a utilização de transportes públicos ou modos ativos, promovendo a utilização de veículos motorizados individuais menos poluentes, ou, ainda, através de medidas mais atuais e inovadoras que envolvam o desenvolvimento de práticas de *ridesharing* ou *carpooling* e a restrição da utilização de automóveis com motores a combustão (diesel e gasolina), em particular aqueles que apresentam taxas de ocupação muito baixas (Julsrud e Hjorthol, 2020).

Assim, este artigo tem como objetivo analisar a produção científica sobre a mobilidade casa-trabalho dos trabalhadores de indústrias e o papel destas na promoção de padrões mais sustentáveis nas deslocações casa-trabalho dos seus colaboradores. Através de uma busca em plataformas online, foram encontrados 758 artigos entre os anos de 2009 a 2022, após a triagem metodológica de requisitos, 32 artigos foram selecionados para este estudo, tendo sido possível concluir que as empresas não têm vindo a promover uma mobilidade mais

sustentável dos seus colaboradores por meio da implementação de estratégias de incentivos financeiros, redução de vagas nos estacionamentos da empresa e promoção de uma vida mais saudável com benefícios para as pessoas e o planeta. Desta forma, foram considerados e selecionados os seguintes temas: localização da empresa, infraestrutura de estacionamento, análise comportamental dos colaboradores e estratégias de promoção de modos mais sustentáveis. Pois, por meio desses tópicos, é possível entender, analisar e propor modos de mobilidade sustentável para as indústrias. Aliado a esta revisão caracterizou-se a mobilidade dos trabalhadores num estudo de caso em uma indústria situada na zona industrial do norte de Portugal, que gerou informações importantes na análise do impacto causado pelos locais de trabalho não atendidos por uma rede pública de transporte eficiente. Níveis de ofertas de transporte público, classes salariais e género, são fatores que podem auxiliar na análise da equidade do espaço geográfico diante da mobilidade.

3 MÉTODOS

3.1 Pesquisa das referências bibliográficas

A revisão da literatura foi realizada através de uma pesquisa de artigos científicos publicados em plataformas online. Para a pesquisa, foram utilizados Scopus, Science Direct e Google Scholar, que são bases de dados mais abrangentes para fins de pesquisa acadêmica (Bartle e Chatterjee, 2019; Guzman, *et.al.*,2020). Foi utilizado um processo metodológico e sistemático para a seleção dos artigos, constatando três etapas: 1) busca nas bases de dados pelas palavras-chave, definidas de acordo com o tema do estudo; 2) processo de triagem por área correlatas e pela análise e leitura do resumo; e 3) análise do artigo por meio de sua leitura completa e a inclusão do documento (Castañon e Ribeiro, 2021).

A recolha dos artigos nas plataformas de bases de dados de investigação através de busca online foi realizada em março de 2022, utilizando palavras-chave: “mobilidade”, “sustentável”, “mobilidade do trabalhador”, “indústrias” num período de 15 anos, ou seja entre 2009 e 2022. O gráfico da figura 1, mostra a evolução dos artigos publicados neste tema nos últimos 20 anos nas bases de dados pesquisadas e um aumento gradativo nos últimos 10 anos.

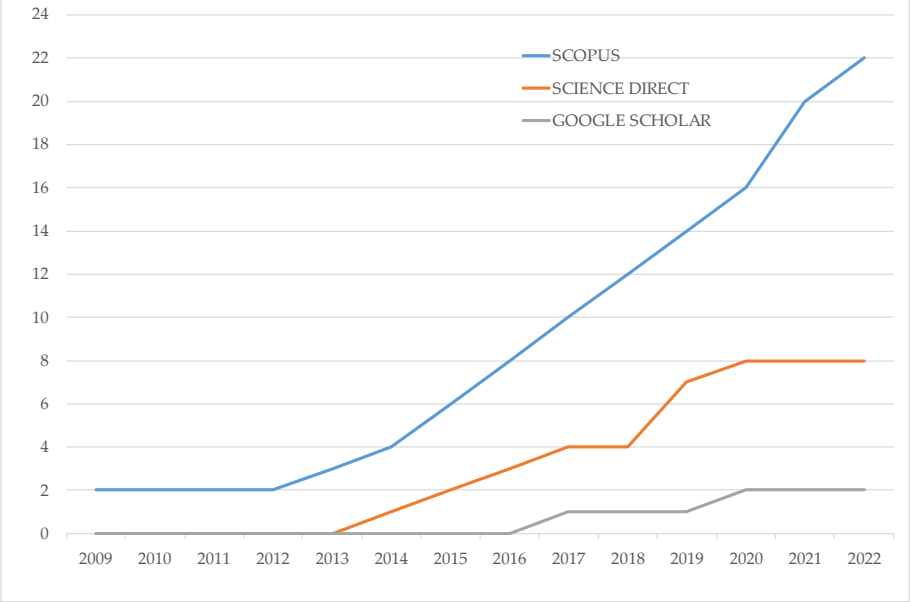


Fig. 1 Gráfico das publicações nas plataformas pesquisadas

3.2 Inquérito à mobilidade dos colaboradores da fábrica

A caracterização dos padrões de mobilidade foi investigada através de um inquérito entre os colaboradores da empresa em estudo. Os inquéritos de mobilidade são importantes instrumentos no auxílio e no suporte às decisões sobre as políticas de transportes, devido ao conhecimento dos padrões de mobilidade dos trabalhadores e identificar possíveis expectativas para o setor (INE Instituto Nacional de Estatística, 2018). Para este efeito realizou-se um inquérito aos trabalhadores de uma fábrica de componentes automobilísticos – Continental Advanced Antena, situada numa zona industrial do norte de Portugal, na cidade de Vila Real. Com este inquérito procurou-se caracterizar o perfil dos trabalhadores e identificar possíveis alterações comportamentais voltadas ao uso dos modos de transportes.

O inquérito compreendeu 25 questões, que deveriam ser respondidas em um tempos médio entre 5 a 10 minutos. Este estava estruturado em 7 grupos: 1) informações gerais; 2) identificação dos modos de viagens; 3) caracterização do veículo; 4) caracterização das viagens; 5) uso do transporte público; 6) gastos com transportes; 7) benefícios e motivação para a mudança modal. A recolha das respostas foi feita através da plataforma Web (Google Forms) e disponibilizado através de um link ou Qrcode nas áreas comuns da empresa e, ainda, numa versão em papel para os trabalhadores que poderiam não ter acesso à internet ou a smartphones. A aplicação do inquérito foi a 30 de março de 2022 para um universo de colaboradores da fábrica de 505 trabalhadores, tendo respondido 73%, ou seja, 354 inquéritos válidos A amostra recolhida é estatisticamente representativa para um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%.

3.3 Resultados

A caracterização geral dos colaboradores está representada na Tabela 1, sendo possível constatar que entre os trabalhadores a maioria são mulheres, com idades entre os 20 e os 40 anos, com o ensino secundário e que trabalham no turno 2 (6:00 – 14:00).

Tabela 1 Caracterização geral da amostra

Categoria	Item	Respostas	
		#	%
Género	Mulheres	198	60,0 %
	Homens	126	38,2 %
	Outros/Não responderam	6	1,8 %
Idade	Com idade até 30 anos	116	32,8 %
	De 31 a 40 anos	111	31,5 %
	De 41 a 50 anos	86	24,3 %
	Mais que 51 anos	40	11,4 %
Turno	Turno 1	54	16,8 %
	Turno 2	119	37,1 %
	Turno 3	35	24,3 %
	Outros (flexível)	111	21,8 %
Grau de escolaridade	Ensino Básico	55	16,2 %
	Ensino Secundário	193	56,9 %
	Ensino Superior	91	26,9 %

Após uma breve caracterização da amostra, procedeu-se à análise das respostas do inquérito, correlacionando o género com algumas variáveis como a categoria salarial, os modos de transporte utilizados, além da predisposição para realizar uma alteração modal e o tempo de viagem.

Para a análise da renda (classe salarial) criou-se uma escala qualitativa dos salários através de cifrões denominando as categorias salariais da empresa (Figura 2). Com isso, pode-se perceber que nas categorias salariais iniciais a distribuição percentual entre géneros é considerável, ou seja, cabe à maioria das mulheres, o menor salário ($), com 53% de mulheres diante de 31% de homens nesta mesma classe salarial. Na segunda classe salarial ($$), 4% são mulheres e 1,35% são homens. Este aspécto demonstra uma disparidade nas categorias com mais baixos salários. Já na classe salarial ($$$$), há uma inversão na proporção entre géneros, quando 3,38% são mulheres e 5,08% são homens. Demonstrando também que nesta faixa salarial, onde estão os cargos de chefias, há uma maioria de homens.

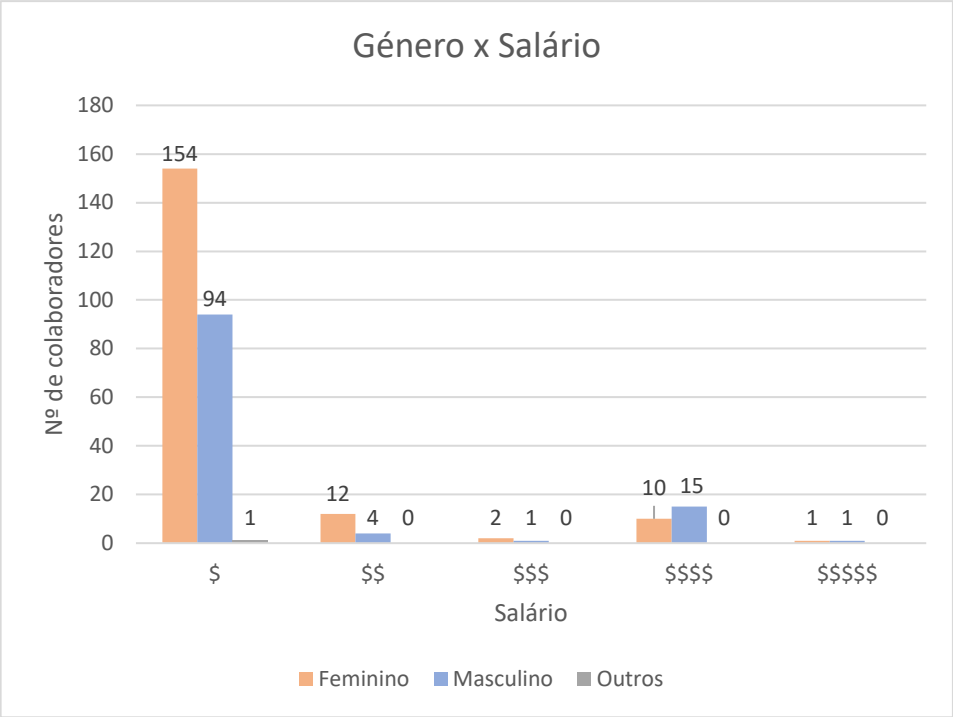


Fig. 2 Gráfico entre o género e a faixa salarial

No gráfico da (Figura 3), é possível observar que 87% dos trabalhadores vem de carro para o trabalho, em que 80% é condutor e apenas 7% são passageiros, mostrando a forte dependência deste meio de transporte.

Importa realçar que os turnos de produção da fábrica (1º, 2º e 3º) não são cobertos (horário) pelo serviço de transporte público de Vila Real, isto é, os horários dos autocarros não são compatíveis com os horários laborais, mostrando ser uma forte limitação ao uso dos autocarros. Por outro lado, a empresa oferece um grande número de vagas para estacionamento dos trabalhadores, que poderá impulsionar e promover ainda mais o uso do automóvel nas deslocações casa-trabalho dos seus colaboradores.

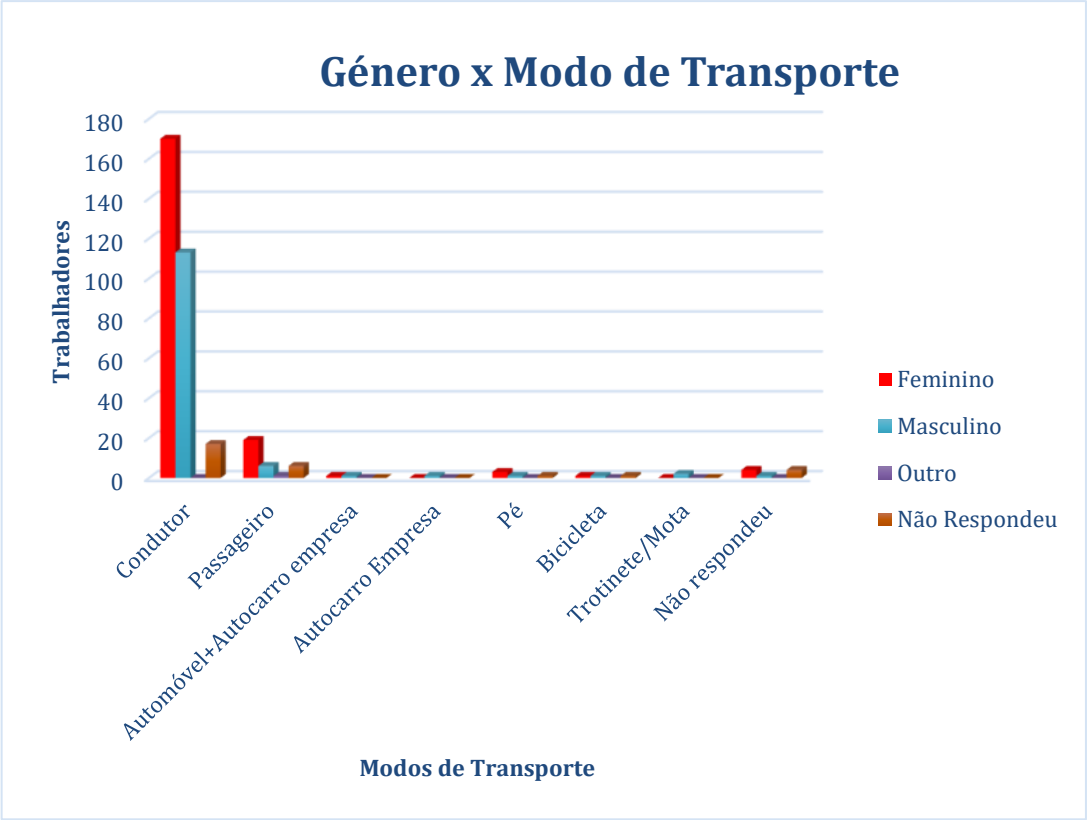


Fig. 3 Gráfico entre o género e o modo de transporte utilizado

Por outro lado, os resultados mostram que existe uma vontade de mudança de modos de transporte (Figura 4), pois cerca de 50% (184 colaboradores), afirmam que se houvesse oferta de transporte público no local de trabalho com mais frequência haveria com certeza uma maior adesão a este tipo de serviço. Apesar disso, 42% dos colaboradores afirmam não pretender alterar o seu modo de transporte, mostrando mais uma vez a forte dependência do automóvel.

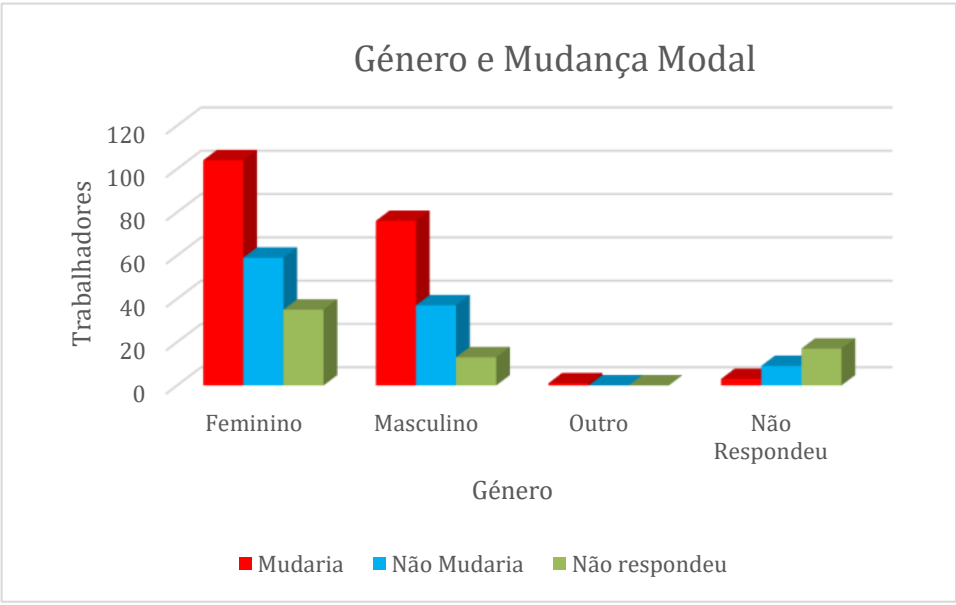


Fig. 4 Gráfico entre o género e possível mudança modal

Comparando tempo de viagem dos trabalhadores, de acordo com a (Figura 5), é possível constatar que a maioria dos colaboradores realiza viagens com duração inferior a 30 minutos. Muitas vezes a escolha por um emprego perto de casa é uma opção quando o sistema de transporte público no local não é eficiente, podendo haver a possibilidade de se fazer o trajeto casa-trabalho a pé

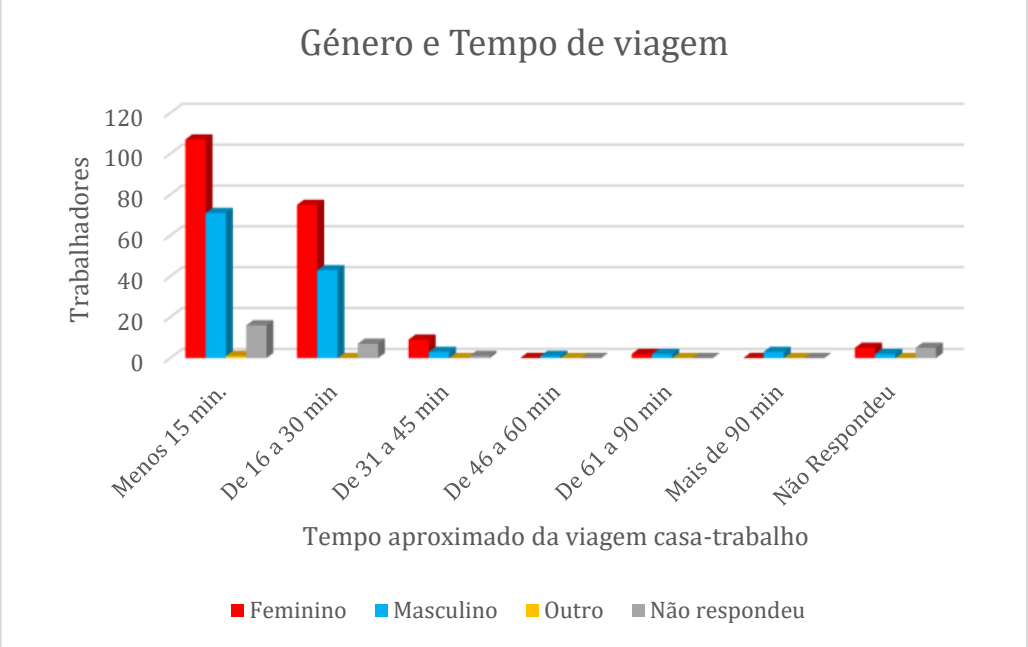


Fig. 5 Gráfico entre o género e o tempo de viagem entre casa e o trabalho

A dispersão dos polos industriais para zonas mais afastadas dos centros urbanos levanta outros problemas como a dificuldade em assegurar que a oferta de uma rede de transportes públicos com horários compatíveis com as entradas ou saídas dos turnos e a necessidade de percorrer distâncias que não atrativas para os modos ativos, conduzindo a um inevitável recurso ao automóvel, ou seja, a uma mobilidade pouco sustentável.

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A localização das empresas/ indústrias é muitas vezes um fator limitador no recrutamento de novos trabalhadores, podendo mesmo ser encarada como uma restrição que poderá provocar segregação e desigualdades sociais significativas entre diferentes grupos sociais no acesso ao emprego, nomeadamente, para aqueles que não possuem um meio de transporte próprio, mais especificamente um automóvel.

No estudo de caso da fábrica da Continental Advanced Antena de Vila Real, constata-se que 87% dos trabalhadores desloca-se para o trabalho com recurso ao automóvel, na maioria dos casos como condutor, sendo mais um dos exemplos do alto índice do uso do automóvel como principal meio de transporte para o trabalho, que é aliás o modo de transporte dos portugueses para este fim.

Uma das principais razões para a baixa utilização de modos ativos e de transportes públicos prende-se com a falta de infraestruturas adequadas e de oferta, que se traduz por exemplo na falta de disponibilidade de horários das ligações dos autocarros urbanos entre a cidade e a área industrial onde a fábrica está inserida, fazendo com que o transporte público não cubra os horários dos turnos de produção da fábrica. Por outro lado, a fábrica na tentativa de oferecer melhores condições possíveis aos seus trabalhadores e suprir a falta de mão de obra, garantiu que existisse oferta de vagas de estacionamentos na empresa, ou na sua proximidade, que acaba por estimular uso do automóvel.

Deste modo, conclui-se que existe uma grande dependência e predominância no uso do carro entre os trabalhadores. A falta de uma rede de transporte público eficiente que atenda os horários dos turnos aliado à inexistência de infraestruturas cicláveis, desencadeia discrepâncias e desigualdades entre os trabalhadores. Porém, mesmo com um alto número de automóveis com um único ocupante, os colaboradores mostraram-se favoráveis e interessados em mudar de modo se houvesse uma linha de autocarro que atendesse a fábrica, pois com isso reduz-se os custos com a mobilidade, além de optar por modos mais sustentáveis e menos poluentes.

A segunda grande questão que é explorada neste trabalho é a questão dos impactos da mobilidade ao nível do género. Assim, neste contexto a bibliografia refere que as mulheres tendem a viajar menos sozinhas, em distâncias mais curtas e fazem viagens mais complexas (lojas, escolas, centros de saúde, etc.), enquanto homens viajam entre casa-trabalho sem interrupções. Quando existe um carro disponível em casa aumenta mais a mobilidade dos homens do que das mulheres daquela casa. Esta diferença nos padrões de viagens entre géneros segue a mesma tendência para outras variáveis, como a idade, número de filhos, renda e nível de escolaridade por exemplo (Havet, *et.al.*, 2021).

Os níveis de emprego/ renda, por exemplo, influenciam a mobilidade, além das restrições de localização entre a residência e a indústria, e são impactantes nas deslocações diárias dos trabalhadores. Neste caso, as mulheres estão na categoria de rendas mais baixas, verificando-se que os gastos com mobilidade podem ser significativos, podendo criar questões de falta de equidade com os colaboradores masculinos, que deve ser alvo de atenção especial por parte dos gestores das indústrias e do setor político em geral.
No geral, a mobilidade define o potencial de deslocamento das pessoas e a acessibilidade está relacionada ao alcance das oportunidades, sejam elas no trabalho, saúde, educação ou outras. Outro fator importante é a capacidade financeira e o comprometimento do salário destinado a mobilidade, pois as limitações financeiras também são limitadoras de mobilidade a até a exclusão social. Contudo, um aumento de mais linhas de transporte público, que atenda as entradas e saídas dos turnos aliado a oferta de benefícios sociais, através de subsídios ao passe do autocarro, seria um importante incremento para minimizar as desigualdades, diminuir o uso do carro e também buscar uma maior equidade na mobilidade dos colaboradores. Assim, pode-se dizer que a mobilidade pode ser encarada como um promotor direto da equidade no acesso generalizado às diversas oportunidades disponíveis num determinado contexto social.

5 REFERÊNCIAS

Agência Portuguesa do Ambiente (2022) REA Portal do Estado do Ambiente **- Relatórios do Estado do Ambiente, Distribuição modal do transporte de passageiros, em Portugal e na UE-28**.

Bartle, C. e Chatterjee, K. (2019) 'Employer perceptions of the business benefits of sustainable transport: A case study of peri-urban employment areas in South West England', **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, (126), pp. 297–313.

Castañon, U.N. e Ribeiro, P.J.G. (2021) 'Bikeability and Emerging Phenomena in Cycling: Exploratory Analysis and Review', **Sustainability**, (45). Available at: https://doi.org/10.3390/su13042394 (Accessed: 2 October 2023).

European Union (2022) **Eurostat,** ec.europa.eu/eurostat/web/main/publications/statistical-reports.

Farahmand, Z.H., Gkiotsalitis, K. e Geurs, K.T. (2021) 'Mobility-as-a-Service as a transport demand management tool: A case study among employees in the Netherlands', **Case Studies on Transport Policy**, (4), pp. 1615–1629. Available at: https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.09.001 (Accessed: 2 October 2023).

Gorges, T. e Rau, C.H. (2021) 'Transition of mobility in companies – A semi-systematic literature review and bibliographic analysis on corporate mobility and its management', **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, (11). Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100462.

Guzman; Luis A., Arellana; Julian e Alvarez. Vilma (2020) 'Confronting congestion in urban areas: Developing Sustainable Mobility Plans for public and private organizations in Bogotá', **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, (134), pp. 321–335.

Havet, N., Bayart, C. e Bonnel, P. (2021) 'Why do Gender Differences in Daily Mobility Behaviours persist among workers?', **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, (145), pp. 34–48.

Hosseini, S., Barker, K. e Ramirez-Marquez, J.E. (2016) 'A review of definitions and measures of system resilience', **Reliability Engineering and System Safety**, (145), pp. 47–61. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2015.08.006.

INE Instituto Nacional de Estatística (2018) **Inquérito à Mobilidade nas Áreas metropolitanas do Porto e de Lisboa (IMob).** Versão 1.0. Lisboa - Portugal.

Julsrud, T.E. e Hjorthol, R. (2020) 'Commuting in knowledge intensive organizations: An outline of six different practices', **International Journal of Sustainable Transportation** , (15) 12, pp. 943–957.

Nadal, J.I.G., Molina, J.A. e Velilla, J. (2022) 'Trends in commuting time of European workers: A cross-country analysis', **Transport Policy**, (116), pp. 327–342.

Pfertner, M. et al. (2022) ‘Workplace relocation and its association with car availability and commuting mode choice’, **Journal of Transport Geography**, (98).

United Nations Climate Change (2022) United Nations Climate Change. Available at: www.unfccc.int (Accessed: 25 July 2022).

Zapolskytė, S. et al. (2020) ‘Assessment of Sustainable Mobility by MCDM Methods in the Science and Technology Parks of Vilnius, Lithuania’, **Sustainability**, (12). Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.339 0/su12239947.

DESENHO DE RUAS PARA PEDESTRES: UM OLHAR SEGUNDO O MANUAL DE DESENHO DE RUAS DO RECIFE, BRASIL

M. F. S. Melo

RESUMO

Atualmente, especialistas em segurança viária discutem ao redor do mundo como o desenho da rua pode diminuir os sinistros de trânsito e melhorar a mobilidade urbana. Neste contexto, a Prefeitura do Recife, em parceria com o Instituto Caminhabilidade e a Iniciativa Bloomberg de Segurança Viária Global (BIGRS) elaborou o Manual de Desenho de Ruas do Recife – MDR, produto do Plano de Mobilidade Urbana da cidade (Lei nº 18.887/2021). Este trabalho apresenta, primeiramente, os princípios essenciais para transformação de ruas baseados no conceito *Visão Zero*, segundo o MDR, além de explicar o processo de transformação desses espaços. Em seguida, são elencadas algumas das ferramentas de desenho voltadas para os pedestres, e ao final, é apresentado um estudo de caso bem sucedido realizado na cidade do Recife, demonstrando como a aplicação dessas ferramentas promovem mudanças no espaço, tornando-o inclusivo, seguro, conectado, atrativo e multimodal.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no Brasil, os veículos motorizados têm utilizado grande parte da rua reduzindo a área para os outros modos, principalmente os ativos, e impactando negativamente na permanência das pessoas no espaço urbano. Essa desigualdade espacial gera insegurança na circulação das pessoas e interfere no tempo de viagem e nos níveis de poluição das cidades. A rua, antes um eixo de circulação do sistema viário, ganha um conceito contemporâneo no Manual de Desenho de Ruas do Recife (MDR), ampliando a definição como local de permanência e de convivência das pessoas e atividades. Assim, o desenho da rua tem papel fundamental na maneira como as pessoas e os veículos irão circular com eficiência e segurança.

Publicado em maio/23, o MDR apresenta parâmetros de desenho segundo o conceito *Visão Zero*, priorizando os modos ativos e o transporte coletivo, mencionados na Nova Agenda da ONU-Habitat (ONU, 2017). O documento traz ferramentas de desenho que auxiliam na transformação do espaço urbano, principalmente no deslocamento de pedestres, dá suporte aos gestores e técnicos em ações ligadas à mobilidade e demonstra que é possível reduzir os sinistros e salvar inúmeras vidas.

As ações realizadas na cidade do Recife, com adoção desses novos parâmetros, demonstraram resultados positivos melhorando os deslocamentos urbanos, em especial

para os modos ativos de deslocamento, como pedestres e ciclistas. Pretende-se aqui, então, mostrar como estratégias de desenho ajudam a salvar vidas, principalmente para os mais vulneráveis. Serão apresentadas ferramentas de projeto, como enfoque para os pedestres, a metodologia de aplicação em uma intervenção no Recife, em Jardim Monte Verde, e uma análise comparativa da intervenção, demonstrando os resultados reais de melhoria na circulação das pessoas.

2 UM NOVO OLHAR PARA AS RUAS DO RECIFE

Em 2022, no Recife, cidade localizada no nordeste brasileiro, foi registrado um crescimento de 19% no número de vítimas feridas e fatais em comparação ao ano de 2021, seguindo uma tendência global. Deste número, os pedestres continuaram sendo as principais vítimas fatais no trânsito do Recife, sendo cerca de 42% das vítimas nos sinistros (RECIFE, 2023). Esse número poderia ser até maior, se considerarmos que a proporção de veículos por habitantes aumentou em decorrência do aumento da frota (IBGE, 2022). Muitas das mortes em vias urbanas são evitáveis, pois são ocasionadas por um comportamento induzido pelo desenho da rua.

Por isso, entendendo que o conceito *Visão Zero* tem como princípios, que: (1) as pessoas cometem erros; (2) as pessoas são vulneráveis a serem feridas; (3) a responsabilidade é compartilhada; (4) nenhuma morte ou lesão grave é aceitável; e (5) a gestão da segurança no trânsito é integrada e proativa (BRASIL, 2024) – onde o novo paradigma para a segurança viária é baseado em limites humanos –, deve-se buscar a redução na exposição ao risco de conflito, na quantidade de sinistros e a gravidade dos impactos causados e na velocidade, além de desenhar ruas seguras para os usuários vulneráveis.

Estudos realizados mundo afora apontam que as mortes no trânsito, principalmente as evitáveis envolvendo pedestres, ocorrem em pequena porcentagem de vias arteriais com as seguintes características: ruas largas que convidam à aceleração e não possuem travessias seguras; ruas com espaços de permanência, mas que permitem um comportamento agressivo dos veículos de passagem; vias com características de expressas onde não existem calçadas ou estão fora de padrão; e combinação de tráfego com altas velocidades e volume, longas travessias e grandes distâncias entre faixas de pedestres (CTTU, 2023).

Sendo assim, entende-se que ruas urbanas devem ser desenhadas para velocidade de 40km/h, pois quando os veículos circulam com esta velocidade ou menos, aumentam as chances de sobrevivência no caso de um sinistro (NACTO, 2018). Em locais mais densos e com compartilhamento do espaço com ciclistas, além do redesenho do espaço quando possível, recomenda-se velocidade de 30 km/h ou menos. E quando existe o compartilhamento com pedestres, pode ser necessário reduzir o limite a 15 km/h ou menos.

2.1 Princípios essenciais para transformação de ruas

Mudar o desenho das ruas promove melhorias no espaço urbano, tornando-se uma das principais ferramentas de transformação, não deixando de destacar as funções da rua: social, cultural, econômica e ambiental. Com o objetivo de atender às demandas e necessidades das pessoas, o MDR propõe princípios essenciais: ruas inclusivas, ruas seguras, ruas atrativas, ruas conectadas e ruas multimodais.

Desenhar **ruas inclusivas** significa desenhar ruas igualitárias, que exerçam suas funções de modo a atender às necessidades dos diferentes usuários que a utilizam, especialmente as pessoas com deficiências ou com mobilidade reduzida, como é o caso dos idosos e das crianças. Atrelado a isso, desenhar **ruas seguras** é garantir a integridade física e mental de todos os usuários que se deslocam pela cidade. A segurança de pedestres, ciclistas e usuários mais vulneráveis deve ser priorizada, respeitando os limites de velocidade de acordo com o contexto da rua, além de proporcionar espaços luminosos e confortáveis.

O desenho de **ruas atrativas** consiste em proporcionar espaços públicos de qualidade, confortáveis e aprazíveis aos cidadãos, através de elementos como arborização, mobiliário urbano, fachadas ativas, iluminação, dentre outros, estimulando assim, a caminhabilidade. Ao mesmo tempo, devem ser desenhadas **ruas conectadas** e **multimodais**, ou seja, ruas com rotas e possibilidades de deslocamento que permitam a permeabilidade na malha urbana, além da oferta de diversas opções de modos de transporte, priorizando sempre os modos ativos (figura 1).

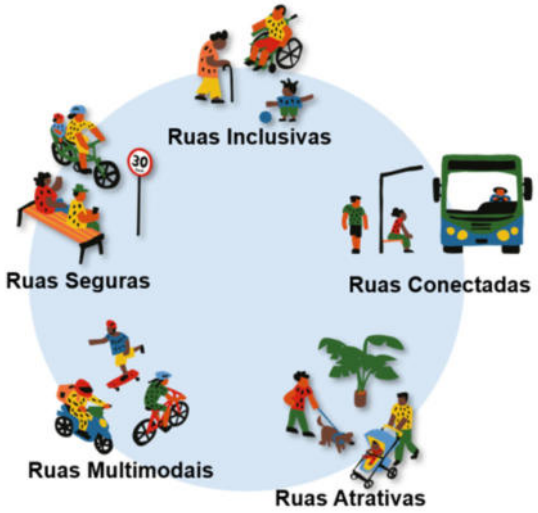


Fig. 1: Princípios para o desenho de ruas. Fonte: CTTU, 2023

2.2 Processo de transformação de ruas

Segundo o MDR, as transformações podem ser: (a) *Curta duração*, com baixo custo e durabilidade, podem durar horas/dias e, de forma rápida, permitem experimentar outras atividades para o local através de soluções simples como bloqueios operacionais, por exemplo; (b) *Média duração (urbanismo tático)*, testa o desenho da rua, ajuda a definir as futuras intervenções, podendo durar semanas, meses ou anos, com baixo custo a moderado; e (c) *Permanentes,* com materiais mais duráveis, permite pouca margem para alterações, podendo levar anos para serem implantadas e com custo mais elevado.

Para transformar as ruas, o MDR propõe quinze etapas alinhadas com as melhores práticas adotadas pelo mundo e, para um bom resultado, é necessária a colaboração dos parceiros relevantes (gestão pública, iniciativa privada e sociedade civil). Dentre as principais etapas estão a coleta de dados como planos e projetos existentes, análise do uso e ocupação do solo, realização de levantamentos dimensionais no local, coleta de métricas antes e após a intervenção e estabelecimento de um cronograma de manutenção (CTTU, 2023).

3 DESENHANDO RUAS CAMINHÁVEIS

As ruas são espaços públicos que devem ser distribuídos de forma acessível e igualitária e, neste cenário, o desenho deve adequar-se aos diversos usuários da rua: pedestres, ciclistas, passageiros de transporte público coletivo e individual, motoristas e motociclistas de veículos individuais motorizados, operadores de carga e fornecedores de serviço e pessoas praticando atividades comerciais.

É importante destacar que pessoas e veículos ocupam espaços com dimensões diferentes ao se deslocarem pela cidade. Pelo fato de os pedestres e ciclistas ocuparem pouco espaço na rua, são os atores mais vulneráveis e o seu conforto e segurança dependem das dimensões e qualidade da infraestrutura oferecida pelo espaço. Além disso, quanto ao espaço ocupado, um ônibus ocupa três vezes mais espaço que um carro, mas é capaz de transportar muito mais pessoas por faixa de rolamento. Assim sendo, os modos ativos e os usuários do transporte público ocupam espaços mais proveitosos e, portanto, devem ser priorizados no desenho da rua (figura 2).

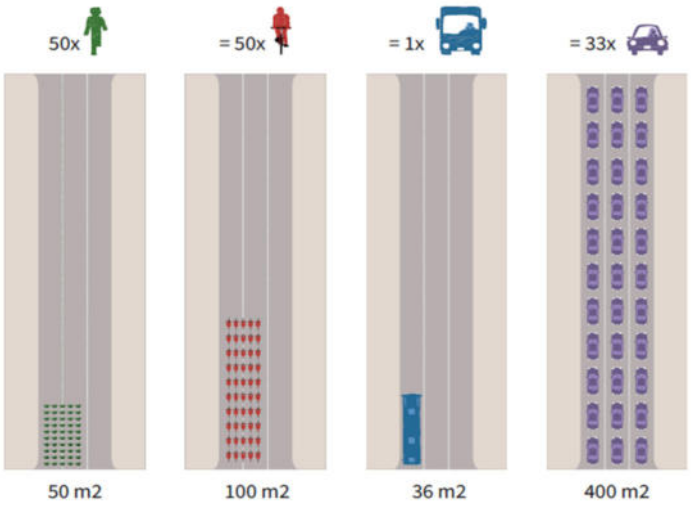


Fig. 2: Espaço ocupado por diferentes modos de transporte considerando a mesma quantidade de pessoas. Fonte: CTTU, 2023

Além do tamanho e do espaço ocupado, os modos divergem quanto à capacidade de lotação, velocidade e movimento, tempo de viagem e distância, e massa e vulnerabilidade. Isso demonstra a diversidade que existe na rua e, considerando essa realidade, o MDR apresenta parâmetros de desenho atualizados e compatibilizados com o contexto do Recife.

A diversidade de pessoas que utilizam a rua, independentemente do modo de transporte, é motivada pelo uso do solo, pela densidade do seu entorno, pela quantidade e variedade de destinos ao longo do dia. Porém, a realidade mostra a necessidade e a importância dos passeios públicos no deslocamento diário das pessoas e na cidade como um todo. Sendo assim, dimensões mínimas de passeio devem ser garantidas a fim de permitir e garantir deslocamentos seguros, confortáveis e acessíveis a todos os pedestres.

Neste sentido, o manual reforça as dimensões mínimas para as faixas da calçada: (1) faixa de acesso, (2) faixa livre ou passeio e (3) faixa de serviço (figura 3). Essas dimensões também estão atreladas à velocidade dos pedestres, algo importante a ser considerado no

redesenho das ruas e na gestão da demanda. Segundo o Guia Global de Desenho de Ruas (NACTO, 2018), a velocidade pode variar entre 0,30m/s a 1,75m/s. Além disso, é fundamental compreender a pluralidade dos pedestres, pois dependendo de suas características podem demandar, por exemplo, rampas, superfícies contínuas e desobstruídas e com dimensões confortáveis.

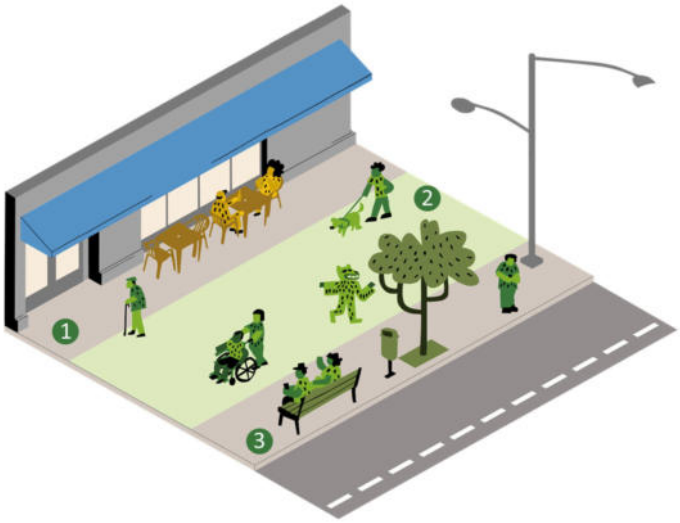


Fig. 3: Representação das três faixas existentes na calçada. Fonte: CTTU, 2023

Somado a isso, o espaço destinado à circulação dos pedestres deve prever elementos como arborização e infraestrutura verde, mobiliário urbano, iluminação pública, sinalização e informação, além de tratar a relação deste espaço com as fachadas das edificações. Questões como pavimentação, inclinação de rampas, acesso dos veículos aos lotes, drenagem e rebaixamento, tipos de travessias, e sinalização semafórica são detalhados no manual, apresentando compatibilidade de informações entre a legislação vigente, manuais e normas existentes.

4 FERRAMENTAS DE DESENHO VOLTADAS PARA OS PEDESTRES

Partindo desse entendimento, são apresentadas nesta seção algumas das diversas ferramentas de desenho que constam no manual, para tornar as ruas mais caminháveis. Não se trata de mera descrição, mas alterações no espaço físico que reflete aspectos como conforto, acessibilidade, sustentabilidade e segurança viária. Destacam-se as ferramentas:

(a) Diminuição de distância de travessia - Segundo a WRI (2016), cada metro a menos de travessia significa 6% a menos no risco de atropelamento, demandando a necessidade de encurtar as distâncias para o pedestre atravessar com segurança (figura 4). O estreitamento da via, a implantação de ilhas de refúgio e a construção de canteiros centrais são alguns mecanismos de desenho que ajudam na redução dos sinistros de trânsito e na priorização dos modos ativos de deslocamento. A adoção desses mecanismos é recomendada em vias cuja velocidade operacional esteja acima de 30km/h, com mais de três faixas de rolamento e que possua sentido duplo de circulação.



Fig. 4: Rotatória Alto José Bonifácio, Recife. Fonte: CTTU, 2023

(b) *Gestão da velocidade* - Segundo a Nacto (2018), um dos importantes indicadores de segurança de uma rua é a velocidade veicular. Quanto maior a velocidade, maior são os índices de sinistros de trânsito e a gravidade das lesões. A gestão da velocidade permite diminuir a probabilidade de ocorrer lesões graves e fatais, reduzindo também a frequência e gravidade dos sinistros. Fiscalizar a velocidade nem sempre é tão eficaz quanto alterar o desenho da rua. A redução pode ocorrer através de estratégias operacionais ou geométricas de moderação de tráfego (figura 5). Técnicas de desenho utilizam alterações visuais e sensoriais, o que sinaliza ao motorista a necessidade de redução da sua velocidade (CTTU, 2023).



Fig. 5: Moderação de tráfego (chicanas) na Rua Velha, Recife. Fonte: CTTU, 2023

(c) *Localização adequada das travessias de pedestres* - As travessias de pedestres são essenciais para a mobilidade a pé, ao mesmo tempo, que são os locais mais expostos e suscetíveis a sinistros de trânsito. Com base no *Visão Zero*, conceito de segurança viária com o objetivo de erradicar as mortes no trânsito, o desenho da rua deve garantir a segurança necessária nesses pontos. O MDR orienta que as

travessias devem ser muito bem locadas, destacando-se: nas aproximações das esquinas; quando a distância entre as interseções for maior que 100m; próximo a pontos de embarque/desembarque do transporte público; nas proximidades e rotas de acesso a estabelecimentos de ensino; e em acessos de pedestres e/ou ciclistas com grande fluxo (figura 6).



Fig. 6: Faixas de pedestres na Rua do Futuro, Recife. Fonte: CTTU, 2023

Em síntese, a localização das travessias deve garantir a continuidade e a segurança dos deslocamentos a pé, priorizando os pedestres em relação ao transporte motorizado individual, respeitando as linhas de desejo e atendendo aos polos geradores de viagem.

(d) Redução no raio de giro nas esquinas - As velocidades de conversão dos veículos e as distâncias das travessias de pedestres são influenciadas diretamente pelo tamanho dos raios de giro. Diminuí-los criando cruzamentos compactos é essencial para garantir velocidades seguras de conversão. Um raio menor amplia a área do pedestre, proporciona menor exposição a ele e garante um alinhamento melhor das rampas de acesso. Na maioria dos casos, os raios medem entre 3m-5m, mas na área urbana, recomendam-se raios menores como 1,5m (figura 7). Acima de 5m devem ser a exceção (CTTU, 2023).

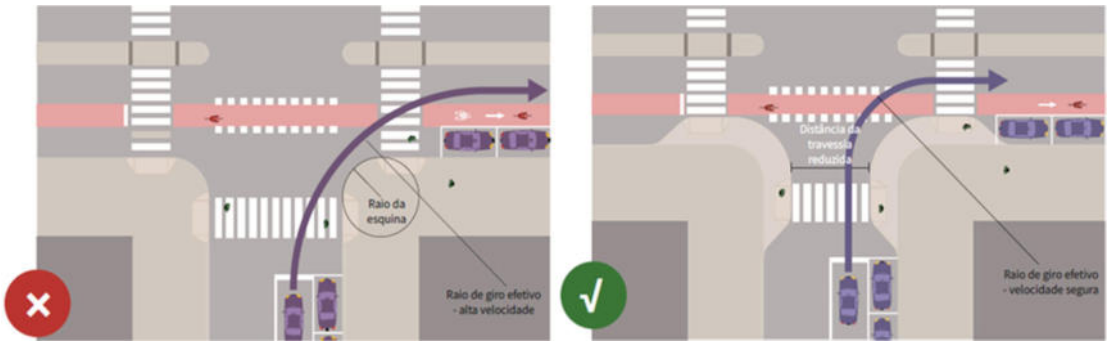


Fig. 7: Comparativo entre raios de giro e manobra de conversão dos veículos. Fonte: CTTU, 2023

Para adequação do raio, o MDR sugere: selecionar o menor veículo de projeto possível; acomodar caminhões e ônibus em rotas designadas; restringir as conversões à direita no sinal vermelho para que não haja expectativa de virada para a faixa receptora mais próxima; e projetar para que os veículos de emergência possam utilizar a área do cruzamento para fazer as conversões. Essa alteração viabiliza o prolongamento de esquinas, diminui a distância de travessia, reduz as velocidades na interseção, impede o estacionamento nas aproximações e aumenta a visibilidade dos pedestres (CTTU, 2023).

5 PROPOSIÇÃO E RESULTADOS: PROJETO JARDIM MONTE VERDE

Um bom exemplo de ação realizada na cidade do Recife onde foram aplicadas algumas das ferramentas mencionadas anteriormente foi o projeto de intervenção em Jardim Monte Verde. Área com grande fluxo de pessoas e circulação de automóveis, motocicletas e veículos de grande porte, como ônibus e caminhões, além de possuir uma larga geometria no cruzamento, estacionamento desordenado e altos índices de sinistros de trânsito, o projeto de transformação obteve êxito por contar com a participação ativa dos moradores da região.

Jardim Monte Verde é uma localidade próxima à Avenida Serra da Mantiqueira e à Avenida Chapada do Araripe, situado no bairro da Cohab e área de morro na zona sudoeste do Recife, próximo aos limites de município do Recife e Jaboatão dos Guararapes (figura 8). Antes da intervenção realizada em 2021, não havia infraestrutura dedicada aos pedestres, gerando um ambiente inseguro, onde os veículos motorizados circulavam em altas velocidades (mais da metade trafegavam em uma velocidade acima de 30km/h) e 94% dos pedestres utilizavam o leito viário para suas caminhadas (CTTU, 2023).



Fig. 8: Antes e depois em Jardim Monte Verde, Recife. Fonte: CTTU, 2023

Como não existiam espaços públicos no bairro para eventos festivos, socialização dos moradores e brincadeiras das crianças, o cruzamento era utilizado pela comunidade, mas gerava uma sensação de insegurança em relação ao tráfego dos veículos motorizados para cerca de 84% das pessoas. Apenas 7% do espaço era destinado aos pedestres, embora 86% das pessoas que chegavam ao largo se deslocavam a pé ou de bicicleta. Neste sentido, com o objetivo de garantir segurança e atratividade para a população local, a intervenção criou uma área de convivência para os moradores com redução de velocidade baseada nos princípios e parâmetros de boas práticas para segurança viária realizadas pelo mundo através da inversão de prioridades e redesenho do espaço viário (figura 9).



Fig. 9: Espaço de convivência para a comunidade local. Fonte: CTTU, 2023

Além disso, com a criação do espaço de convivência foi possível reduzir as distâncias de travessia e fazer a pintura de faixas de pedestres, disciplinando os deslocamentos no local, tanto para pedestres quanto veículos (figura 10). Foi possível demarcar os espaços para os diversos atores do local e indicar aos veículos motorizados a priorização do espaço para os mais vulneráveis.



Fig. 10: Travessia de pedestres bem sinalizadas. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

Foi implantada no local uma área de trânsito calmo com limite de velocidade regulamentada de 20km/h, além de estratégias de moderação de tráfego (redução das faixas de tráfego e implantação de lombadas). Significa que 774m² de área foram recuperadas para os pedestres, onde foram implantada praça com pinturas de piso e brincadeiras para crianças, mobiliada com bancos, mesas e jardineiras (figuras 11 e 12). Isso significa que a interseção que antes tinha 93% do espaço dedicado ao tráfego motorizado passou a ter, com a transformação, 48,5% do seu espaço voltado para os pedestres (figura 12). Além disso, foi implantado também 1,4km de pista de *cooper* nas margens do canal da Av. Chapada do Araripe, com mais espaços de lazer e esporte.



Fig. 11: Espaço de permanência para as pessoas. Fonte: Rodolfo Loepert, 2022



Fig. 12: Espaço com segurança para os pedestres. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

Merece destaque nesse processo de transformação da rua, a participação da população do entorno na definição da proposta a ser implantada, através de reuniões e durante a implantação do projeto de urbanismo tático (figura 13).



Fig. 13: População participando da implantação do projeto. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

Esse apoio foi essencial na mudança do espaço urbano, tanto que 85% dos moradores entrevistados relataram se sentir seguros ou muito seguros após a intervenção e 98% das pessoas acham que o pedestre deve ser priorizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se constatar que o desenho da rua cumpre um papel importante para os deslocamentos urbanos, não somente dos pedestres, ainda que a abordagem tenha sido neste âmbito, mas para todos os usuários da rua. Encurtar as distâncias de travessias, com prolongamento das calçadas, e reduzir o tamanho do raio de giro foram algumas das ferramentas apresentadas como forma de diminuir os sinistros de trânsito e priorizar o espaço destinado aos pedestres. Não somente trazendo conceitos, o Manual do Desenho de Ruas do Recife (MDR) demonstra que a cidade, nos últimos anos, vem aplicando esses parâmetros em suas intervenções.

Sendo assim, para além dos limites do território, é importante destacar o MDR como ferramenta essencial para mudança de paradigma na mobilidade urbana, onde a priorização dos modos ativos e do transporte público coletivo deve ser uma realidade para transformação de cidades cada vez mais inclusivas, seguras, atrativas, conectadas e multimodais.

A intervenção em Jardim Monte Verde reflete essa mudança de paradigma e ressalta a importância do envolvimento dos vários setores da gestão pública, da iniciativa privada e da sociedade civil neste processo de transformação. O projeto pode traduzir o sentimento de segurança e de priorização do espaço para as pessoas que utilizam a área.

7 REFERÊNCIAS

Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU (2023) **Manual de desenho de ruas do Recife**, CTTU, Recife, Brasil.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2010) **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas- IPR. Publ.740,** DNIT, Rio de Janeiro, Brasil.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) **Censo 2022**, available at: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/ (accessed 20 September 2023)

Governo Federal do Brasil – Ministério dos Transportes (2024) **Sistema Seguro e Visão Zero**, available at: www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/sistema-seguro-e-visao-zero (accessed 12 February 2024)

National Association of City Transportation Officials (2018), Global Designing Cities Initiative - GDCI. **Guia global de desenho de ruas**. Tradução de Daniela Tiemi Nishimi de Oliveira, Editora Senac São Paulo, São Paulo.

Organização das Nações Unidas (2017) Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável - Habitat III. **Nova agenda urbana**, available at: www.habitat3.org (accessed 21 November 2022)

Prefeitura da Cidade do Recife (2023) **Relatório Anual de Segurança Viária Recife 2022,** Secretaria de Política Urbana e Licenciamento, Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife, Recife, Brasil.

World Resources Institute (2016) **O Desenho de Cidades Seguras: Diretrizes e exemplos para promover a segurança viária a partir do desenho urbano,** Editora EMBARQ, Porto Alegre, Brasil, available at: www.wribrasil.org.br (accessed 10 March 2020)

CIDADE DE MADEIRA: ENTRE PATRIMÔNIO E LEGISLAÇÃO URBANA

A.B. Skowronski, C. F. Cardoso e R. D. Silva

RESUMO

Na contemporaneidade, a cultura presente nas tradições de uso e ocupação do território enfrenta desafios significativos. A legislação urbana influencia a transformação do espaço urbano e, em Maringá (PR), as constantes alterações no zoneamento incentivam a substituição de edificações, inclusive em bairros populares. Na era da espetacularização urbana, a cultura é tratada como produto de consumo. A preservação do patrimônio cultural enfrenta obstáculos como a necessidade de reconhecimento pela população, gestão eficaz e políticas territoriais sujeitas às pressões do mercado imobiliário. Através do levantamento da legislação urbanística, do levantamento fotográfico das edificações em madeira na Vila Operária em 2014 e 2024, e de entrevistas com historiadores locais, discutiu-se o impacto das mudanças tipológicas e dos apagamentos da arquitetura em madeira, representativa das primeiras décadas de Maringá. A construção em madeira, especialmente com peroba-rosa, é um bem patrimonial do Paraná e importante referência na formação da cidade.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Maringá, localizada ao norte do estado do Paraná, faz parte de um grande projeto regional que implantou cidades no início do século XX. Com o intuito de valorizar a região onde seria implantada a cidade e transformá-la em um polo regional, foi desenvolvido um projeto urbanístico pelo engenheiro Jorge de Macedo Vieira. Com traçados retos e linhas curvas, referências do urbanismo inglês das cidades jardins, o engenheiro, que implementou essa prática no Brasil, foi responsável por outros projetos em São Paulo e interior, além de desenvolver projetos urbanos para outras cidades no país. (Rego, 2001)

O plano para Maringá foi além do traçado urbano, prevendo áreas verdes, distribuição social da população e setorização de espaços públicos e serviços. Também definiu a morfologia do bairro Vila Operária, que se tornaria um bairro popular devido à sua localização estratégica perto do setor industrial. Com o tempo, a grande dimensão dos lotes (cerca de 600 m²) levou à implementação de uma legislação urbana que incentivou a ocupação intensa. Os primeiros lotes foram vendidos no mesmo ano, mas a ocupação começou nos anos seguintes, pois muitos proprietários ainda viviam na área rural.

O bairro recebeu pessoas de diferentes origens, abrigou indústrias e serrarias, e fortaleceu o comércio local. Criado para uma população de menor renda, seu papel era apoiar os

migrantes que chegavam a Maringá. Planejado para incluir serviços como hospital, escola e espaços de lazer, muitos lotes destinados ao uso público foram ocupados por residências particulares.

Além do projeto urbanístico distinto, o bairro tinha diversas construções de madeira, principalmente de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), uma espécie nativa. Essa arquitetura é um patrimônio do Paraná e foi referência na formação de várias cidades, incluindo Maringá. Edifícios públicos e residenciais foram construídos com madeira da mata nativa. Serrarias e carpinteiros trabalhavam na construção de moradias para os novos moradores, mas essa arquitetura foi rapidamente substituída.

Nos anos 1970, mudanças urbanas e investimentos estaduais, como pavimentação e redes de esgoto, elevaram o custo dos lotes e moradias. Isso levou à divisão dos lotes em duas unidades e ao início da gentrificação, fazendo com que muitos migrassem para novos bairros com lotes menores e mais baratos, como o Jardim Alvorada.

A propaganda da terra promissora, os anseios de transformar a cidade em uma vitrine do seu tempo, a ação constante de reformas e projetos de lei vem alterando significativamente a paisagem urbana. A Vila Operária se torna hoje um palimpsesto onde se reconhecem edificações de todos os períodos de sua história: as casas de madeira, de alvenaria, os sobrados e os edifícios de até 6 andares, superados a cada dia pelos edifícios que chegam a mais de trinta pavimentos. Apesar de a evolução urbana trazer vivacidade e promover espaços condizentes com as necessidades da sociedade e de seu tempo, os custos para tanto vem se refletindo nas perdas de uma história que pouco conseguiu se assentar na memória.
Nesse estudo, pretendeu-se apresentar as mudanças no bairro da Vila Operária a partir dos apagamentos da arquitetura em madeira, especialmente entre 2014 e 2024, intervalo de tempo em que foram realizados levantamentos dessa tipologia no bairro. Previamente, foram realizadas visitas exploratórias nas diferentes zonas da cidade que ainda mantém em sua estrutura as edificações em madeira (25/07/22, 05/08/22, 23/09/22, 19/10/22) e realizadas entrevistas com dois historiadores para que se definisse o recorte para a pesquisa. A Vila Operária, com forte cultura local e mais de 300 exemplares em madeira identificados em 2014 foi o recorte escolhido para a pesquisa. O bairro sofre intensa transformação nos dias atuais e ainda guarda reminiscências que remetem a um passado prestes a desaparecer.

Com o levantamento já realizado pelo grupo de pesquisa LAPHA[1], em 2014, pode-se identificar as mudanças na paisagem através das perdas da arquitetura em madeira do bairro, confirmadas pelo levantamento que encerrou em 2024. Um dos importantes fatores para essas mudanças se deu a partir das recorrentes alterações na legislação urbana da cidade desde sua fundação e hoje persiste devido à atuação incisiva do setor imobiliário especificamente nesta região. Procura-se refletir, a partir disso, sobre o distanciamento ainda existente entre as discussões inferidas à legislação urbana e a importância da preservação e do reconhecimento da história da cidade, ainda presente em alguns setores do bairro objeto deste estudo.

[1] LAPHA - Laboratório de Pesquisa em Habitação e Assentamentos Humanos, grupo de pesquisa da Universidade Estadual de Maringá.

2 ORDENAMENTO E PRESERVAÇÃO

Planejar e preservar são ações que compõem e transformam a história das cidades e tem no campo do urbanismo e do planejamento urbano suas bases teóricas. A prevalência do planejamento sobre a preservação passou a ser foco de debates no contexto da renovação urbana, período do Movimento Moderno e da elaboração da Carta de Atenas, em 1964, quando se percebe a importância da história e dos elementos que compõem a cidade que guardam sua memória. Graças a inúmeras perdas ocorridas nos centros históricos nesse período, os agentes da preservação passam a incorporar o tema nas discussões do planejamento urbano. As discussões no campo do patrimônio procuraram ampliar seu conceito para além da materialidade e abriram caminho para o entendimento da cidade e seu espaço urbano como bem cultural.

Para Meneses (2006, p. 39)

> (...) a cidade culturalmente qualificada é boa para ser conhecida (pelo habitante, pelo turista, pelo que tem aí negócios a tratar, pelo técnico, etc.), boa para ser contemplada, esteticamente fruída, analisada, apropriada pela memória, consumida afetiva e identitariamente, mas também, e acima de tudo, é boa para ser praticada, na plenitude de seu potencial.

E Carlos Nelson, aprofunda a reflexão ao relembrar que os lugares não são por si só uma configuração espacial urbana, mas "dizem de uma só vez uma porção de coisas para um monte de gente." (1986, p. 60), enfatizando as dificuldades impostas pelo zoneamento nas cidades brasileiras durante o século XX, que esfacelaram culturas e significados reconhecidos por grupos que efetivamente ocupavam o espaço. Alerta o autor:

> Com os pretextos da renovação, do progresso, da higiene, das razões do mercado, da circulação etc. foram quebradas continuidades, sob todos os pontos de vista (exceto o do arbítrio de minorias) expressivas e desejáveis. (Santos, 1986, p. 60).

Deste modo, entender a cidade como um bem cultural sugere um estudo integrado sob três aspectos: a dimensão do artefato, sua materialidade e construção histórica; a dimensão do campo de forças; onde ocorrem tensões e conflitos na economia, política, vida social, processos culturais, e por fim, a dimensão das significações, que conferem sentido e compreensão ao espaço. Assim, a estrutura urbana e seu contexto de formação histórica, alvos da intervenção humana através de apropriações e do uso cotidiano, deveriam sugerir caminhos no gerenciamento da cidade equilibrados entre preservação e mudanças.

Ao se reconhecer o patrimônio cultural de uma cidade são percebidas as maneiras pelas quais a municipalidade atua em sua preservação e inserção urbana. Muitos bens tombados se encontram isolados e sem uso na cidade contemporânea, regra que não é diferente na cidade de Maringá. Pode-se observar que essas situações resultam da atuação de órgãos públicos e sociedade organizada que prezam pela renovação, pela busca incessante de novas tecnologias e novos modelos edilícios que reforcem seu caráter de pólo regional e cidade em pleno desenvolvimento. Logo, o ordenamento urbano como um todo, frutos de dita o patrimônio cultural do lugar, que marcha em paralelo, lentamente, para se firmar como memória da cidade e de sua população.

2.1 Legislação urbana e patrimônio

A relação entre preservação patrimonial e ordenamento territorial é vista nos movimentos de transformação urbana. A renovação urbana, adotada por políticas modernistas, muitas vezes resultou na demolição de centros urbanos e históricos. Esse fenômeno, comum nas metrópoles, destaca a questão patrimonial devido à perda de grandes áreas urbanas.

Institucionalmente, a Carta de Atenas de 1931 já apresentava uma preocupação quanto à conservação de conjuntos urbanos ao propor recomendações para preservação de monumentos, ainda que mantivesse uma ressalva nesse processo de conservação: a questão da salubridade de espaços ocupados por grupos sociais muitas vezes menos favorecidos. Complementarmente a Carta de Veneza em 1964, passa a compreender o patrimônio como parte integrante de um conjunto urbano que, somado à ampliação de seu conceito, passa a ser discutido como patrimônio ambiental urbano.

O desenvolvimento do conceito de patrimônio ambiental urbano permitiu que se aproximasse patrimônio e ordenamento territorial em dois sentidos: na valorização dos conjuntos urbanos e na percepção de outros valores referentes ao patrimônio, como sua dimensão social e ambiental (Tonasso, 2017, p.6). O reflexo, no Brasil, foi sua contribuição na construção das diretrizes nacionais para o desenvolvimento urbano encampada pela Secretaria de Planejamento do Paraná e pelo Programa Cidades Históricas. Sendo percebido os excessos da renovação urbana, um dos objetivos do Plano Nacional de Desenvolvimento, chamando a atenção para os beneficiários destas intervenções, que muitas vezes excluíam moradores locais mais antigos (Tourinho e Rodrigues, 2020).

Nas Cartas e declarações internacionais, como a Declaração de Amsterdã em 1975 e a Recomendação de Nairobi de 1976, foram apresentadas instruções sobre a inserção da preservação do patrimônio no planejamento urbano bem como o reconhecimento de conjuntos históricos e tradicionais que fazem parte do cotidiano das cidades. Nesse conjunto de recomendações, a Carta de Washington, de 1987, que relaciona a salvaguarda de cidades ou bairros históricos ao planejamento urbano para a promoção do desenvolvimento econômico e social, é fundamental no entendimento do papel dos bairros e das paisagens nos processos evolutivos das cidades (Tourinho e Rodrigues, 2020).

Por outro lado, no que tange a legislação urbanística, a Constituição Federal (1988) e o Estatuto da Cidade (2001)[2] apresentam os instrumentos passíveis de promover o desenvolvimento urbano e valorizar as camadas históricas que compõem a estrutura urbana e social das cidades brasileiras. A partir de então, os planos diretores, instrumentos de regulamentação das políticas urbanas nos municípios, também incorporaram em seus textos, alguns artigos voltados à preservação do patrimônio histórico local.

Na cidade de Maringá, a discussão sobre o patrimônio cultural na pauta do planejamento urbano é relativamente recente. Um importante recurso foi previsto na Lei Complementar nº632/2006 e regulamentado pela LC nº 909 em 2011 que diz respeito à transferência de potencial construtivo. O instrumento prevê a utilização do potencial construtivo de um terreno que esteja impedido de se utilizar, como em áreas de proteção ambiental, histórica e cultural. Segundo o Estatuto da Cidade esse instrumento pode contribuir na preservação de

2 Brasil (1988) **Constituição Federal de 1988**, Brasília.

Brasil (2001) **Estatuto da Cidade**. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, Brasília

setores históricos da cidade e permitir que proprietários não percam o potencial construtivo instituído pelo zoneamento, podendo utilizá-lo em outras áreas da cidade.

Ainda em Maringá, a Comissão Especial de Preservação do Patrimônio Histórico, Artístico e Cultura (CEPPHAC) atua nos processos de reconhecimento e preservação dos bens materiais e imateriais da cidade, amparados pelo Decreto nº2/2022 que regulamenta o processo de salvaguarda e conservação dos Bens Culturais de Maringá. Esse decreto fortalece o papel da comunidade no reconhecimento e na consolidação dos bens da cidade, na medida que atribui aos munícipes a possibilidade de abertura do processo administrativo.

Mas o que se observa, historicamente, são planos diretores e emendas voltadas especificamente ao zoneamento e à lei de uso e ocupação do solo, dedicando seções ao patrimônio cultural e histórico como forma de atender aos requisitos das legislações já citadas anteriormente. Ressalta-se que o Plano Diretor de Maringá, revisado em 2023 e publicado em 2024, resguarda um setor denominado Zona Especial de Interesse Histórico e Cultural que precisa de regulamentação específica. Não é objetivo do trabalho analisar as leis vigentes no município desde sua fundação, mas sim avaliar seus impactos na transformação de uma paisagem representativa de Maringá, o bairro da Vila Operária e suas edificações em madeira.

2.2 A Vila Operária

A Vila Operária (Zona 3) localiza-se entre a Avenida Mauá, entre a Praça Rocha Pombo e a Praça Abilon Souza Naves e Avenida Laguna, à leste do centro cívico da cidade de Maringá e junto ao Parque do Ingá, sendo também denominada Zona-3. Sua ocupação a partir do projeto do Engenheiro Jorge de Macedo Vieira para Maringá (figura 1), foi delimitada em um território de 70 alqueires divididos em 70 quadras de diferentes tamanhos. Os lotes somaram 1.434 lotes acrescidos dos espaços destinados à implantação das indústrias, após a Av. Mauá, com 600 m². O bairro carrega consigo todos os adjetivos que o próprio nome sugere: um bairro que recebeu os trabalhadores do campo e de diferentes regiões do país (nordestinos, paulistas, mineiros etc) como imigrantes (italianos, portugueses etc) desde fins dos anos 40.

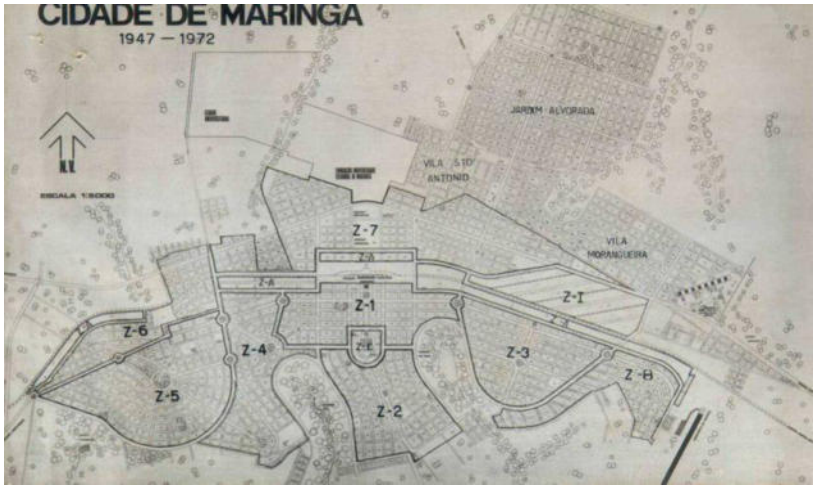


Fig. 1 Mapa de Maringá no 25º aniversário (Acervo do Museu da Bacia do Paraná/ UEM)

A legislação urbana da cidade de Maringá é peculiar no que tange a ocupação e as caraterísticas do bairro da Vila Operária. O Código de Posturas e Obras nº 34/59, contém traços do urbanismo sanitarista e prevê a demolição de edificações que prejudiquem a estética da cidade (especificamente em madeira), principalmente em ruas principais. Esse Código só vai ser alterado efetivamente pelas leis de 1968: nº 624, nº 625 e nº 626 - Zoneamento, Parcelamento do Solo e Código de Obras. Essa foi uma lei tecnicista que apresentava a demarcação do perímetro urbano e zonas da cidade aptas a maior densificação e verticalização, fatores que contribuíram para as mudanças no valor do solo em pontos centrais da cidade. Destaca-se que as emendas realizadas à essa lei permitiram às zonas denominadas ZR2 (nas quais se incluía a Vila Operária) uma redução da testada do lote, de 15m² para 10m², o que gerou aumento do número de lotes em algumas quadras.

Ainda com gabaritos de até dois pavimentos, a zona residencial definida na Vila Operária se manteve homogênea apesar das mudanças na legislação. No entanto, os anos 1970 marcaram um período de grande mobilidade urbana, principalmente devido à geada nos campos que destruiu grande parte da produção cafeeira. Ao mesmo tempo, a expansão da cidade abre novas possibilidades para os moradores locais, como a implementação do bairro Jardim Alvorada, significativo na estrutura urbana da cidade.

A legislação aprovada em 1983 (Lei de Zoneamento 1736/83) veio atender o setor imobiliário, ampliando as possibilidades de uso e ocupação do solo. Definia o coeficiente 10 como aproveitamento e 100% de taxa de ocupação para a Zona Comercial Central (ZC1), isso associado a implantação de infraestrutura e aos interesses do setor imobiliário, esclarece a verticalização ocorrida na cidade na década de 1980. Especificamente na Vila Operária, as alterações da Lei 1736/83 em relação à Lei 624/68, mostram a permissão de novos usos tanto na Zona Comercial (ZC1) como na residencial (ZR4). Foram, também, incluídas as Avenidas Riachuelo e Paissandu como vias de uso misto - em leis anteriores as avenidas se enquadravam em uso comercial.

Junto à mudança dos índices urbanísticos está a imposição relativa à edificação em madeira, proibida a partir de então para não prejudicar o "progresso" da cidade. Essa proibição ocorreu na área do projeto implantado pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná - CMNP, principalmente. As alterações constantes neste plano são resultado da negociação entre agentes e poder público, o que promoveu uma fragmentação da ocupação do território maringaense. (Beloto, p. 116). Esse período foi marcado pelo incentivo à verticalização, ao uso comercial e de serviços em algumas ruas do interior da Vila Operária gerando um aumento de densidade gradual no bairro, que teve 35 projetos de edifícios aprovados na década de 1980.

Em seguida, a Lei Complementar 03/91 promoveu mudanças nas ruas transversais que se aproximam das avenidas Brasil e Mauá, como as ruas Santos Dumont, Neo Alves Martins e Marcílio Dias, habilitando-as a usos como comércio e serviços e uma maior ocupação do solo, que passa a ser de 90% para esses usos. A altura máxima de oito pavimentos promoveu uma mudança na paisagem do bairro a partir do Parque do Ingá. As mudanças nas vias principais, de uso misto para eixo de comércio e serviços (ECS) ampliaram a diversidade de usos do bairro no período de mudanças políticas e econômicas no país.

Mas foi a Lei Complementar 331 de 1999, alterada pela LC 340/2000, que abriu uma nova frente no bairro, modificando o uso do solo de uma parte de seu território onde poderiam ser incorporados outros comércios e serviços. As alterações junto ao bairro seguiram o processo

de verticalização da cidade que foi favorecida pela incorporação de parte da região ao macrozoneamento Zona Central, estabelecido no plano de 2006 (Lei 632/2006). Esse conjunto de leis, permeado por um elevado número de alterações através de Leis Complementares, foi assertivo na mudança da paisagem da Vila Operária, que já tem sido chamada nos dias de hoje de Zona 3 (Beloto, 2004; Mendonça, 2011).

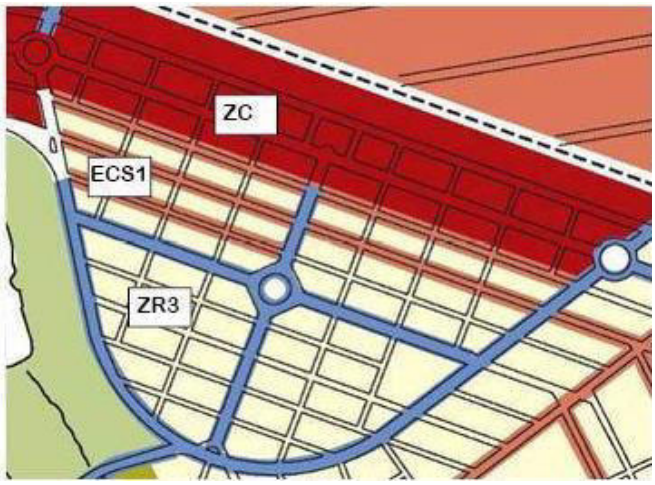


Fig. 2 Recorte da Vila Operária com informações sobre as alterações da Lei 46/94 (Mapa organizado por Beloto ,2004, e modificado pelos autores, 2024)

O mapa representado na figura 2 contribui para a compreensão das mudanças já citadas na legislação e que irão contribuir também para uma nova paisagem da Vila Operária, que ocorreu de maneira gradual a partir dos anos 2000 e bastante acelerada após 2015. Um objetivo que vinha se consolidando desde a lei de 1991 era a uniformização das áreas, tentando reduzir a caracterização específica das zonas propostas no projeto original. Em uma proposta de valorização da densidade, as ZR 2 e 3 foram implementadas em quase toda a área urbana, a depender da disponibilidade de infraestrutura de cada local (Beloto, 2004). No caso da Vila Operária, o zoneamento através da ZR3 estimulou os edifícios até oito pavimentos, o uso misto e as mudanças na taxa de ocupação das datas promoveram o aumento da densidade do bairro.

O resultado pode ser acompanhado desde esse período, a partir do qual diferentes tipologias são reconhecidas no bairro, desde edifícios com 4 e 5 pavimentos (construídos antes da Lei de 1991) até os de 12 a 22 (que foram resultado das alterações da legislação após 1994). Em 2008 e 2009 novas empresas passaram a atuar no mercado imobiliário da cidade que, com essa abertura, passa por um novo processo de verticalização resultando na demolição de grande parte das edificações em madeira, mas, também, inúmeras em alvenaria, em acordos firmados por proprietários e empreiteiras, que tem buscado desapropriar cerca de 4 a 5 lotes para a construção de um edifício.

2.3 Apagamentos

As reminiscências da cidade de madeira percebidas em percursos dentro da Vila Operária[3] revelam que há, por trás de suas histórias, uma história da cidade de madeira que insiste em permanecer, apesar dos eventos que ocorreram em favor de uma grande mudança na estrutura, na paisagem, no caráter e nos meandros do cotidiano do bairro. A história do bairro

3 Foram realizadas visitas exploratórias nas diferentes zonas da cidade que ainda mantém em sua estrutura as edificações em madeira (25/07/22, 05/08/22, 23/09/22, 19/10/22) e realizadas entrevistas com dois historiadores para que se definisse o recorte para a pesquisa.

se constroi com a presença da madeira. Não por acaso inúmeras serrarias se instalaram na região. A própria Companhia de Melhoramentos Norte do Paraná manteve uma pequena colônia de trabalhadores em algumas casas localizadas na rua Barroso. Outros serviços e fábricas foram instalados na Vila Operária, resultando em um bairro ativo composto por uma população trabalhadora.

Desde os anos de 1953 observa-se a ocupação das datas e o acréscimo de outras edificações junto às casas de madeira inicialmente implantadas. Muitas vezes a segunda casa era alugada para aumentar a renda da família ou ainda recebia uma parte da família que migrava para a cidade. Ainda que permanecessem no terreno as casas em madeira, novas moradias foram sendo construídas em alvenaria e algumas, ainda, substituídas. A chegada da infraestrutura e a pavimentação das ruas já nos anos 1970 refletiram também na substituição de edificações em madeira por alvenaria, mantendo, em muitos casos, a fachada e implantação iguais à antiga moradia. As figuras 3 a 5 mostram algumas edificações que pertenceram (figura 3) e ainda permanecem (figuras 4 e 5) no bairro.







Fig. 3, 4 e 5 Edificação demolida em 2015, na quadra 18, para construção de um edifício. À direita, edificação na Rua Marcílio Dias, quadra 41, permanência junto à praça do bairro. (Levantamento LAPHA, 2015, e Levantamento dos autores, 2024)

Nesse mesmo impulso, a Igreja São José, ponto de referência dos moradores do bairro e da própria cidade, local de encontros festivos e religiosos, foi reconstruída em alvenaria em 1954. Assim como o Cine Horizonte, onde foram exibidos filmes que circulavam em todo o país no período, e ocupava uma edificação toda em madeira até os anos 1960, na Av. Brasil, quando passou a ocupar um edifício em alvenaria na Av. Riachuelo esquina com a Rua Neo Alves Martins, inaugurado em 1966 (Maringá, 2002). Segundo Mendonça (2011), a década de 1960 representou outras mudanças importantes para a Vila Operária, que impactam na memória e nas referências de seus moradores, como o campo de futebol e a nova reforma da igreja São José.

Os aspectos citados são importantes para o debate proposto, já que essas mudanças também contribuirão para a mudança na paisagem urbana que se observou já nos anos 2000. A figura 6 mostra um recorte da Vila Operária, especificamente do setor analisado neste trabalho. Já nos anos 1950, as ocupações dos lotes começam a se ampliar, principalmente junto às Avenidas Mauá e Brasil, que delimitam o bairro.



Fig. 6 Vista aérea da Vila Operária nos anos 1950 (Gerência de Patrimônio Histórico, Revista A Pioneira, 1952)

Se o que se buscava era a construção de uma história com vistas para o progresso e para o desenvolvimento, esses eventos contribuíram para que o passado e suas contradições ficassem de fora do enquadramento da memória que se queria da cidade. Pollak (1989, p.12) alerta para as vozes silenciadas pela forma com que se olha para o passado e se projeta o futuro.

> Se a análise do trabalho de enquadramento de seus agentes e seus traços materiais é uma chave para estudar, de cima para baixo, como as memórias coletivas são construídas, desconstruídas e reconstruídas, o procedimento inverso, aquele que, com os instrumentos da história oral, parte das memórias individuais, faz aparecerem os limites desse trabalho de enquadramento e, ao mesmo tempo, revela um trabalho psicológico do indivíduo que tende a controlar as feridas, as tensões e contradições entre a imagem oficial do passado e suas lembranças pessoais.

Recuperar a história da cidade de madeira também significa identificar no artefato urbano suas ausências, conforme pode ser observado no mapa 1, em que se destacam em amarelo as edificações demolidas até 2023. O primeiro quadrante, localizado entre as avenidas Mauá, Laguna, Paissandú e Riachuelo, onde a lei de uso de ocupação e a lei de zoneamento interferiram já nos anos 1990 apresentam a maior perda de construções de seu período original, como pode ser observado nos mapas comparativos de dois períodos, abaixo apresentados.

Os quarteirões arrasados pela permissividade autorizada no zoneamento e nas diretrizes urbanísticas desde os anos 1990 são facilmente identificados nos mapas. Quadras com lotes contíguos que tiveram suas edificações demolidas em conjunto deram lugar a edifícios de grande porte, como é o caso da quadra 18, na Av. Brasil, em que quatro datas em que estava instalada uma marcenaria foram desocupadas para ser instalado um edifício de 17 pavimentos, em execução. A rua Neo Alves Martins foi a que recebeu mais edifícios durante o período apresentado, avenida que se consolidou como Eixo de Comércio e Serviço e ampliou a possibilidade de uso do solo desde a lei de 1991. Essa rua apresenta hoje inúmeras clínicas de atendimento à saúde e um intenso movimento de veículos, apesar de manter o porte das demais vias do bairro.



Mapa 1 Levantamento de 2015 onde se destacam em amarelo as edificações demolidas durante o período de análise. (LAPHA e Prefeitura Municipal de Maringá, modificado pelos autores, 2023)

Outra rua que apresenta uma transformação mais recente é a Marcílio Dias. Todas as quatro quadras, 34 a 37, tiveram grandes perdas de sua arquitetura em madeira em 2021 e 2022 sendo substituídas por edifícios de 8 a 27 pavimentos, impactando nas edificações de antigos moradores que ainda permanecem na região. Ainda na rua Marcílio Dias, a quadra 40, entre as ruas Henrique Dias e Vital de Negreiros recebe dois edifícios de 21 e 26 pavimentos, em execução ocupando nove datas da quadra que está dividida em 22 datas. As mudanças na paisagem e os contrastes aqui demarcados podem ser observados nas imagens.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A legislação urbana da cidade de Maringá foi fruto de agentes com interesses diversos, mas contou com a participação efetiva de grupos empresariais locais e associações comerciais que geraram a instituição de emendas em todos os planos propostos desde o princípio. Desde o Código de Posturas, com a proibição da construção de edificações em madeira nas ruas principais da cidade, até às 293 leis complementares (Beloto, 2004, p. 137) que mudaram principalmente parâmetros urbanísticos nas leis de 1991 a 1999 (Lei 44/94 e Lei 46/94), a cidade tem sido impactada por mudanças em curtos espaços de tempo.

Nesse contexto, perceber as especificidades dos bairros da cidade, em uma abordagem de dentro como sugere Magnani (2002), permite que se reconheçam os atores locais que participam do processo de transformação. A perspectiva de perto vai além de justificar a dinâmica urbana como fruto do capitalismo e revela as consequências de uma legislação flutuante ao longo do período de formação da cidade. Ao mesmo tempo em que busca uma certa homogeneização na ocupação do solo, reduzindo os tipos de zoneamento residencial, por exemplo, incentiva a verticalização em proporções incompatíveis com estruturas viárias e infraestrutura urbanas já existentes.

Da mesma forma, pouco espaço se abre ao debate do patrimônio histórico local. Muito se deve ao seu caráter de cidade nova, mas, também, à construção de uma memória baseada no progresso e no desenvolvimento como fundamentais para a existência e perseverança da região norte do Paraná. Somente nos anos 1980 é que se passou a discutir e construir uma legislação para a proteção do patrimônio na cidade de Maringá através do Projeto Memória que resultou na implementação da Lei 2.297/87 para regulamentar as políticas patrimoniais do município (Maringá Histórica, 2024).

No conjunto de bens tombados pela municipalidade merecem destaque três capelas em madeira e a casa onde funciona o Museu da Bacia do Paraná, também em madeira. Possuindo essas referências, entende-se como relevante o reconhecimento das edificações em madeira que compõem a paisagem da cidade, especialmente na Vila Operária, por representarem ainda hoje um momento significativo na formação da cidade, além de reproduzirem uma cultura que é característica do estado do Paraná, o uso das técnicas e da madeira de lei na produção da moradia.

A importância de se informar sobre esse patrimônio à gestão municipal e exercitar o reconhecimento dessa arquitetura em madeira junto aos próprios moradores, contribui para garantir discussões nos conselhos de planejamento que possam resultar em uma efetiva participação dos bens representativos de todas as culturas e identidades no contexto da legislação urbana. Pensar o direito à cidade é incorporar os princípios estabelecidos pelo Estatuto da Cidade e reconhecer, conforme sugere o conceito de patrimônio ambiental urbano, a função ambiental e social dos bens culturais na interpretação do patrimônio local, garantindo sua presença e força na legislação que atua na preservação e transformação dos espaços históricos da cidade.

A Vila Operária em Maringá representa um campo de disputas entre a memória e a ação do mercado imobiliário que se intensifica nos últimos anos. Entre apagamentos e permeando os novos usos do bairro, ressoam nos habitantes histórias de uma comunidade que se construiu a partir das edificações em madeira, bem como dos pontos de encontro, dos carpinteiros e serrarias que ali se estabeleceram. Os conjuntos que ainda permanecem no bairro estão sujeitos à legislação vigente que amplia as possibilidades de atuação do mercado imobiliário. O debate sobre o patrimônio ainda não se aproximou dessa cultura vernacular fruto da história local. Esse é um momento crucial para o bairro e seu futuro. Muito mais que materialidade, o valor desses bens está relacionado ao contexto em que são inseridos e aos agentes que os mantêm.

4 REFERÊNCIAS

Beloto, G. (2004) **Legislação urbanística: instrumento de regulação e exclusão territorial - considerações sobre a cidade de Maringá**, Maringá.

Cordovil, F. (2010) **A aventura planejada: engenharia e urbanismo na construção de Maringá, PR - 1947 a 1982**, Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos.

ICOMOS (1999) **Conselho Internacional de Monumentos e Sítios**, Carta sobre o Patrimônio Vernacular Edificado, Curitiba.

Magnani, J. G. C. (2002) De perto e de dentro: notas para uma etnografia urbana, **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 17 (49), 11-29.

Maringá Histórica (2024) A Preservação em Maringá, **Maringá Histórica**. Disponível em: <https://www.maringahistorica.com.br/index.php/2009/04/preservacao-em-maringa.html#:~:text=A%20primeira%20lei%20voltada%20para,de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20patrim%C3%B4nio%20cultural.> (Acessado: 11 maio 2024).

Mendonça, I. (2011) **A evolução urbana: o caso da Zona 3 em Maringá**, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Meneses, U. B. (2006) A cidade como bem cultural: áreas envoltórias e outros dilemas, equívocos e alcance da preservação do patrimônio ambiental urbano, **Patrimônio: atualizando o debate**, São Paulo.

Prefeitura do Município de Maringá, Secretaria da Cultura, Gerência de patrimônio Histórico (2002) **Memória dos bairros: Vila Operária**, Maringá.

Prefeitura Municipal de Maringá, Gerência do Patrimônio Histórico (1952) Uma cidade feita em menos de 4 anos, **Revista A Pioneira**, (11).

Rego, R. L. (2001) O desenho urbano de Maringá e a ideia de cidade-jardim, **Acta Scientiarum Maringá**, 23 (6), 1569-1577.

Sampaio, A.; Soares, G. (2021) Preservar não é (só) tombar: O (o)caso da rua da Carioca, Rio de Janeiro, **Arquitextos**, Vitruvius, (252.07).

Santos, C.N.F. (1986) Preservar não é tombar, renovar não é por tudo abaixo, **Revista Projeto**, 6.

Tonasso, M.C.P. (2017) O patrimônio ambiental urbano e sua relação com os instrumentos urbanísticos de preservação na cidade de São Paulo, **Revista Centro de Preservação Cultural**, (23), 12-39.

Tourinho, A. O.; Rodrigues, M. (2016) Patrimônio ambiental urbano: uma retomada, **Revista CPC**, 22, 70-91.

Zancheti, S. (2023) Conservação Integrada e Planejamento Urbano: uma revisão, **Cadernos de estudos sociais**, 19 (1), 107-124.

PLANEJAR A NATUREZA NA CIDADE EXISTENTE

S. J. Maciel e A. M. O. Reynaldo

RESUMO

O artigo proposto pretende colocar em debate processos de requalificação urbana que têm com premissa considerar a natureza como protagonista da requalificação das cidades existentes. Cidades planejadas com menos carro, menos obra pesada, mais reabilitação do patrimônio construído, mais participação e decisão da sociedade e, sobretudo com mais diversidade e mais verde - frente ao processo de urbanização pautado no excessivo consumo da natureza. Como possibilidade, o debate sobre como resolver as disfunções identificadas na cidade existente e potencializar os atributos na busca de um lugar equilibrado quanto ao social, econômico e ambiental. A proposta está embasada nos conceitos sobre o desenvolvimento sustentável e os desafios de territórios urbanos em transição, tais quais: as problemáticas sobre as expansões urbanas que supõem a dispersão do território, das atividades, dos fluxos e das transformações internas de núcleos urbanos, ocasionando muitas vezes o baixo uso e abandono de suas áreas centrais antigas.

1 INTRODUÇÃO

A proposta apresenta o rebatimento dessas questões em perímetros em transformação e com estímulos à requalificação urbana, como exemplo: o entorno do Mercado Municipal Paulistano, centro da cidade de São Paulo[1], Brasil. A proposta busca "planejar a natureza na cidade existente" a partir do papel que o Parque Dom Pedro II desempenha na conexão da cidade que o envolve. Ainda, contribui a reafirmar o Parque como área de articulação e elemento propulsor da naturalização e valorizador do entorno. Como estratégia, a busca pelo equilíbrio entre natural e antrópico, o local e o metropolitano e as alternativas de transporte de modo a obter uma maior proximidade entre os entes do sistema urbano, com menor consumo energético e menor impacto sobre os sistemas naturais.

O Parque D. Pedro II foi inaugurado em 1922, dentro das comemorações do Centenário da Independência do Brasil, importante área de articulação e impulsora da expansão de terrenos para o crescimento urbano da cidade e controle das enchentes do Rio Tamanduateí, com desenho desenvolvido pelos arquitetos paisagista franceses, Joseph-Antoine Bouvard e complementado por Francisque Cochet, contratado pela prefeitura de São Paulo, em 1918, para atualizar o projeto exististe. O Parque ao longo do tempo foi recebendo diversos equipamentos e infraestrutura urbana metropolitana que agravaram sua

[1] O artigo resume parte da proposta apresentada em 2023, ao Concurso de Requalificação Urbana do Entorno do Mercado Municipal Paulistano. Concurso organizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil - Departamento São Paulo e pela Associação Escola da Cidade em parceria acadêmica com Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). A proposta foi coordenada pela arquiteta Amélia Reynaldo, com a participação dos arquitetos: Guilherme Delgado**,** Suely Maciel, Andresa Santana, Júlia Santana e Nadyne Cardoso.

integração com o entorno e seu desempenho como área turística, cultural e de lazer. O fato tem motivado diversas tentativas de aproveitar o potencial de área livre verde existente e integrá-la ao cotidiano da cidade que se expande no seu entorno.



Fig. 1 Inundação da Várzea do Carmo, área do atual Parque Pedro II.
Óleo sobre tela de Benedito Calixto, 1898, Museu do Ipiranga.
Fonte: https://revistaseletronicas.fiamfaam.br/index.php/situs/article/view/546/pdf.
Acessado em 18 de maio, 2024

O desafio de requalificar o entorno do Mercado Municipal Paulistano tem sido almejado por instituições municipais e a sociedade civil desde a década de 1970. A recente proposta, apresentada em 2023, inova ao propor uma transformação sistêmica da qualidade urbana da área por meio da dotação do espraiamento do verde (esverdeamento), da renaturalização de áreas, da refuncionalidade de vias para reduzir o impacto da pesada circulação metropolitana na área e da valorização do patrimônio edificado.

O perímetro proposto no Concurso de 2023 tem uma superfície total de cerca de 180 hectares, que contempla inúmeros equipamentos de valor urbano local e metropolitano, tais quais: Mercado Municipal Paulistano, Palácio das Indústrias, Casa das Retortas, Escola Estadual de São Paulo, Inspetoria de Operações Especiais da Polícia Civil. Além das infraestruturas de transporte metropolitano e um pujante comercio varejista e atacadista. No primeiro momento, a linha ferroviária São Paulo Railway contribuiu para a industrialização que se estabelece à margem de seus trilhos, formando os bairros operários do Bom Retiro, Brás e Mooca, bairros que atualmente estão em transformação de uso e tipologia, com edificações multifamiliar em altura, demandados pelo mercado imobiliário. As estações de metrô Pedro II, São Bento, terminal de ônibus Parque Dom Pedro II e por último o Expresso Tiradentes, sistemas viários fundamentais são implantadas - estruturas que fazem a articulação metropolitana, porém segregam e dividem o local em diversos espaços desconectados.

A atual configuração do entorno do Parque, apresenta a oeste, a concentração e especialização da atividade terciária, galpões e novos centros comerciais atacadistas. Do lado leste, a expansão do comércio varejista, galerias de lojas, serviços e atividades de venda de produtos alimentares no Mercado Municipal e no seu entorno – a área constitui um grande centro de compras ao ar livre, com ruas de intenso fluxos de pessoas, mercadorias e informações que se estende até o Largo de São Bento. Porém a atividade, não está acompanhada do incentivo à recuperação do patrimônio construído, à adaptação à moradia, aos equipamentos sociais e aos atrativos turísticos e culturais, ofertados pelo Mercado Municipal, Casa das Indústrias e o Parque Pedro II.

O Parque e seu entorno apresenta-se desvalorizada, uma vez o processo de segregação espacial avança, com a baixa integração, resultante do cortar de vias expressas, viadutos que atendem o tráfego metropolitano - necessários a cidade metropolitana, mais que exigem ser "pacificado". Por outro lado a infraestrutura viária e de transporte existentes conferem ao território uma enorme potencialidade, que indicam a necessidade de eliminação de suas barreiras físicas (vias de tráfego pesado, rio e ferrovia), articulação entre os modais e acesso seguro, agradável e protegido para os cidadãos que circulam, no ir e vim do dia de compras, negócios, atividades culturais e turísticas. À noite, as vias estão desertas, inseguras e com zeladoria urbana que reclama por ser mais bem gerida e eficaz.

2 PLANEJAR A NATUREZA NA CIDADE EXISTENTE

Para contrapor ao processo de urbanização pautado no excessivo consumo da natureza, propõe-se uma requalificação com mais reabilitação do patrimônio construído, mais diversidade e com mais verde que se espraia a partir do Parque Pedro II, que se consolida como nó de articulação da área e conecta os dois lados da cidade.

As infraestruturas viárias instaladas ao longo do tempo são pacificadas, quando se criam as conexões de pedestres e intensifica-se a mobilidade ativa; trechos do concreto que tampa o Rio Tamanduateí e parte do aterro da Várzea do Carmo são retirados, e dá lugar a Lagoa de drenagem proposta, que se espera capaz de sanar as sucessivas inundações que ocorrem na área.

Como processo, um modelo de gestão urbana inovadora atuante em todos os âmbitos do plano e do projeto. Um ambiente de participação que inclui a decisão da sociedade, além da simples opinião - formato mais relevante do que um plano fechado. Para tanto estrutura-se o "processo quadra-a-quadra" como instrumento de análise dos imóveis a preservar e a renovar. Como exemplo, a análise de quadras a receberem novos empreendimentos e pátios internos de conexão entre vias e que permitem um maior fluxo das pessoas, ventilação e permeabilidade do solo.

Assim, o patrimônio construído é valorizado, as memórias afetivas e manifestações culturais dos atores do lugar se organizam em um calendário comum de atividades que configura o território criativo. As novas construções de habitação, incubadoras de negócios criativos, coworking, comércio e os serviços públicos e privados convivem em um mesmo edifício, ou em um conjunto de edifícios planejados e definidos os seus usos no "processo quadra-a-quadra". A execução na área de intervenção conta com etapas, cujo elenco de ações atende aos recursos financeiros envolvidos – privados e públicos, complexidade da obra, impacto social e percepção da transformação pela sociedade. A medida que as ações de requalificação são implementadas, a qualidade urbana se transforma positivamente.

Os conceitos adotados são itemizados em (i) biofilia, (ii) conectividade e acessibilidade e (iii) compacidade, completude e complexidade (diversidade funcional), que potencializam os valores culturais registrados na história da fundação de São Paulo, na diversidade de funções, na contribuição das inúmeras nações que emprestaram seus cidadãos para a construção do lugar e na pluralidade dos que ali trabalham, compram e circulam. Valores que configuram o espírito do entorno do Mercado Municipal Paulistano que reconhecem a criatividade como fator de desenvolvimento e elemento da estratégia para intervir no território, tanto na promoção das atividades econômicas a eles associadas – circuitos,

manifestações, eventos, imagem – como na agregação de valor às demais atividades. Uma vez que, um território criativo cobra um desenvolvimento urbano sustentável a partir dos valores e referências culturais protegidas ou não.

2.1 Biofilia: áreas livres e verdes

Como proposta, o verde é extensivo, como outrora foi, sai do Parque e ganha as ruas, o interior das quadras e o telhado das edificações, como uma nova lógica de trabalhar a cidade com a natureza (Vives, R. 2016, p. 142). A porção verde no centro da área se completa com uma pincelada de azul que remete a antiga várzea do Carmo, na calha do Rio Tamanduateí. Assim, o verde expande os limites do Parque além do lugar, o verde se estende intensivamente nas grandes vias e a vegeta a máxima superfície possível e se reduz nas vias mais estreitas e adentra nos miolos de quadra. O verde espraia-se gradualmente, as vias são o caminho do verde pelo tecido urbano e a linha força que estrutura a circulação a partir do Parque.

2.2 Conectividade e acessibilidade

As infraestruturas metropolitanas viárias e de transporte preexistências são memórias da cidade. O cruzamento de fluxos no Parque são capas de informação que contam a urbanização da cidade. Entretanto, o trânsito rodado no entorno do Parque, necessita ser pacificado para contar a história da urbanização planejada com a natureza do século XXI, com foco no pedestre, o tráfego pesado deve ser desviado para as vias do perímetro de irradiação e as demais ações são implementadas até a pacificação desejada da mobilidade. Assim, a infraestrutura viária também patrimônio de uma lógica urbanística do passado empresta parte da sua potente dimensão a qualidade que se persegue na gestão inovadora da trama urbana, o que se define como “pacificação da mobilidade”. A mobilidade oferece uma concepção de urbanismo com a natureza e fecha acordo com o caminhante e o ciclista

2.3 Compacidade, completude e complexidade (diversidade funcional):

As ações realizadas dinamizam as atividades econômicas existentes, impulsiona a atração de novas atividades e de distintos segmentos sociais. Além de outras atividades que sugerem o lugar, como manifestações culturais, turismo cultural e religioso e o desfrute de um amplo acervo construído preservado. Assim, a dinâmica dos imóveis existentes contagia os sem uso, que passam a abrigar uma nova atividade funcional e propicia o máximo aproveitamento do patrimônio construído abundantemente distribuído na área. A preservação das edificações vai além dos bens tombados ou protegidos, uma vez que, as vias recebem um pulmão verde e são ladeadas por construções reabilitadas e reutilizadas que lhes dão fachadas vivas.

Os enunciados formulados definem as diretrizes e encontram aporte teórico nos princípios do urbanismo sustentável defendidos por Farr (2008). O caminho do verde dialoga com uma política de “pacificação da mobilidade”, referido por Altres (2016), quando se espera que estruture a circulação a partir do Parque, do ponto de vista do pedestre local e dos deslocamentos metropolitanos. Aposta-se que a diversidade funcional virá, induzida pela qualidade urbana que dará suporte para a atividade produtiva.

O debate sobre os temas relacionados à biofilia (áreas livres e verdes), conectividade e acessibilidade (física e digital) e as questões sobre compacidade, completude, complexidade (diversidade funcional) conceituam a proposta. Uma vez que, entende-se que a qualidade urbana é suporte para a atividade produtiva e impulsiona a atração de novas atividades.

3 PARQUE CONECTADO A CIDADE QUE O ENVOLVE

Os conceitos enunciados embasam as diretrizes urbanísticas e apontam oito projetos urbanos (PUs) propostos para iniciar o diálogo com a sociedade e definir a estratégia para alcançar a visão de futuro, representados na figura 2, abaixo.

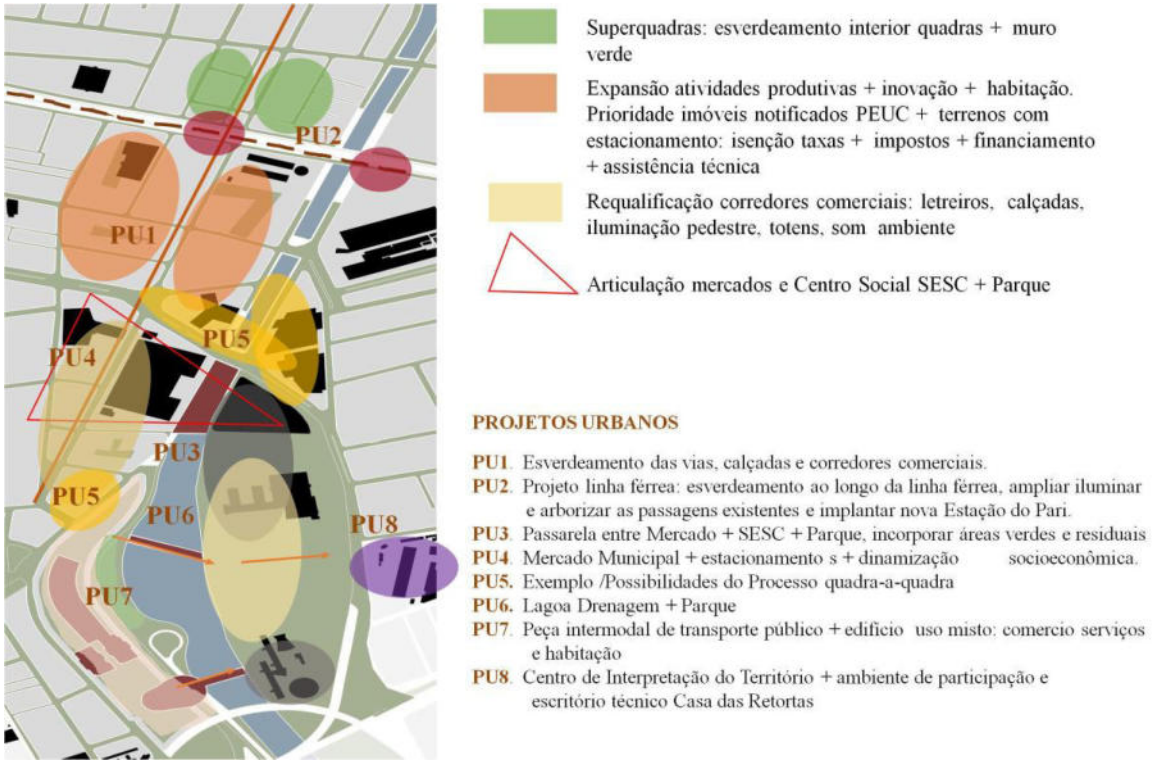


Fig. 2 Parque conectado a cidade que o envolve. Projetos Urbanos (PUs).
Representação gráfica da arquiteta Andresa Santana

O processo de planejamento quadra-a-quadra, aberto, incompleto e propositivo, permite construir uma proposta mais factível e de maior consenso. Uma vez que o espaço de debate público promove a co-produção que fala no plural, criando diferentes versões de cidades abertas, e não singular, que privilegia a fronteira em detrimento da divisa, com o objetivo de tornar porosas as relações entre as partes da cidade. Para Sennett (2018) os sistemas abertos e fechados alteram a maneira de pensar no espaço público das cidades e, no âmbito desta esfera pública. Como alteram positivamente a nossa concepção na hora de planejar, dar forma a cidade do futuro e de refletir sobre o seu estado atual.

Os projetos, aqui apresentados, sintetizam propostas a serem debatidas, ampliadas e modificadas, pois retratam os conceitos, as diretrizes preconizados no texto, porém com intensidades diversas, frente aos objetivos sonhados. A biofilia tem destaque na requalificação das vias, com prioridade para os corredores comerciais com maior fluxo de

pessoas e vias que articulam os lados oeste e o leste do Parque – o verde nasce no Parque e abraça todo o seu entorno (PU1 e PU2). O PU6, Lagoa de drenagem constitui a construção de um tanque de retenção de águas que faz a complementação do sistema existente de modo a minimizar a perda da várzea natural do passado e de evitar as inundações atuais. Por outro lado, a Lagoa, confere ao território uma beleza e amenidade impar. O conceito relativo à conectividade e acessibilidade tem maior representabilidade nos projetos (PU2, PU3 e PU7). No quesito diversidade funcional, as propostas de melhorias urbanas apresentadas no PU1, com maior destaque para o PU4 - Mercado Municipal Paulistano.

O processo quadra-a-quadra (PU5 e PU8) se estrutura como instrumento de análise dos imóveis a preservar e a renovar e de análise das quadras a receber os pátios internos. A gestão da floresta urbana, do patrimônio construído e imaterial, da pacificação da mobilidade e da dinamização das atividades é compartida entre o poder público municipal, a representação do coletivo de atores que atua na área, a academia e a sociedade. A gestão implanta o Centro de Interpretação do Território como ambiente de participação, diálogo permanente e escritório técnico.

Conceitos/ Diretrizes/Projetos Urbanos	Biofilia: áreas livres e verdes	Conectividade e acessibilidade	Diversidade funcional
PU1. Esverdeamento das vias, calçadas e corredores comerciais			
PU2. Projeto linha férrea: esverdeamento, iluminar e arborizar as passagens de nível e implantar da nova Estação do Pari			
PU3. Passarela entre Mercado + SESC, Parque incorporar áreas verdes e retornos residuais			
PU4. Mercado Municipal: estacionamento subterrâneo + dinamização socioeconômica.			
PU5. Exemplo/Possibilidades do Processo quadra-a-quadra			
PU6. Lagoa Drenagem + Parque Pedro II			
PU7. Peça intermodal de transporte público + edifício uso misto: comercio serviços e habitação social			
PU8. Centro de Interpretação do Território + ambiente de participação e escritório técnico.			

Fig. 3 Conceitos, diretrizes e Projetos Urbanos (PUs)

Assim, reafirma-se que o processo, critério de gestão e um ambiente de participação são mais relevantes do que um plano fechado. O processo está em todos os âmbitos do plano e do projeto, o que inclui a decisão da sociedade na participação que compromete além da simples opinião. A participação prioritária dos proprietários, dos inquilinos e dos usuários facilita a implantação das ações.

No processo quadra-a-quadra esboçado a seguir (Fig.4), os imóveis a renovar são dimensionados pelos parâmetros aferidos ao lugar e revelados na análise e conversa com os proprietários e sociedade envolvida. Os parâmetros propostos são distintos daqueles que buscam alcançar a carga de urbanização prospectada nas normativas urbanísticas vigentes. As construções a serem mantidas são objeto de obras de restauração, manutenção, recuperação e/ou reabilitação, sempre visando a readequação funcional. As construções passíveis de renovação podem dar lugar a uma nova construção, a partir da demolição da existente. Os parâmetros construtivos das novas construções são definidos a partir dos gabaritos e das ocupações dos lotes e dos imóveis a serem mantidos. Como exemplificado na quadra vizinha ao Mercado Municipal Paulista, figura abaixo.





Legenda Tipologia Imóveis







Esverdeamento – O verde ganha as calçadas e o interior das quadras

Cenário 1- Novas construções

Cenário 2 - Possibilidades de transferência do direito de construir *

* Transferência do direito de construir: diferença entre os parâmetros legislados e os parâmetros do lugar (geração recursos para reabilitação de edifícios privados). As atividades podem se voltar para o miolo da quadra.

Fig. 4 Processo quadra-a-quadra: análise dos imóveis passíveis de renovação (PU5)
Representação gráfica das arquitetas Julia Santana e Nadyne Cardozo, 2023

Assim, a análise quadra-a-quadra se estrutura como instrumento que define os imóveis a preservar e os passíveis de renovação, cuja nova construção se configura pelos parâmetros urbanísticos do lugar.

As principais vias – eixos estruturadores do território recebem um pulmão verde e são ladeadas por construções reabilitadas e reutilizadas que lhes dão fachadas vivas. Como exemplo, as propostas para a requalificação da Avenida Senador Queiroz e a passarela

metálica vazada sobre o Rio Tamanduateí que faz a conexão Mercado Municipal Paulistano, com o equipamento sociocultural do Serviço Social do Comércio – SESC e ao Parque Pedro II (Fig. 5). O verde se espraia ao longo das vias esverdeando, muitas vezes também o interior das quadras. O tráfego local, circulação de pedestres e de bicicletas são priorizados. As calçadas são alargadas, iluminadas e arborizadas, as faixas de rolamento são reduzidas, priorizando a circulação ativa.

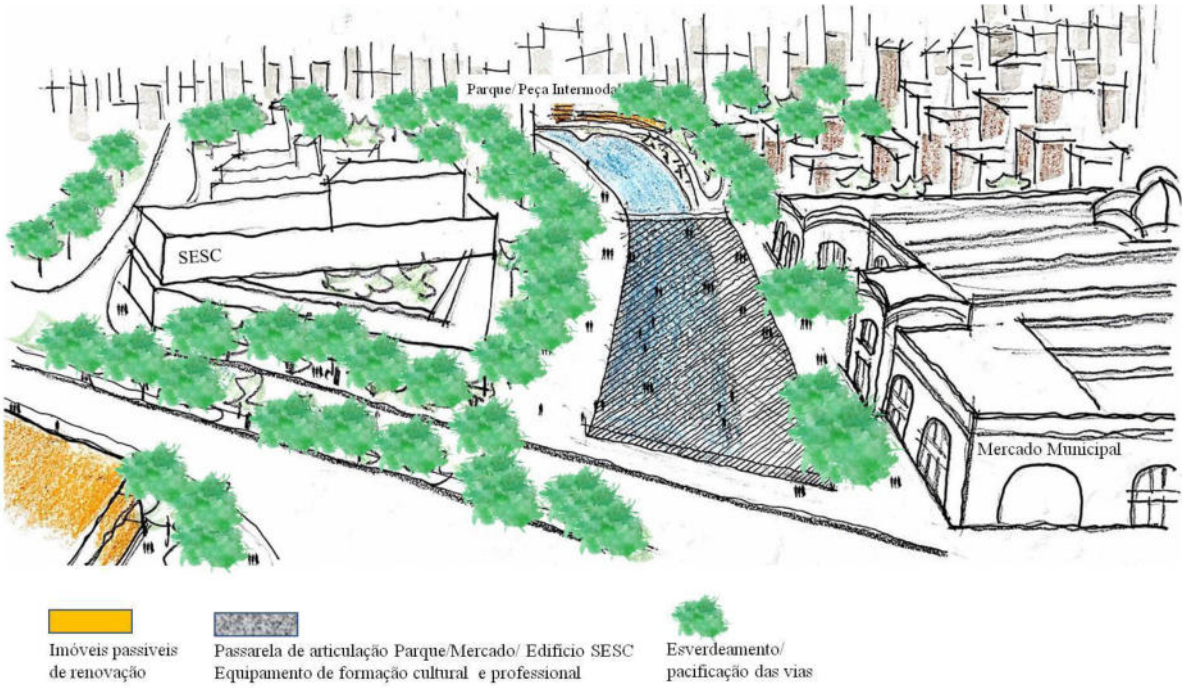


Fig. 5 Passarela que articula o Mercado Municipal Paulistano ao Parque e equipamento sociocultural do SESC (PU3) e Esverdeamento das vias (PU1)
Representação gráfica do arquiteto Guilherme Delgado, 2023

Os projetos representados a seguir, podem ser nomeados como "o coração pulsante da proposta". Eles são: a Lagoa de drenagem (PU6), que funciona como tanque de retenção de águas e espelho d'água e a peça intermodal de transporte (PU7). O projeto potencializa a pacificação das vias onde passam o sistema de transporte metropolitano, pelo esverdeamento do percurso da calha do Expresso Tiradentes no trecho entre estação Pedro II e Terminal Mercado, de modo que os veículos circulem sobre solo vegetado.

O terminal Pedro II é requalificado e torna-se um moderno equipamento de articulação metropolitana/local. As linhas de ônibus do transporte coletivo passam a ocupar o nível do meio subsolo, liberando lugar ao verde e a uma nova edificação de uso misto, habitacional, comercio e serviços.

O espaço requalificado torna-se mais atrativo e seguro, uma fez que faz a integração de diversas linhas de ônibus, a linha do Expresso Tiradentes, que faz integração com a estação do metrô Pedro II. O sistema é complementado com o estudo dos percursos de pedestres e de bicicletas e, duas novas passarelas fazem a ligação do equipamento intermodal com a área de laser e edifícios culturais do Parque. Como apresentado na figura abaixo.

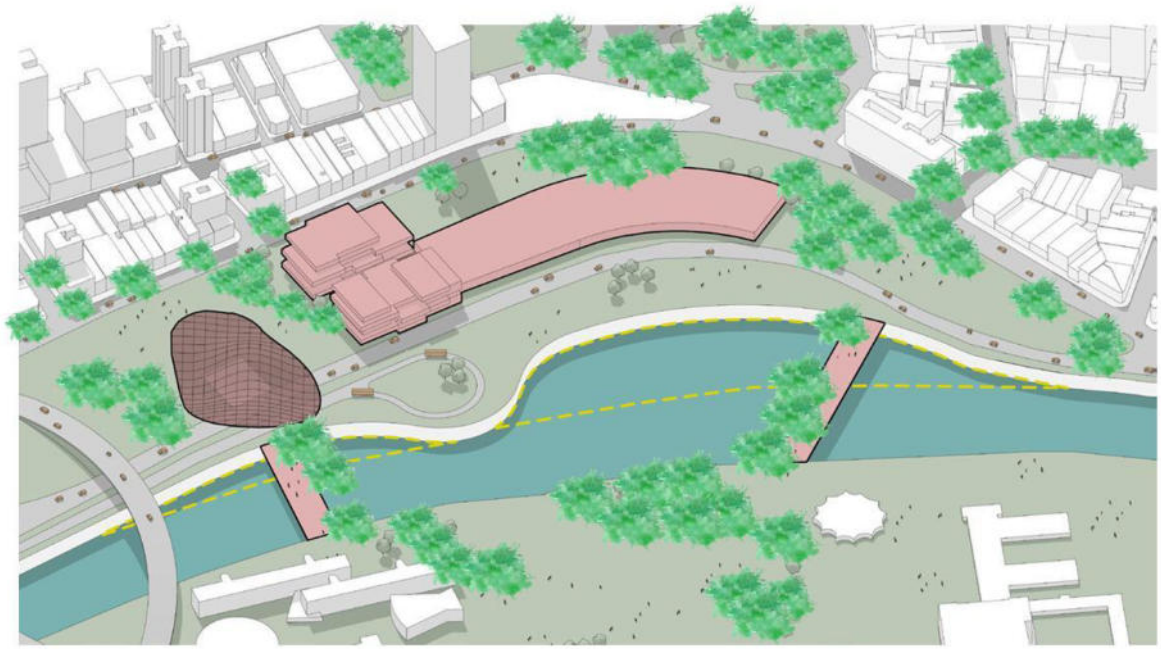


Fig. 6 Lagoa de drenagem (PU6) e peça intermodal de transporte (PU7).
Representação gráfica arquiteto Guilherme Delgado, 2023

4 VISÃO DE FUTURO: O PROCESSO DESENHA A EXPANSÃO

O processo de planejamento e negociação apresentado busca a pacificação viária e o esverdeamento de vias, calçadas e interior das quadras. Assim, o perímetro de requalificação urbana do entorno do Mercado Municipal Paulistano torna-se um lugar **sustentável** que minimiza o histórico impacto ambiental e diminui os riscos ambientais de seus sistemas de apoio. O conceito de **compacto** e **diverso** no perímetro analisado maximiza o contato, o intercâmbio de informação e prioriza a sua transformação em conhecimento aplicável a todas as atividades que compõem o ecossistema urbano, onde a **inovação e criatividade**, produtos da cultura local, são fontes de novos conhecimentos e se convertem no motor da dinâmica econômica e da criação de recursos e competências locais.

O patrimônio construído e imaterial, protegido ou não, o ambiente natural e as infraestruturas estão a serviço da estratégia traçada para a dinamização da informação, das atividades existentes e da expansão das atividades produtivas e de moradia e que permita à todos os cidadãos possibilidades de desfrute de bons níveis de qualidade de vida a partir de infraestruturas adaptadas a um modelo urbano sustentável.

Ao longo do processo, espera-se que a pacificação viária e o esverdeamento urbano permitam que o perímetro de requalificação urbana do entorno do Mercado Municipal Paulistano, se transforme em um lugar bom para viver, trabalhar, passear, comprar, circular e se comunicar. Onde uma significativa trama urbana tem a diminuição do tráfego de passagem, a ampliação do número de pedestres circulando e o tráfego local atravessa vias, onde a vegetação, paulatinamente plantada, desenha corredores verdes, com calçadas mais largas, e faixas de travessia de pedestres generosas e que concede a todos os cidadãos possibilidades de participarem na construção desse futuro do lugar.

5 REFERÊNCIAS

Altres G. (2016) **Proposta per a la renaturalització de Barcelona**, Barcelona.

Barceló, M. e Oliva, A. (2002) **La ciudad digital**, Barcelona, Beta Editorial.

Berth, J. (2023) **Se a cidade fosse nossa**, Rio de Janeiro, Paz e Terra.

Bosch, R. et al (2016) **Altres Glòries**, proposta per a la renaturalització de Barcelona, Barcelona, dpr-barcelona.

Farr, D. (2013) **Urbanismo sustentável**, desenho urbano com a natureza, Porto Alegre, Bookman.

Gehl, J. (2013) **Cidades para pessoas**, São Paulo, Perspectiva.

Sennett, R. (2018) **Construir e habitar**, ética para uma cidade aberta, tradução de Cléwi, Marques. l ed., Rio de Janeiro, Record.

Vives, R. (2016) **El parc com a procés in Altres Glòries**, proposta per a la renaturalització de Barcelona, Barcelona, dpr-barcelona.

REQUALIFICAÇÃO DA PAISAGEM URBANA NA ÁREA DA FERROVIA DE JUNDIAÍ – SP

I.C.Iotti e S.A.Alves

RESUMO

Jundiaí tem sua história entrelaçada com os caminhos que a cruzavam, processo intensificado com a chegada da ferrovia, que permanece em uso, sendo um importante modal de interligação entre Jundiaí e São Paulo. Sua função, restrita ao prédio da estação, opera a cargo de deslocamento de passageiros e a remanescência da malha ferroviária segue abandonada. Em 2017, o Governo do Estado de São Paulo anunciou um novo projeto de trens para o município. Pensando nessa nova transformação, este artigo analisa a área da orla ferroviária por meio da percepção ambiental dos seus usuários, através do método de entrevista e aplicação de malhas gráficas para representar as formas de uso dos espaços em análise. Assim, delineou-se um embasamento teórico e técnico para elaboração de diretrizes que incorporam as atuais propostas de recuperação da ferrovia e dos seus espaços adjacentes, interligando as camadas do tempo e da história que essa área apresenta.

1 INTRODUÇÃO

Jundiaí é referência no estado de São Paulo e no país de acordo com a sua décima primeira posição no ranking Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (Pnud Brasil, Ipea e FJP, 2022). Sua importância para o estado vem desde os primórdios da construção das estradas de ferro que interligam o interior até o porto de Santos. A estação ferroviária permanece em uso e liga Jundiaí a São Paulo, sob concessão da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos). Entretanto, a área da estação é usada apenas como um local de passagem para usuários do trem em conexão com o sistema de transporte público da cidade.

O bairro Vila Arens, onde a estação está localizada, possui diversos edifícios que eram destinados ao uso institucional e comercial, e com o tempo foram desocupados, tornando-se espaços vazios e gerando a subutilização de toda a região. Nos últimos anos a prefeitura vem elaborando diversas iniciativas de recuperação do bairro e de seus edifícios e, a partir de 2017, a cidade se tornou pujante ao processo de desenvolvimento, provocado pelo novo projeto de trens do governo estadual que ligará todo o estado, contando com os trens TIC (Trem Intercidades) e TIM (Trem Intermunicipal) (PLAMURB, 2024).

Pensando na transformação anunciada, esse artigo apresenta uma análise da região da estação, cuja finalidade é identificar as formas de usos, as demandas e os potenciais para promover uma requalificação urbana na área da ferrovia a partir da escala do pedestre. Com base na análise, o artigo apresenta um projeto de reestruturação e requalificação

urbana para a área, cuja proposta tem como objetivo interligar os fragmentos urbanos por meio de um redesenho, fundamentado no conceito da cidade caminhável, com novos usos para os edifícios ociosos, a fim de requalificar a "porta da cidade".

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE JUNDIAÍ

Jundiaí está localizada a 57 km da capital paulista e integra a Região Metropolitana de Jundiaí (RMJ), institucionalizada no Estado desde 2021. A região é formada pelos municípios de Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Itupeva, Jarinu, Louveira, Várzea Paulista, com sede em Jundiaí, abriga 797 mil habitantes (1,79% da população paulista) e gera 3,3% do Produto Interno Bruto (PIB) estadual, segundo dados do IBGE em 2020. A RMJ se encontra em uma posição de destaque, por estar em um eixo contínuo entre as regiões metropolitanas de São Paulo (RMSP) e Campinas (RMC). Desta forma, a RMJ está integrada em um complexo viário que interliga os principais aeroportos do estado e o Porto de Santos. Esse fator de integração com as regiões vizinhas permitiu que a RMJ se destacasse pelo seu sistema de logística e por seu potencial industrial (PDUI, 2018).

2.1 Paisagem do Complexo da Estação Ferroviária de Jundiaí

Em 1865, Jundiaí foi elevada à cidade, e, a partir deste período, a ferrovia foi implantada (Pontes e Gonçalves, 1973). Esse fato mudou a dinâmica da cidade e criou-se uma importante comunidade ferroviária (Bem e Lanna, 2006). Foi iniciada pela estrada de ferro inglesa, a São Paulo Railway, que fortaleceu o escoamento, sobretudo do café, para o porto de Santos. A partir desse momento, começou a expansão ferroviária apoiada no sistema de Jundiaí. Concomitante ao desenvolvimento cafeeiro, ocorreu a crise do escravismo e o Governo Federal estimulou o processo de imigração. Esses fatores provocaram o crescimento comercial, industrial, de serviços e de infraestrutura urbana (Bem, 2006).

Em 1948, a indústria sofreu novo impulso com a chegada das rodovias (Kühl, 1998), com elas, as ferrovias perderam parte de sua importância e passaram a ser administradas pelo governo federal. Na década de 1990, a CPTM assumiu as linhas de trem da região metropolitana de São Paulo, a linha Linha 7 – Rubi passou a interligar as duas cidades e a concessão sudeste da rede foi transferida para a empresa MRS Logística, para uso de transporte de carga (Kühl, 1998). Para o transporte de cargas, foi criado o Terminal Intermodal de Jundiaí (TIJU) que faz a logística para o interior do estado.

Em relação à mobilidade intraurbana, Jundiaí possui o sistema tronco-alimentador de transporte público com terminais de ônibus. O Terminal da Vila Arens é o mais movimentado, possuindo 26 linhas, com mais de 1.900 viagens diárias segundo os dados do diagnóstico do Plano de Mobilidade Urbana de Jundiaí (PLAMURB, 2024). A dinâmica de conexão entre os trens da CPTM com o sistema de ônibus está defasada, fato que dificulta a integração intraurbana (PDUI, 2018). Referente à mobilidade ativa, Jundiaí está criando projetos para ampliar as ciclovias e estimular os pedestres a vivenciar a cidade.

A estação ferroviária mantém até hoje a sua função original e continua sendo o local de porta de entrada da cidade para os passageiros do trem. A arquitetura do prédio em estilo inglês, estrutura de ferro fundido e paredes de tijolos, preserva suas características originais (Kühl, 1998). Possui 3 plataformas de embarque, sendo duas delas acessadas por uma passarela coberta com estrutura metálica. Havia mais uma plataforma onde hoje é a entrada da estação, que foi suprimida com os anos (Figuras 1 e 2).



Fig. 1 e 2 Estação antiga e em 2021. Fonte: Acervo Fabio Barbosa Marques

O complexo ferroviário foi tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) em 2011. De acordo com o processo de tombamento, a área envoltória do prédio da estação abrange todos os exemplares do complexo, como as Vilas Ferroviárias, a caixa d'água, os prédios de armazém, a casa de sinalização e a rotunda de vagões ferroviários. A maioria dos prédios tombados se encontra em abandono, alguns em situação de ruínas, como os armazéns. Para Silva (2018, p. 375): "É importante garantir seu uso social, porque esse patrimônio não deve ser visto apenas como transporte, mas sim, como um bem histórico de evidente representatividade para a comunidade". Segundo a autora, se não garantir o uso social, o complexo da estação perde sua força de significação patrimonial e histórica frente ao Complexo FEPASA, único patrimônio tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) na cidade.

Em 2009, a estação passou a auferir mais enfoque patrimonial ao receber o Expresso Turístico da CPTM. A Prefeitura está avaliando a possibilidade de transferir o "ponto" de parada do Expresso Turístico para o complexo FEPASA, em um esforço para transformar os antigos galpões do complexo em um espaço de lazer e, assim, integrar o Expresso à um parque linear, associada à proposta de revitalização do Centro da cidade.

2.3 O Futuro da Ferrovia

Desde 2017, o complexo ferroviário vem recebendo investimentos do governo do estado, que anunciou o Trem Intercidades (TIC) e o Trem Intermetropolitano (TIM). O TIC, serviço expresso, conectará Campinas e São Paulo, com parada em Jundiaí, percorrendo um trecho de 101km, com duração de 1h05 minutos, a uma velocidade média de 95 km/h. O TIM conectará Campinas a Jundiaí, e prevê várias paradas para atender cidades ao longo do caminho (Figura 3). Como a última parada será em Jundiaí, haverá a necessidade de utilizar a linha de trem 7 - Rubi da CPTM para quem quiser chegar até São Paulo. O TIM irá percorrer 65,8km, com uma velocidade média de 56/h, duração prevista de 55 minutos.



Fig. 3 Trajeto do TIC e TIM (Fonte Governo do Estado de São Paulo).

É previsto um investimento de R$8,9 bilhões com Parceria Público-Privada (PPP). O valor foi apresentado após ocorrer o leilão de concessão do projeto, realizado em 29/02/2024, com a vitória do Consórcio C2 Mobilidade sobre Trilhos. Segundo previsões do governo do Estado de São Paulo, o TIM iniciará suas operações em 2029 e o TIC em 2031. Para implantar o projeto, a estação ferroviária de Jundiaí passará por uma readequação para adicionar as novas linhas. O atual acesso ao prédio será fechado e o novo acesso será por meio de uma plataforma suspensa que irá transpô-la, interligando a Estação ao Terminal de Ônibus, com o intuito de facilitar o acesso dos usuários do ônibus urbano com o trem (Figura 4). A plataforma central da estação, utilizada para os trens da CPTM, será destinada ao TIC. Para o TIM, que terá conexão com a CPTM, será construída uma plataforma no galpão adjacente ao prédio da estação e que atualmente encontra-se em estado de abandono. Diante dessas alterações, a entrada de pedestres na estação será modificada e parte da estação será reconstituída como era originalmente.

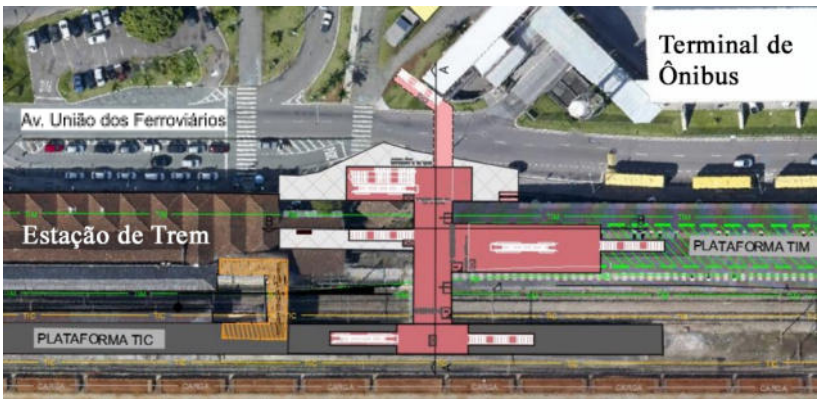


Fig. 4 Projeto para a estação de Jundiaí. Fonte: Progen, 2021.

A proposta de intervir e restaurar o prédio da Estação soma-se à intenção de reabilitar os edifícios dos antigos galpões que compõem a área do Complexo. São edifícios que já foram tombados, mas estão em processo acelerado de degradação. Sendo assim, este artigo apresenta uma proposta projetual, realizada com a intenção de atribuir novos usos para esses edifícios, contribuir para a preservação de tais construções, bem como para resgatar a história do lugar. Além disso, a proposta projetual busca valorizar o pedestre que utiliza a área e atrair novos usuários, a partir da atribuição de usos diversos aos edifícios ociosos. Parte-se da hipótese de que um redesenho urbano para essa área poderia requalificá-la e reestabelecer a vitalidade urbana de outrora. Essas intenções foram embasadas na análise da área e na aplicação de métodos de entrevista, entre outros, que serão detalhados a seguir.

3 ANÁLISE FÍSICA E MORFOLÓGICA DA ÁREA DA ESTAÇÃO FERROVIÁRIA

A área da estação encontra-se contígua ao centro da cidade e limítrofe aos bairros da Vila Arens, Vila Progresso e Agapeama, sua principal via é a Avenida União dos Ferroviários, na qual se localizam os acessos à Estação e ao Terminal de Ônibus da Vila Arens. A linha férrea e o Rio Jundiaí tangenciam a área, que abrange o prédio da estação ferroviária e demais bens do complexo. É autorizada a construção de novas edificações dentro do perímetro tombado, assim como alterações que adequem melhor o espaço, desde que sejam preservadas as características originais das fachadas dos edifícios tombados, “de modo a melhor conciliar o novo e o existente” (CONDEPHAAT, 2011, p. 32).

A Figura 5 destaca os principais equipamentos presentes na área e nos bairros limítrofes, que possuem espaços vazios e elementos físicos, tais como os trilhos do trem, que geram interstícios urbanos. O transporte por trem atrai pessoas para a área, num movimento pendular nos horários de pico. A área é carente de equipamentos de lazer e cultura, ao passo que os prédios tombados e em estado de abandono apresentam potencial para abrigar diversas atividades multifuncionais, de modo a promover a vitalidade urbana.



Fig. 5 Área da estação contornada em amarelo e seus principais equipamentos

Para demonstrar o potencial da área e relacionar com as demandas levantadas em visitas *in loco*, foram aplicados os seguintes métodos de pesquisa: ***Entrevista*** com técnicos do poder público e da população, ***Estudo de Campo*** e ***Observação***. A ***Entrevista*** seguiu um formulário estruturado com perguntas fechadas e abertas. As perguntas fechadas serviram para identificar o perfil de usuário da estação e seu entorno; já as perguntas abertas focaram nas informações sobre a percepção do usuário em relação ao lugar, horário de frequentação, finalidade de uso para identificar o que as pessoas buscam na região (comércio, serviços, lazer, deslocamento por meio do trem, etc), levantamento das demandas e possíveis intervenções que poderiam ser realizadas na área de estudo.

As ***Entrevistas*** foram realizadas *in loco* para conseguir uma gama mais ampla e fidedigna da percepção e das expectativas das pessoas em relação a área. É importante salientar que as entrevistas foram aplicadas em dias de semana e final de semana para abarcar públicos variados de usuários. As entrevistas realizadas em dias úteis apresentaram resultados que reforçam o potencial da estação como catalisador de viagens, entre Jundiaí e as demais cidades da região. O principal motivo das viagens é o deslocamento para o trabalho, tanto do interior para a capital (em maior fluxo) quanto vice-versa (em menor fluxo). Mas há também um fluxo, em menor quantidade, de viagens realizadas para passeios. De um modo geral, as pessoas apresentam boa impressão do lugar, consideram-na como uma região tranquila e segura, mas apontam aspectos que gostariam que fossem melhorados, sobretudo sugerem mais opções de comércio, serviços e melhor conexão com outros transportes, especialmente o ônibus urbano. Outra forma de locomoção, após deixar a estação de trem, é o uso do aplicativo Uber e em alguns casos carona.

A *Entrevista* aplicada nos finais de semana e especialmente no domingo demonstrou que o horário mais frequentado é durante o funcionamento da feira livre, montada todos os domingos no período da manhã na Av. União dos Ferroviários. Os entrevistados informaram que se deslocam até a feira em busca de entretenimento, encontro com amigos e alimentação, ficando a compra em segundo plano. Este aspecto é extremamente relevante para demonstrar a necessidade de espaços ao ar livre, do encontro social e da vitalidade urbana. Além disso, a maioria dos entrevistados destacaram nas perguntas abertas que a feira está em suas memórias afetivas e faz parte da identidade do local. Muitos abordaram a necessidade de resgatar a memória e a história do lugar, sugestões que apareceram nas respostas das pessoas de meia idade e enfatizadas pelos idosos, principalmente àqueles que moram no entorno da estação.

Outro aspecto destacado é a influência que a ferrovia tem na formação da cidade, muitas pessoas entrevistadas citaram de modo nostálgico a ferrovia de antigamente ou citaram parentes que trabalhavam na ferrovia e como essa memória foi passada de geração para geração. Isso reforça o que Bem e Lanna (2006) comentam sobre Jundiaí ser uma cidade ferroviária. Para o público mais jovem, ao serem entrevistados, revelaram que suas percepções e demandas em relação à ferrovia se dão pelo fato de que a utilizam para deslocamentos à capital paulista para realização de compras e eventos. Assim, a maioria dos entrevistados manifestaram-se favoráveis ao funcionamento do trem da forma como vem sendo discutido pelos gestores públicos, para terem mais opções de horários, mais conforto e rapidez nas viagens.

A análise da área também foi realizada por meio de ***Estudo de Campo*** e método de ***Observação***. A ida a campo serviu para observar os locais com maior frequentação de pessoas e aqueles sem uso. Para avaliar os espaços mais utilizados, adotou-se o método DePAN (Design para a Permanência e Atratividade em Nichos de Espaços Abertos de Convívio), desenvolvido por Alves (2012) para avaliar a permanência das pessoas em espaços urbanos. São considerados os elementos que configuram os espaços, suas características físico-espaciais, morfológicas e ambientais, para identificar o que atrai as pessoas para utilizá-los, as formas de uso, apropriação e as inter-relações sociais que podem suscitar de determinados espaços. O método é composto por malhas gráficas que são classificadas por temas e são sobrepostas umas às outras, gerando uma "malha somatória" representada por nuances de cor, que indicam os atributos que um espaço ou subespaço possui e os torna mais atraente para gerar a permanência das pessoas.

A construção desse método incorporou as ferramentas metodológicas empregadas pelo método de ***Observação***, uma vez que a aplicação da malha consiste em observar a usabilidade do espaço e fazer esses registros. O DePAN é aplicado *in loco*, registra situações reais e faz uso dos instrumentos do método ***Estudo de Campo***, originário da Antropologia, foca na análise de uma comunidade ou lugar, por meio da observação direta das atividades realizadas, e "tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação" (Gil, 2004, p. 53). Sendo assim, a adoção do método DePAN é oportuna, uma vez que resulta na malha gráfica, que permite visualizar graficamente as pessoas exercendo ações do cotidiano, sendo possível quantificá-las, identificar gênero e faixa etária, se estão sozinhas ou grupos, dispersas ou concentradas, interagindo entre si ou não e, principalmente, identificar se há espaços de maior atratividade de pessoas, podendo distinguir e até classificar seus atributos de atração que geram a permanência.

Para aplicação do método DePAN, foram identificadas áreas que possuem maior

frequência de pessoas e foram denominadas de “subespaço”. Os subespaços são definidos e delimitados de acordo com seus elementos físicos, arquitetônicos, morfológicos e mobiliários urbanos (Alves, 2012). Nessa pesquisa, avaliou-se três subespaços. O *Subespaço 01* localiza-se em frente à estação, envolve o entorno do Terminal de Ônibus e uma parte da Av. União dos Ferroviários. O *Subespaço 02,* adjacente ao subespaço 01, abarca parte da avenida e a entrada do Terminal. O *Subespaço 03* abrange uma parte da Av. União dos Ferroviários, onde é montada a feira aos domingos (Figura 6).



Fig. 6 Identificação dos Subespaços 1, 2, 3, para avaliação das formas de usos

O método foi aplicado em dois dias da semana, uma sexta-feira, período da manhã das 7h20 às 8h05 e período da tarde das 17h15 às 18h00, que são os horários de pico do transporte público, cujo uso da área é predominantemente para acesso ao trabalho. O outro dia selecionado foi o domingo, no período da manhã das 9h20 às 10h05, com a finalidade de avaliar a dinâmica de uso motivada pela feira livre. O método DePAN é composto por “Malhas Fixas” e as “Malhas Dinâmicas”, a primeira refere-se aos elementos que não se alteram e exercem um desempenho físico-funcional, tais como: Malha Assento/Apoio; Malha Arranjos Espaciais dos Assentos; Malha Legibilidade; Malha Visibilidade. Já a segunda classificação de malhas corresponde à avaliação dos aspectos que mudam durante o tempo de observação, tais como as condições de Sol e sombra, Malha Sol e Sombra; Malha Pessoas e Interação entre Pessoas, que mostra a posição dos indivíduos no espaço e suas interações quando ocorrem; e a Malha de fluxo de pessoas. As pessoas são identificadas pelo símbolo universal de gênero; as faixas etárias são indicadas pelas cores: vermelha (criança), verde (adolescente), preta (adulto) e azul (idoso); as interações sociais são indicadas por traços ligando os símbolos de gênero/idade. As malhas dinâmicas são trocadas por novas malhas a cada 15 minutos, para registrar a movimentação e alterações nas formas de uso e apropriação dos espaços (Alves, 2012).

O Subespaço 01 (Figura 7) mostra que o uso mais expressivo na sexta-feira ocorreu às 7h35, devido ao movimento pendular, e o trajeto das pessoas ocorre em direção à Rua Barão do Rio Branco e ao terminal de ônibus. Isso demonstra que a maior parte dos usuários da estação apenas passam por ela priorizando o uso somente para deslocamento. Algumas pessoas se posicionam à frente do prédio à espera do carro de aplicativo ou carona, em pé ou sentadas nos degraus da estação, espaço com melhor visibilidade da avenida e única opção para sentar, já que não há bancos neste local. Também havia algumas pessoas que paravam para tomar café da manhã, vendido por ambulantes, ou para fumar, com permanência média de 15 minutos.

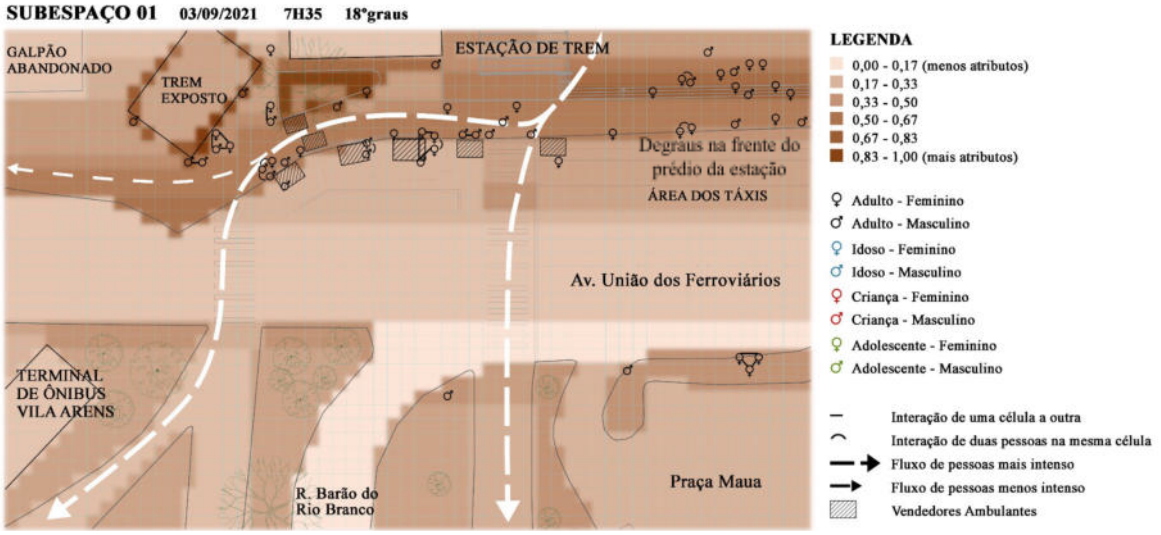


Fig. 7 O Subespaço 01 mostra os locais com mais pessoas e formas de uso.

A aplicação do DePAN no Subespaço 02 mostra que o uso mais expressivo ocorreu no final da tarde, às 18h00 (sexta-feira), momento de deslocamento da saída do trabalho. O fluxo de pessoas nesse horário é do sentido da Rua Barão do Rio Branco em direção à estação de trem, e em menor fluxo do terminal em direção à estação, comprovando uma informação obtida em entrevista de que há pessoas que trabalham no centro de Jundiaí e residem em outro município. Nesse subespaço registra-se a presença de Quiosques, Food Trucks e ambulantes na Praça Mauá e adjacência, exercendo atração nas pessoas e gerando permanência no local. A malha permite o registro das formas de uso, assim verificou-se a presença de grupos de amigos adultos, conforme símbolo de faixa etária, sentados nas mesas colocadas pelos comerciantes, que permaneceram conversando por um tempo superior a 30 minutos e o uso do símbolo que comprova a interação entre elas (Figura 8).

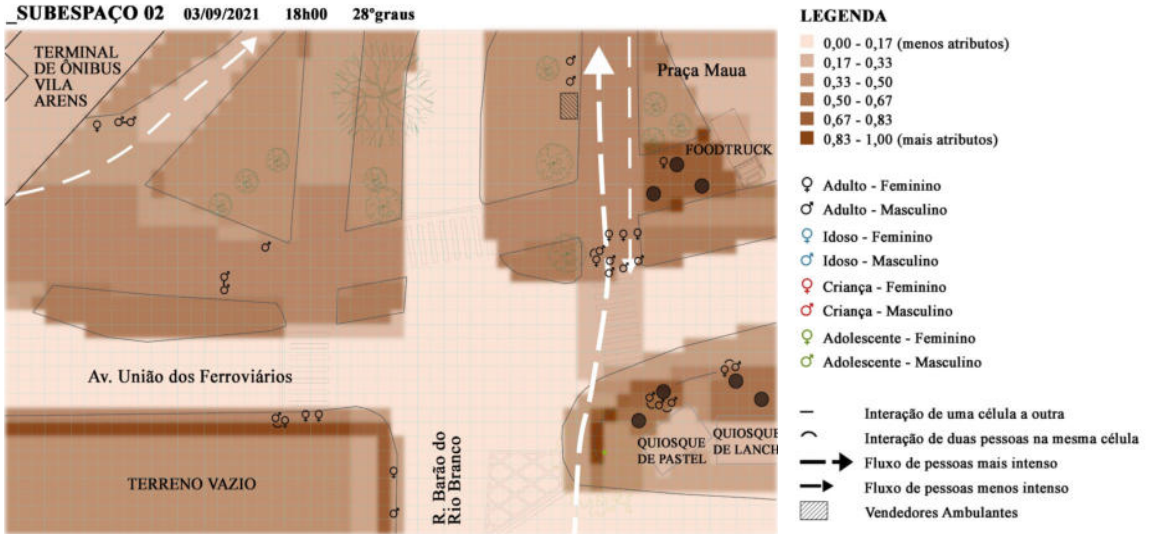


Fig. 8 O Subespaço 02 mostra a aglomeração na Praça, local de permanência

Escolheu-se mostrar a malha gráfica do Subespaço 03 (Figura 9), que representa um trecho da Av. União dos Ferroviários, no registro feito de domingo de manhã, quando é montada a feira livre. A malha representa a forma de uso entre 09h35 - 09h50, quando as barracas de

pastéis intensificam sua capacidade de atração sobre as pessoas, e influencia no tempo de permanência, enquanto as outras barracas possuem uma dinâmica mais rápida de vendas.

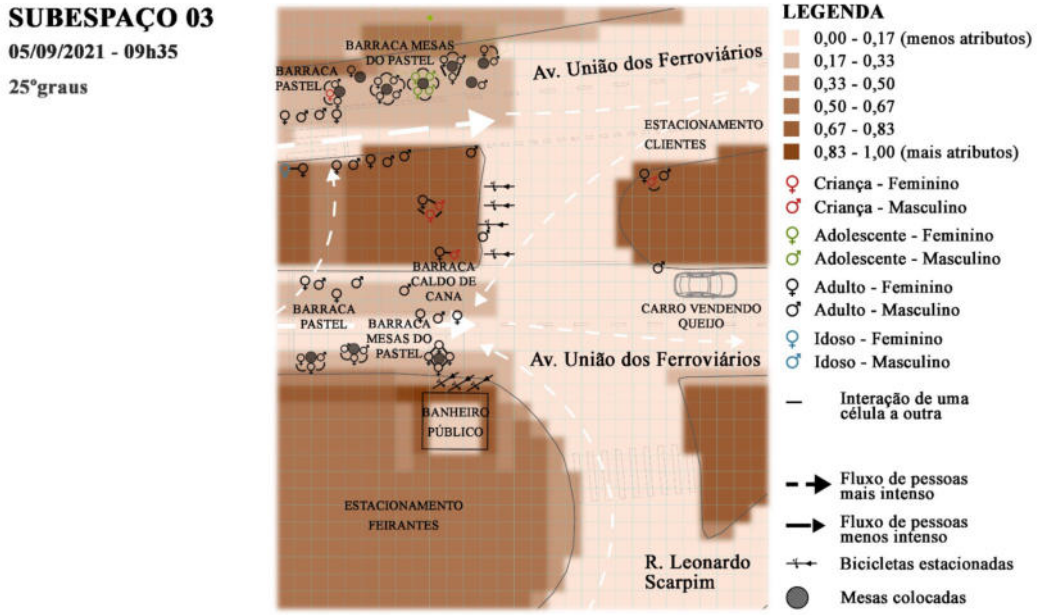


Fig. 9 Subespaço 03 demonstra a apropriação da praça, avenida e canteiro central

O DePAN, por incorporar o método de Observação, permitiu registar que várias pessoas utilizam a feira apenas como um local de passeio, uma vez que circulavam, conversavam e não faziam compras, tanto a pé como em bicicletas. Outro ponto relevante é a forma de apropriação da avenida que é fechada para os carros, e, é quando todo o espaço é tomado pelos pedestres que caminham, sentam e até deitam na área gramada. O DePAN permite visualizar a maior quantidade de pessoas nesta área aos domingos, se comparado aos dias de semana; facilita a identificação de faixa etária; e as interações sociais (Figura 9).

Os métodos aplicados: ***Entrevista*** e ***DePAN*** (que incorpora as técnicas de ***Observação*** e ***Estudo de Campo***), comprovam que a área possui potencial para gerar vitalidade urbana. A coleta e análise dos dados realizada a partir da junção dos métodos norteou a definição da proposta projetual feita para a área de estudo. Notadamente, a maior relevância da área está no transporte realizado pelo trem, que mantém ativa a função da estação. A *Entrevista* confirmou o valor simbólico e histórico da ferrovia e suas adjacências na memória coletiva e afetiva dos habitantes de Jundiaí. Os entrevistados expressaram o interesse na preservação dos edifícios que hoje se encontram ociosos e em degradação. A atribuição de novos usos, com atividades de lazer e culturais não só serviriam para restaurar e preservar esses prédios, como também para atrair pessoas que buscam espaços de entretenimento.

A aplicação do *DePAN* validou que os espaços que servem comida, seja o pastel, sanduíche, um rápido café da manhã, atraem os transeuntes durante a agitação do movimento pendular em dias de semana e convida as pessoas para o passeio no domingo incentivado pela feira. O emprego deste método mostrou que os espaços de alimentação são pontos de atração e permanência das pessoas, confirmado na entrevista. Desse modo, foi possível identificar o potencial da orla ferroviária para o desenvolvimento de um conjunto de diretrizes para a requalificação da paisagem urbana na área da ferrovia de Jundiaí. Cabe dizer que a coleta e análise dos dados, realizadas a partir da junção dos

métodos Entrevista e DePAN, nortearam a definição da proposta projetual feita para essa área e apresentada neste artigo.

A pesquisa embasada na história da região do Complexo da Estação Ferroviária possibilitou compreender ainda seu valor simbólico. As visitas periódicas ao local permitiram identificar os problemas atuais e demonstraram a necessidade de elaboração de um projeto que conecte as edificações, os vazios urbanos, equipamentos subutilizados com potencial para interligar as camadas do tempo.

4 POTENCIALIDADES DO ESPAÇO

A análise da área através do estudo histórico, social, e da coleta de dados, pelos métodos apresentados, possibilitou chegar em uma proposta de melhoria para as potencialidades que emergem da área. O projeto propõe estabelecer uma conectividade entre os vazios urbanos, com ênfase na caminhabilidade e na vitalidade urbana. O intuito é desconcentrar as atratividades contidas em apenas um ponto, como ocorre hoje, e distribuí-las por toda a área. Como modo de proporcionar tais condições para assegurar a conectividade e integração, foi elaborado o projeto de um parque urbano, denominado de ***Parque da Estação*** com abrangência por toda a área do Complexo da Estação Ferroviária. A prioridade é estabelecer uma conexão viária, focada em transportes públicos através do projeto do novo Terminal Intermodal, interligando a estação com o sistema de ônibus, e do redesenho urbano neste trecho.

Fundamentado em desenvolver um projeto de reintegração do patrimônio arquitetônico à cidade contemporânea, estabeleceu-se um programa de novos usos para as edificações abandonadas do complexo ferroviário junto ao desenvolvimento de novos edifícios de modo a atender as demandas levantadas pela análise para a requalificação da paisagem urbana na área da ferrovia, como visto na Figura 10.

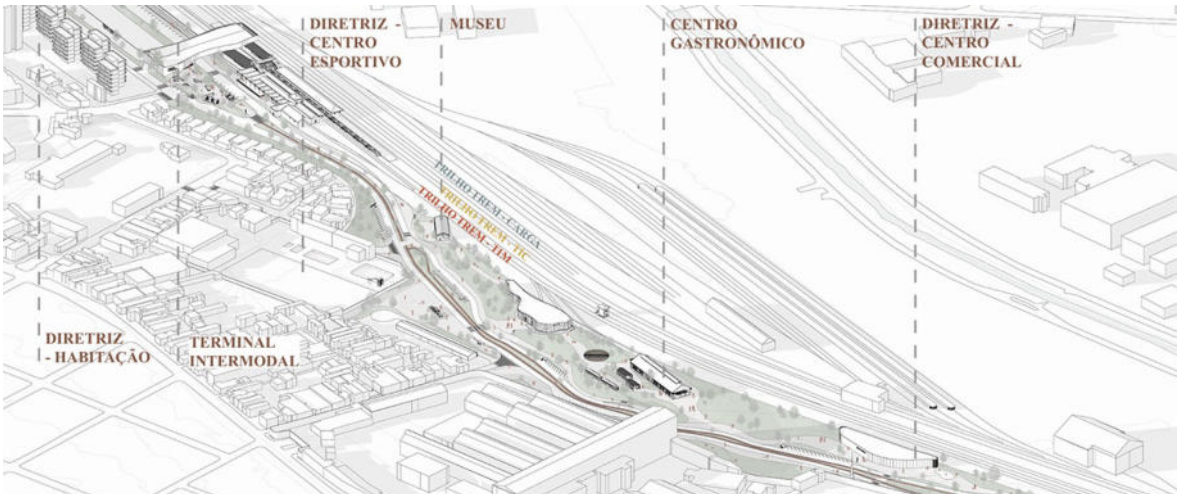


Fig. 10 Proposta do Parque que conecta e integra os edifícios e espaços livres

Os galpões da ferrovia, que estão em abandono, conseguem desenvolver a questão de entretenimento tão defasada na região, o galpão menor como um museu destinado a recuperar a memória da ferrovia, e o galpão maior com um centro gastronômico, com variedades de lanchonetes e restaurantes incentivando a permanência no local. Para o complemento e diversificação de usos, é proposto a recuperação do centro esportivo do

bairro e um conjunto de novos edifícios, um com um projeto de centro comercial e os outros destinados à habitação, reafirmando o caráter residencial dos bairros adjacentes à orla ferroviária, identificados na aplicação da entrevista e na pesquisa histórica sobre a área. Deste modo, o projeto atende a todas as demandas que apareceram na entrevista, com solicitação de comércio, variedade de locais para alimentação, entretenimento esportivo e cultural. Cada projeto buscou restaurar o valor simbólico do lugar, respeitar a importância da arquitetura patrimonial e requalificar a área histórica da ferrovia, tendo o Parque como principal equipamento de integração dos galpões e das demais áreas, interligados ao sistema de transportes.

A Figura 11, 12 e 13 mostra as imagens dos edifícios dos galpões requalificados, com destinação de novos usos, inseridos no Parque da Estação e conectados pelos caminhos de pedestres e ciclovias.



Fig. 11, 12 e 13 Imagens dos edifícios dos galpões requalificados com novos usos

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, foi possível compreender a dinâmica da área da ferrovia, através das metodologias escolhidas, e desta forma, elaborar diretrizes projetuais para recuperar o valor simbólico, requalificar área histórica com a proposta do Parque da Estação, e integrar, com emprego dos conceitos de caminhabilidade, os prédios novos e aos antigos com novos usos. Buscou-se, com este projeto, proporcionar um espaço para a população se apropriar e usufruir de modo livre, sendo não só referência para a cidade de Jundiaí, mas também de abrangência para toda Região Metropolitana de Jundiaí. Buscou-se, com este projeto, requalificar a paisagem urbana na área da ferrovia, proporcionando um parque na escala da cidade e desenvolvendo o redesenho urbano com ênfase em novos usos, com potencial para promover a frequentação das pessoas no período diurno e noturno. O centro gastronômico e cultural tem potencial para avalizar essa finalidade. A proposta vai também ao encontro das discussões que vêm ocorrendo em âmbito municipal, estadual e federal, envolvendo atores da gestão pública a respeito da valorização do trem e da conexão intercidades. Neste sentido, reforça-se o potencial e a viabilidade da proposta apresentada.

6 REFERÊNCIAS

Alves, S.A. (2021) **Design para a permanência e atratividade em nichos de espaços abertos de convívio: DePAN** (Tese de Doutorado), UNESP, Bauru.

Bem, S. F. de; Lanna, A. L. D. (2006) **Conversa de patrimônio em Jundiaí**, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico.

Complexo da Estação Ferroviária de Jundiaí. Disponível em: http://condephaat.sp.gov.br/ benstombados/complexo-da-estacao-ferroviaria-de-jundiai/ Acesso em: 9 set. 2021.

Gil, A. C. (2002) **Como elaborar projetos de pesquisa,** 4ª Edição, Atlas, São Paulo.

Governo do Estado de São Paulo. **Com TIC, Campinas voltará a ter trem de passageiros após quase três décadas**. Disponível em: https://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/com-tic-campinas-voltara-a-ter-trem-de-passageiros-apos-quase-tres-decadas/ Acesso em: 02 maio 2024.

Kühl, B. M. (1998). **Arquitetura do ferro e arquitetura ferroviária em São Paulo: reflexões sobre a sua preservação.** [S.l: s.n.].

PDUI, Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Aglomeração Urbana de Jundiaí. **Diagnóstico Regional - Principais Desafios Junho/2018.** 2018. Disponível em: http://multimidia.pdui.sp.gov.br/auj/docs_pdui/auj_docs_pdui_0005.pdf . Acesso em: 10 de ago. 2021.

PDUI, Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Jundiaí. **Caderno de Diagnóstico Região Metropolitana de Jundiaí, P15.** 2022. Disponível em: https://rmj.pdui.sp.gov.br/?page_id=131. Acesso em: 01 de maio 2024.

PDUI, Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Jundiaí. **Região Metropolitana de Jundiaí (RMJ).** Disponível em: https://rmj.pdui.sp.gov.br/?page_id=127. Acesso em: 01 de maio 2024.

PLAMURB, Plano de Mobilidade Urbana de Jundiaí. **Combinação de viagens entre TIM e Linha 7-Rubi poderá ser boa alternativa ao TIC**. Disponível em: https://plamurbblog.wordpress.com/2024/02/27/combinacao-de-viagens-entre-tim-e-linha-7-rubi-podera-ser-boa-alternativa-ao-tic/ Acesso em: 02 de maio 2024.

Pontes, A. de T.; Gonçalves, W. (1973) **Jundiaí, São Paulo - Brasil: Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista, Itupeva,** Escalibur, Jundiaí.

Prefeitura De Jundiaí. **História da Cidade.** Disponível em: https://jundiai.sp.gov.br/a-cidade/historia/ . Acesso em: 28 ago. 2021.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas dos Municípios.** Disponível em: https://undp.org/pt/brazil/atlas-dos-municipios. Acesso em: 01 de maio 2024.

Silva, M. M. 2018) **Complexo da Estação Ferroviária de Jundiaí e Complexo FEPASA: análise comparativa dos bens como recurso cultural ao turismo**, Pasos - Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, v. 16, nº2, p. 367 - 385.

Tribuna de Jundiaí. **Parque Linear no Espaço Expressa faz parte da revitalização do Centro**. 2023. Disponível em: https://tribunadejundiai.com.br/cidades/jundiai/parque-linear-no-espaco-expressa-faz-parte-da-revitalizacao-do-centro/ Acesso em: 02 maio 2024

AGING IN PLACE E CASA INTELIGENTE, CONCEITOS ASSOCIADOS NO CAMPO DA ARQUITETURA E DO URBANO PARA O ENVELHECER COM SAÚDE

B. C. Podadera e S. A. Alves

RESUMO

Dados demonstrados pelo IBGE revelam o aumento da longevidade com a estimativa de que em 2060 o equivalente a 25% da população brasileira será constituída por idosos. Estes dados revelam o aumento da expectativa de vida, mas também trazem alguns desafios, na medida em que o processo do envelhecimento ocasiona limitações físicas e motoras, que afetam a mobilidade do indivíduo, gerando a necessidade de adaptação do ambiente construído. O conceito *Aging in Place* se refere à possibilidade de uma pessoa envelhecer em sua própria casa, com conforto, de forma segura e independente. O conceito de *Casa Inteligente* está relacionado ao uso de tecnologias que visam oferecer praticidade, comodidade e segurança aos moradores. Como metodologia foi empregada a revisão da literatura para embasar os conceitos de *Aging in Place* e de *Casa Inteligente*, com ênfase no público idoso, bem como a pesquisa documental com análise de legislações e mapas municipais.

1 CASA INTELIGENTE: A TECNOLOGIA INERENTE À ARQUITETURA

As Casas Inteligentes ou Smart Houses, como é denominada na literatura internacional, são autênticas moradias interativas, equipadas com Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) de última geração, que possibilitam a interconexão de todos os dispositivos mecânicos e digitais presentes no ambiente domiciliar. É uma forma personalizada de projetar casas, de acordo com as necessidades de cada indivíduo, já considerando a automação da edificação e a usabilidade do usuário. Embora ainda não esteja amplamente difundido no Brasil, o conceito de Casas Inteligentes tem ganhado adesão cada vez maior, principalmente do público jovem.

Apesar de boa parte dos idosos não terem aderido totalmente às tecnologias assistivas, ainda, muitos deles possuem necessidades específicas que requerem a assistência de familiares e/ou cuidadores. Neste sentido, a “casa inteligente” equipada com TIC se apresenta como uma tecnologia com potencial para ser aliada à saúde no âmbito domiciliar. Considerando que a medicina teve avanços significativos nas últimas décadas, fator que contribuiu para o aumento da expectativa de vida, por outro lado, tem-se a demanda de alguns cuidados específicos com o público idoso, que pode ser feito no ambiente domiciliar. Por exemplo, cuidados e atendimentos aos idosos que apresentam dificuldades

motoras, como artrite, doença de Parkinson, entre outras que podem gerar limitações físicas.

Há de se considerar também que a população com 60 anos ou mais está aumentando rapidamente, em uma proporção superior aos grupos etários mais jovens segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas). Isso torna a assistência da "Geração Sanduíche", termo empregado para designar a geração de pessoas que cuidam dos seus filhos e ao mesmo tempo de seus pais, insustentável no futuro. A população com mais de 60 anos cresce a uma taxa de cerca de 3% ao ano. Globalmente, o número de pessoas com 80 anos ou mais deverá triplicar até 2050. Estima-se que passará de 137 milhões, em 2017, para 425 milhões em 2050. Desse modo, considerar a automação um requisito básico e essencial de ser incorporado nos projetos arquitetônicos residenciais é um dos meios para permitir a liberdade individual e a praticidade na rotina das pessoas idosas.

A integração entre as necessidades das pessoas idosas e a automação residencial pode ser feita por meio de projetos arquitetônicos. Para isso existem duas vertentes, a da adaptação das casas já existentes e as construções novas. Apesar de a construção nova ser mais propensa a receber essa tecnologia com facilidade, existe uma memória afetiva em relação às casas onde as pessoas já residem, especialmente no caso dos idosos que passaram vários anos de suas vidas no mesmo local. Neste caso, optar por automatizar a casa já habitada, cujos vínculos afetivos estão estabelecidos com o lugar, pode contribuir para a sensação de bem-estar e de qualidade de vida para os seus usuários.

Assim, é importante considerar as duas condições: aquela da construção nova incorporando a tecnologia assistiva na fase de projeto e a outra que envolve a adaptação da casa já habitada. Considera-se também a questão de que as casas planejadas na atualidade deverão ser pensadas para receber os jovens de hoje, que poderão escolher passar ao longo de suas vidas ali, e assim, vivenciar o processo do envelhecimento nessas mesmas residências.

Surge então a teoria do "*Aging in place*" que se baseia em prevenir em vez de "medicar uma dor da sociedade", ou seja, pensar a casa como um lugar acessível para todas as idades de seus moradores, da infância à velhice. Isso tudo como uma primeira opção de projeto e não como uma adaptação tardia ou um lugar para morar somente quando estiver na terceira idade. Ao ouvir a pergunta: "qual o lugar ideal para envelhecer?", as pessoas mais velhas geralmente respondem: "aquele que eu já conheço!" (Fonseca, 2020). A partir dessa resposta, este artigo apresenta o desenvolvimento de um projeto arquitetônico e urbano fundamentado na teoria do "*aging in place*".

Leva-se em consideração que a criação de uma Casa Inteligente não é proveniente de uma série de produtos individuais com seus mecanismos tecnológicos, mas sim uma alternativa para a integração de todos os dispositivos e informações para servir o usuário, em sua residência. Atualmente, estão surgindo pelo menos duas formas de "Smart House", devido a diferentes imperativos. A primeira envolve a abordagem tradicional de automação residencial associada ao uso de eletrodomésticos "inteligentes". A outra forma envolve serviços interativos de computação, comunicação e entretenimento dentro e fora da residência (Gann *et al.* ,1999).

O presente artigo discorre sobre a segunda abordagem, que consiste na ideia de integrar serviços externos à casa, de comunicação e de necessidades básicas ao ser humano, tudo em um mesmo ambiente. Esse é o modelo mais novo do termo "Smart House". Originada

das indústrias, a automação surgiu com o objetivo de aumentar a produtividade e, portanto, o lucro. Todavia, no ambiente doméstico, a ideia da automação foi introduzida pelos designers com o propósito de facilitar o dia a dia através de eletrodomésticos.

Gradativamente, a automação começou a fazer parte da vida cotidiana, tornando-se presente no controle de dispositivos como a televisão, que nos dias atuais pode ser gerenciada por meio de smartphones e smartwatches. A palavra inteligente, quando aplicada às residências, além de realizar funções lógicas sugere melhorias para os ambientes (Alves *et al.,* 2003). É nesse sentido que se busca automatizar as casas para que, a partir do conceito de "casas inteligentes", seja possível oferecer ambientes domésticos que garantam independência e segurança para os idosos permanecerem em suas moradias, sem depender totalmente dos filhos ou de cuidadores.

Espera-se que a tecnologia proporcione a facilidade e a praticidade de abrir portas e janelas, acionar lâmpadas ou outros equipamentos residenciais com um simples aperto de botão ou controle de voz. E, mais ainda, pretende-se mostrar que as casas podem estar conectadas com redes de estabelecimentos de saúde para que o idoso possa receber atendimento remoto nos casos em que for desejável e recomendável, como será apresentado a seguir.

2 O IDOSO E A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Uma das necessidades do idoso ao envelhecer é o acesso facilitado ao atendimento à saúde. Na casa inteligente, o acesso a saúde pode ser facilitado pela telemedicina. A telemedicina é definida atualmente como o uso de informação médica através da comunicação eletrônica para a saúde do paciente. Ela também pode ser caracterizada como o emprego de sinais eletrônicos para transferir informações médicas (fotografias, imagens em radiologia, áudio, dados de pacientes, videoconferências) de um local a outro através da Internet, de computadores, de satélites ou de equipamento de videoconferência, com a finalidade de melhorar o acesso à saúde (Soirefmann *et al*., 2008).

A telemedicina contribui para a realização do acompanhamento dos pacientes, abrangendo consultas, retornos e atendimentos, além de servir como uma fonte de educação para profissionais da saúde que desejem ser capacitados para utilizá-las e para pacientes se familiarizarem com esses recursos, tornando o acesso mais rápido e prático. Durante a pandemia de Covid-19, a telemedicina experimentou um crescimento expressivo como forma de atender pacientes em quarentena. Em 2020, o Sistema Único de Saúde (SUS) lançou um aplicativo de teleatendimento para pessoas com sintomas do Coronavírus, marcando um importante avanço para a telemedicina no Brasil (Motta, 2021).

Quando se fala do marco da telemedicina durante a pandemia, é importante mencionar um dos maiores grupos de risco na época: os idosos. No contexto da Covid-19, a população idosa (com 60 anos ou mais) e portadores de doenças crônicas não transmissíveis constituíram os grupos com maiores índices de adoecimento e morte, especialmente no primeiro ano da pandemia, exigindo ações de proteção e assistência diferenciadas (Motta, 2021).

A telemedicina não é somente um conforto, mas pode ser uma redução de custo bilionário para o Governo Brasileiro ao longo dos próximos 10 anos. Em 2017, a internação de idosos custou 30% mais caro do que a dos demais adultos (Heemann, *et al*., 2017). Em

2019, as despesas do Governo Federal com a saúde somaram R$283,61 bilhões (Gandra, 2022). Como alternativa, a telemedicina pode ajudar a reduzir os custos da saúde pública com a população idosa, a exemplo de gastos com transporte, internação hospitalar, e consultas médicas presenciais. Além disso, o uso da tecnologia por meio da telemedicina pode facilitar o acesso à saúde para a população idosa que vive em áreas remotas ou não tem condições de se deslocar até um serviço de saúde.

Notoriamente, faz necessário que a internet chegue em todos os lugares, quando se sabe que, no Brasil, essa questão ainda é um desafio a ser enfrentado. Portanto, equipar as casas com tecnologia assistiva, inteligente e integrada a sistemas de telemedicina ainda exige o dispêndio de um grande investimento para as ações públicas de moradia, especialmente quando se trata de pacientes da terceira idade acometidos por alguma dificuldade motora.

Outro desafio é a escassez de médicos especializados em geriatria no Sistema Único de Saúde (SUS), um dos obstáculos a serem superados. A proporção é de apenas um profissional para cada 12 mil idosos no país, o que está muito aquém da recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), que sugere um médico geriatra para cada mil idosos (Heemann *et al*, 2017). Esta situação tende a piorar com o aumento da população idosa nos próximos anos, conforme estimativas do IBGE (2018).

Neste sentido, a possibilidade de inserir o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) à casa dos idosos é um meio de expandir o recurso da telemedicina, além de proporcionar independência, conforto e segurança. É importante lembrar também que por meio da telemedicina aplicada às Smart Houses, é possível monitorar remotamente a saúde dos moradores e fazer o diagnóstico precoce de doenças. Ademais, essa integração pode melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, idosos e pacientes com doenças crônicas.

Segundo Perkusich (2020), a telemedicina pode ser integrada às Smart Houses por meio de sensores de monitoramento, dispositivos de comunicação, dispositivos vestíveis e assistentes virtuais, os quais podem ser utilizados para medir parâmetros fisiológicos, como a frequência cardíaca e a pressão arterial, e enviar essas informações para profissionais de saúde, que podem avaliar a saúde dos pacientes de forma remota.

Essa tecnologia já está à disposição e vem sendo testada em centros de pesquisa em algumas universidades do mundo, bem como em ambientes hospitalares. Avançar nesse estudo é necessário para criar novas tecnologias cada vez mais eficientes e, principalmente, buscar meios de torná-las adaptáveis às residências e acessíveis a todas as pessoas.

3 CIDADE INTELIGENTE: A INTERFACE TECNOLÓGICA APLICADA AO PLANEJAMENTO URBANO

Planejar uma “Casa Inteligente” para atender as necessidades de seus moradores em todas as fases da vida implica também em requerer a justaposição do planejamento urbano para transformar as cidades em ambientes inteligentes, uma vez que além da saúde, o idoso necessita vivenciar a cidade, se locomover nela e ter acesso aos espaços públicos.

Na década de 1990, o termo Smart City ainda não era tão comum. Em seu lugar, existia a expressão “cidade digital”, que remetia ao sonho de se construir um espaço urbano conectado à internet e às TICs, onde as informações de interesse público fossem fornecidas

em sites de governo armazenadas e disponibilizadas de modo digital, em seus sites e plataformas. Apenas duas décadas depois, a cidade digital deixou de ser apenas uma teoria ou sonho, e se tornou uma realidade. A mudança não é mais uma teoria, é um movimento que vem acelerado.

A ONU, nas diretrizes da Agenda 2030, estabeleceu o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 11, intitulado "Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis". Assim, atualmente, o termo "cidade inteligente" ou "smart city" incorpora os conceitos de sustentabilidade, na qual o uso de tecnologias visa contribuir para o planejamento urbano, otimizar o uso dos recursos digitais disponíveis e preservar o meio ambiente com desenvolvimento econômico simultaneamente (Leite *et al.*, 2012).

Segundo Giffinger (2015), às cidades inteligentes são apoiadas em 6 pilares: sustentabilidade, um governo inteligente, uma economia inteligente, mobilidade e transporte inteligente, pessoas inteligentes e um jeito de viver inteligente. Quando esses conceitos são aplicados à vida do idoso, faz-se necessário ponderar sobre as suas maiores demandas em relação à cidade. A primeira delas é o acesso à saúde, conforme já foi abordado em relação à telemedicina. O outro aspecto importante é o transporte, uma vez que uma parcela dos idosos enfrentam dificuldades de locomoção. Dessa forma, a cidade inteligente precisa ser uma cidade "caminhável" e tecnológica. Isso quer dizer que é preciso haver sistemas de transportes acionáveis para pessoas que não dirigem. Seja por meio do uso de aplicativos, melhorias nas infraestruturas ou tecnologias que ainda vão ser inventadas.

Do ponto de vista da cidade "caminhável", há de se considerar que as casas devem estar próximas dos equipamentos essenciais ao cotidiano, como padaria, farmácia, parques, praças, etc, de modo a permitir que a pessoa percorra a pé uma curta distância, em torno de 300 metros a 500 metros entre a sua casa e esses locais, a fim de atingir um percurso caminhável e aceitável, mesmo pelo público idoso que não apresenta dificuldades de locomoção.

O idoso precisa e deseja sentir-se cidadão na Cidade Inteligente, e para isso, precisa se deslocar para os lugares que fazem parte do cotidiano, de forma confortável e segura, como ir ao supermercado, banco, dentista, teatro, e tantos outros lugares. Neste caso, a Casa Inteligente deve interagir com as tecnologias da Cidade Inteligente, para que ela não se torne um lugar de isolamento, mas sim uma ferramenta de conexão. Para transformar a cidade em um lugar agradável, seguro e caminhável, necessita-se de uma série de ações interligadas com o setor público e privado, que devem ser executadas concomitantemente.

Neste artigo, é apresentado um projeto, resultado de uma pesquisa que analisou alguns exemplos de moradias ou vilas destinadas à população idosa. Desse modo, formulou-se um programa de vila de casas inteligentes, adaptada a cidade que temos hoje e com o pensamento na cidade que queremos para o futuro próximo. A seleção da área para desenvolvimento da Vila de Casas, surgiu da intenção de ocupar um vazio urbano inserido em área circunscrita em bairros consolidados e bem servida de infraestrutura urbana.

A intenção é demonstrar que é possível planejar casas na cidade que temos atualmente, que permitam às pessoas passar longos anos de suas vidas, estabelecer laços afetivos e permanecer morando nelas, mesmo com idade mais avançada, de forma segura, acessível e

independente, pois a conexão com a tecnologia assistiva coloca moradores em contato com outras pessoas e redes de saúde para receber o suporte necessário para situações diversas.

4 AGING IN PLACE E CASA INTELIGENTE PARA O IDOSO

O conceito do *Aging in Place* prevê que a pessoa possa viver normalmente em sua casa em todas as fases da vida. Sua aplicação tem em vista a inserção das TICs e a prática da sustentabilidade, visando assegurar qualidade de vida ao idoso, facilidade de locomoção em um ambiente que ofereça funcionalidade, habitabilidade, acessibilidade, segurança e conforto ergonômico. Assim, o projeto arquitetônico e urbano proposto é constituído por uma Vila de Casas Inteligentes que demonstram a possibilidade de adaptar casas às necessidades das pessoas e incorporar a tecnologia como uma ferramenta para facilitar a independência e autonomia do indivíduo.

A tecnologia deve ser inerente à arquitetura e à cidade. Neste caso, o projeto da Vila de Casas serve como um parâmetro para elaboração de outros projetos com a mesma finalidade. Além disso, contribui para mostrar a possibilidade de adaptar o conceito de casa inteligente às construções já existentes, sem que haja a necessidade de mudança e adaptação do idoso a outro lugar diferente daquele que está habituado a viver e conviver. E a partir disso, reforça o conceito do Aging in place.

A **Metodologia** empregada na pesquisa e desenvolvimento da Vila de Casas abrangeu a revisão da literatura para embasar os conceitos de *Aging in Place*, de *Casa Inteligente*, e de *Cidade Inteligente*. Foram utilizados também os métodos da pesquisa documental para acessar nas plataformas digitais documentos produzidos por estudos de caso de Smart Houses e condomínios unifamiliares projetados especificamente para idosos. O planejamento da Vila de Casas foi inspirado nesses projetos analisados.

Para a experimentação aqui apresentada, foi escolhido um terreno situado no bairro Jardim Marambá, na cidade de Bauru, interior do estado de São Paulo. O terreno se localiza próximo à Avenida Orlando Ranieri, uma via importante servida de comércios e serviços, sendo a principal via deste bairro, com característica predominantemente residencial. Essa avenida é utilizada pelos moradores para fazer caminhadas e os afazeres do dia a dia, acessar o transporte público coletivo e utilizar o comércio do bairro.

Para a escolha do terreno foi feita uma análise dos mapas disponibilizados no site da Prefeitura de Bauru. Logo recorreu-se ao método de pesquisa documental para realizar a busca pelos mapas e, assim, identificar os vazios urbanos presentes na cidade. Posteriormente, foram selecionados alguns vazios urbanos, identificados como áreas servidas de infraestrutura, e realizadas visitas *in loco* para avaliar o entorno, os equipamentos oferecidos, o sistema viário, os comércios e serviços disponíveis e meios de lazer e cultura.

Quanto ao serviço de transporte público coletivo ofertado na área, pesquisou-se os dados fornecidos pela EMDURB (Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru) e pela TRANSURB (Associação das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Bauru) para a verificação das linhas de ônibus, deslocamentos e as vias que possuem as paradas de ônibus.

Após toda essa análise, foi selecionado o terreno que melhor atendeu as expectativas de oferecer uma infraestrutura adequada para a Vila de Casas. Considerou-se também o fato de ser um vazio urbano em área já consolidada e bem servida de equipamentos, como: supermercados, restaurantes, sorveteria, comércio, serviços, creche, escola, praça e outros estabelecimentos relevantes para uso cotidiano. Foi realizada, inclusive, uma consulta às legislações municipais e estaduais para verificar se a construção na área era permitida, bem como a legislação relativa às edificações para elaborar o projeto de acordo com as normas técnicas.

As Figuras 1 e 2 mostram a inserção do terreno na malha urbana da cidade, representado dentro da circunferência em cor azul e as vias que possuem seus principais equipamentos públicos: restaurantes, farmácias, clínicas, supermercado, padaria, creche, praça, inseridos no raio delimitado em 500 metros a partir do centro da Vila de Casas. Ainda na Figura 1, é possível identificar uma distância que chega a 3 km de equipamentos culturais como o SESC/Bauru., o centro antigo da cidade, onde há a maior concentração de comércios e dois hospitais públicos da rede SUS, o Hospital Estadual e o Hospital de Base.



Fig. 1 Área do terreno inserida no círculo azul e identificação de equipamentos urbanos



Fig. 2 Área do terreno em vermelho e equipamentos próximos

O programa de necessidades da vila abrange três tipologias de casas para acolher famílias com variação na quantidade de membros, e atender épocas diferentes da vida. A casa de um quarto foi pensada para um casal de idosos (ou jovens) e para quem vive sozinho. A casa de dois quartos ou a casa de três quartos é destinada para famílias maiores ou conforme a necessidade de cada morador (Figura 3).



Fig. 3 Implantação da Vila de Casas e seus equipamentos, variação de tipologias

As imagens da Figura 4 mostram o prédio de atendimento à saúde (imagem superior à esquerda), as casas implantadas ao longo dos caminhos, o percurso para caminhada (imagens inferiores), área de descanso, contemplação e encontros entre vizinhos para promover a interação social e evitar que o usuário do espaço se sinta sozinho (imagem superior à direita).



Fig. 4 Imagens do centro de atendimento para o idoso, espaço de lazer e contemplação; e das tipologias de casas

O prédio multifuncional, que abriga várias atividades, entre elas a de assistência à saúde, localiza-se entre as habitações, e devido à sua centralidade, proporciona a sensação de integração entre as casas da vila. Sua posição no terreno facilita o acesso aos moradores das casas e às pessoas idosas que vivem nos bairros do entorno, que podem utilizá-lo em prol da saúde preventiva. A intenção é que este equipamento sirva para integrar vizinhos, ao mesmo tempo que oferece atividades de reabilitação, orientação nutricional, aferição da pressão arterial, índice glicêmico, entre outros serviços de atendimento que podem ser abarcados nessa edificação.

O prédio possui também uma sala para atendimento médico emergencial, a fim de facilitar uma assistência rápida próxima à moradia. Outro ponto a se observar é a relação com a sustentabilidade, uma vez que o morador não depende de transporte para acessar o equipamento que oferece um serviço essencial à saúde.

Cada casa da vila foi planejada com a inserção dos dispositivos mecânicos e digitais capazes de tornar as moradias interativas e equipadas com Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) de última geração. A interatividade ocorre através da conectividade dos eletrodomésticos, como a televisão, por exemplo, que funciona como uma tela conectada ao computador ou ao celular para permitir que o morador consiga fazer atendimentos rotineiros por meio da telemedicina com profissionais da saúde, inclusive com conexão com o prédio multifuncional. Assim, o conceito da casa inteligente visa promover o acompanhamento da saúde do idoso, sem que ele precise se deslocar, caso haja a dificuldade de locomoção, fazendo-se necessário o deslocamento somente em casos de exames de imagem ou tratamentos específicos.

Um projeto de automação inerente à Arquitetura e ao design dos mobiliários, quando possui dispositivos inseridos nos componentes construtivos, consegue deixá-los "camuflados". Desse modo, os sensores de movimentos noturnos, acendedores e balizadores que levam ao banheiro ou ao closet, entre outros ambientes, podem ficar

discretamente embutidos nas paredes, portas, pisos e móveis. No projeto da vila também foi previsto a instalação de sistema de microfone e som embutido na estrutura das casas, como arquitetura "invisível", interligada à assistente virtual e ao computador de controle da casa. No closet a proposta são armários que identifiquem a cor da roupa caso a pessoa tenha deficiência visual, contendo um espaço que passe a roupa para um cesto de roupa suja com separação automática de cor.

Outro exemplo de dispositivo "camuflado" foi introduzido no espelho da parede da sala de jantar, no qual é possível acessar as informações sobre as atividades na vila, como eventos, reuniões e notícias importantes. Além disso, o sistema de som e microfone embutido nas paredes permite que o usuário controle a música e as luzes ambiente, bem como converse com seus amigos e familiares sem precisar pegar o celular ou sair do quarto. Tudo isso é possível graças aos dispositivos "camuflados", gerando uma "arquitetura invisível", que garante que a tecnologia não interfira na estética da casa. Com essas comodidades, é possível desfrutar de uma casa inteligente e eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Envelhecer é um processo natural, porém todas as pessoas esperam que isso ocorra com qualidade de vida. Neste sentido, é possível tomar decisões preventivas e planejar assistências. No âmbito da arquitetura, a adoção da TICs torna-se um recurso de apoio, para que se possa garantir parâmetros de segurança e qualidade de vida. A arquitetura associada à automação traz conforto e humanização para as pessoas, especialmente para aquelas com problemas de saúde, que as colocam em situação de dependência.

Nesses casos, quando o projeto é feito com planejamento para garantir independência e segurança na locomoção e nos atendimentos por meio da tecnologia assistiva, é possível garantir que as pessoas possam passar a vida em um mesmo local. Isto é, sem precisar mudar de casa em busca de uma habitação que esteja adaptada a oferecer o que ela precisa para viver com independência e assistências às suas demandas.

Ao projetar este estudo, da Vila de Casas Inteligentes, buscou-se promover o conforto funcional, visual, acessibilidade e humanização aos espaços, assim como, gerar a integração entre as atividades do cotidiano com a tecnologia assistiva. Também foi importante a criação de caminhos e espaços verdes ao projetar a vila, de forma acessível e segura para garantir a autonomia no percurso da casa às demais dependências propostas no projeto, como o prédio multifuncional de atendimento à saúde, área administrativa, áreas de atividades físicas, e as áreas sociais.

Além disso, a vila contempla diferentes tipologias de casas a fim de permitir variados núcleos familiares, ou seja, variação na quantidade de membros e faixas etárias vivendo em um mesmo conjunto de moradias, por entender que pessoas de faixas etárias variadas residindo em uma mesma vila podem promover maior integração social entre diferentes gerações. E, desse modo, evitar que as pessoas mais velhas, que tendem a ficar isoladas socialmente, fiquem de fato sozinhas. Para tanto, o projeto priorizou um arranjo espacial que facilite a socialização no interior da vila. Outro diferencial deste projeto é o fácil acesso de ambulância ou outros veículos que possam prestar assistência médica, permitindo que o atendimento seja rápido em caso de emergência.

Outro fator que merece destaque é que a vila foi planejada com inspiração no modelo de cooperativa da FUCVAM, no Uruguai. Trata-se de casas que são construídas para atender famílias com números variados de indivíduos, onde é possível fazer trocas à medida que a família aumenta o número de membros (nascimento de filhos) ou vai se aproximando da terceira idade e passa a ficar em números menores, devido aos familiares que se mudam para outras casas.

No Uruguai esse sistema de cooperativa se consolidou ao longo do tempo, mostrando-se eficiente, prático e dinâmico. Essa é uma alternativa viável para ser implantada em outros países, especialmente pensando no processo do envelhecimento, uma vez que permite que a família ou indivíduo mude de uma casa para outra sem sair da vila onde fortaleceu vínculos afetivos com o lugar e os vizinhos.

Desse modo, a diversidade de tipologias de casas serve famílias e pessoas por longos anos, bem como pessoas de todas as idades. Esse foi um aspecto considerado decisivo durante a concepção do projeto. As tipologias das casas permitem a vivência de famílias maiores ou com poucas pessoas. Morar sozinho também é uma opção e ter um ambiente destinado a pessoa que trabalha como cuidador, se necessário, é possível, pois as casas foram projetadas pensando na autonomia, segurança e bem-estar das pessoas idosas que moram sozinhas e para àquelas que podem precisar de cuidados eventuais ou constante de familiares ou profissionais cuidadores.

Verifica-se que é possível melhorar a qualidade de vida de uma pessoa quando processo de envelhecer é tratado como uma fase, na qual um casal de idosos ou uma pessoa sozinha possa viver de forma independente e permanecer na mesma residência em que já criou seus vínculos afetivos. Nesse cenário, ao reconhecer as formas de assistência, a pessoa idosa poderá se sentir segura e confiante de que rapidamente será atendida.

A sociedade está envelhecendo, e por essa razão é preciso pensar nos idosos de hoje e em como será o futuro das próximas gerações. O projeto apresentado mostra que a união entre a arquitetura e a automação cria um espaço que pode ser denominado como “humanizado” para que os moradores tenham independência ao envelhecer. Durante seu desenvolvimento, ficou evidente a necessidade de realizar um trabalho multidisciplinar entre várias áreas do conhecimento, que neste caso inclui os profissionais da área da saúde para apresentar as demandas, bem como os projetistas de dispositivos e mecanismos de automação, para que os equipamentos funcionem conectados e interligados em rede. Dessa forma, é possível concluir que ao congregar profissionais de diversas áreas, da área da saúde à área da tecnologia, os resultados serão adequados e úteis do ponto de vista da assistência à saúde e da Arquitetura e Urbanismo.

5 REFERÊNCIAS

Alves, J. A.; Mota, J. (2003). **Casas Inteligentes.** 1ª ed. Lisboa: Centro Atlântico.

Fonseca, M. (2020). **Aging in Place, Envelhecimento em Casa e na Comunidade em Portugal.** Public Sciences; Policies, 6(2), pp. 21-39.

Gandra, A. (2022). **IBGE: despesas com saúde chegaram a R$ 711,4 bilhões em 2019.** Agência Brasil, Rio de Janeiro, 14 de abril. Disponível em:

https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-04/ibge-despesas-com-saude-chegaram-r-7114-bilhoes-em-2019. Acesso em: 08-04 abril 2023.

Gann, D., Barlow, J.; Venables, T. (1999). **Digital Futures: Making Homes Smarter.** London: Chartered Institute of Housing.

Giffinger, R. (2011). **European Smart Cities: the need for a place related Understanding.** Austria.

Heemann, M.; Hermsdorf, M. (2017). **Custo de internações de idosos é 30% maior para o SUS.** Estadão, 01 de agosto. Disponível em: https://infograficos.estadao.com.br/focas/planeje-sua-vida/custo-de-internacoes-de-idosos-e-30-maior-para-o-sus. Acesso em: 10-04 abril 2023.

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. (2018). **Projeções da População**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html. Acesso em: 13-04 abril 2023.

Leite, C.; Marques, J. di C. (2012). **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre: Bookman.

Motta, P. C. C. (2021). **Atendimento aos idosos através da telemedicina durante a pandemia pela COVID-19: Experiência de um Centro de Saúde.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

ONU Brasil. Objetivo 11: **Cidades e comunidades sustentáveis.** Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11. Acesso em: 30-04 abril 2023.

Perkusich, A. et al., 2020. **Integration of telemedicine and smart houses for elderly care: a review. Journal of Medical Systems**, 44(8), pp. 1-11. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s10916-020-01575-4. [Accessed 20 April 2023].

Soirefmann, M., Blom, M. B., Leopoldo, L.; Cestari, T. F. (2008). **Telemedicina: uma revisão da literatura. Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, 28(2), pp. 116-119. Disponível em: http://www.seer.ufrgs.br/hcpa/article/download/2973/3212. Acesso em: 21-04-2023.

PATRIMÔNIO CULTURAL ARQUITETÔNICO NA DIMENSÃO URBANA

T. V. Conti e S. A. Alves

RESUMO

A cidade de Jahu, localizada no estado de São Paulo, apresenta mais de 400 bens patrimoniais tombados que remetem à época da cultura cafeeira, marcada pela expansão das ferrovias e indústrias no país. O edifício Armazém do Café, emblemático símbolo do apogeu da cultura cafeeira e do patrimônio industrial, atualmente se encontra abandonado. Localizado na região central, está conectado à Praça Oswaldo Galvão de França, conhecida como praça da rodoviária, por estar contígua a este prédio. O artigo apresenta uma proposta de requalificação para o prédio Armazém do Café, para a Praça Oswaldo Galvão de França, projeto de um novo prédio para abrigar um Centro Cultural, integrado aos prédios do entorno, e conexão viária até a rodoviária para melhorar a mobilidade da região. Apresenta ênfase nos conceitos de caminhabilidade, tornando a rua atraente e segura. A proposta visa ressignificar o centro em diversas escalas, da dimensão arquitetônica à dimensão urbana.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Jahu apresenta grande importância para o patrimônio na dimensão arquitetônica, urbanística e paisagística devido às suas obras, que revelam a materialização da história e da cultura do município em suas mais distintas épocas. Embora seja considerado um município de pequeno porte, possui um acervo de mais de 400 bens patrimoniais tombados, que representam diversos períodos da história da arquitetura da cidade, com destaque aos antigos casarões em estilo eclético, construídos pelos barões do café, período áureo da produção de café no Brasil; além da Igreja Matriz, de estilo neogótico, projetada pelo engenheiro João Lourenço Madein; o prédio da Prefeitura Municipal, em estilo moderno, projetada pelo arquiteto Carlos Cascaldi e a Rodoviária; também em estilo moderno, projetada pelo arquiteto Vilanova Artigas. A Figura 1 mostra na atualidade os casarões em torno da Igreja Matriz, a Praça Siqueira Campos a frente da fachada da igreja e, na sua parte posterior, encontra-se a praça e o prédio da Prefeitura Municipal. O progresso e avanço econômico de Jahu remete à época da cultura cafeeira, momento histórico conhecido por impulsionar melhorias urbanas nas cidades brasileiras, e das reformas sanitaristas que estimularam a construção de praças e jardins públicos, conforme apresentado na Figura 2, além de edificações erigidas de acordo com o Código de Posturas. Essas construções, tanto de edifícios quanto de praças, compõem hoje grande parte do patrimônio material da cidade e expressam o poder da aristocracia rural da época. Esse período foi marcado pela expansão das ferrovias e indústrias no país, as quais produziram um abundante patrimônio histórico e

cultural em várias cidades do estado de São Paulo, atualmente denominado "patrimônio industrial" e que se encontra presente também em Jahu.

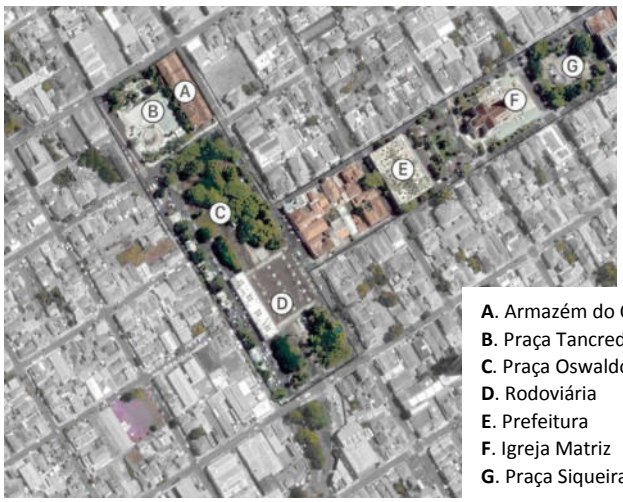


Fig. 1 Igreja Matriz, atrás o prédio da Prefeitura, praças e casarões tombados pelo patrimônio. Fonte: Site Solutudo



Fig. 2 Jardim público no centro de Jahu, ano de 1920. Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

Em relação ao patrimônio industrial, destaca-se na área central da cidade o antigo edifício conhecido como "Armazém do Café", um dos mais emblemáticos símbolos do apogeu da cultura cafeeira de Jahu. Em contiguidade a uma de suas fachadas localiza-se a Praça Tancredo Neves, limítrofe à Praça Oswaldo Galvão de França, que contorna o edifício da Rodoviária. Seguindo o padrão arquitetônico dos galpões industriais, o edifício Armazém do Café é tombado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Arquitetônico e Cultural da cidade de Jahu (CONPACC) devido à sua grande relevância histórica e cultural para o município, representando o apogeu da cultura cafeeira na época. O edifício tinha por função armazenar o café que seria transportado para outros municípios por meio da linha férrea. Este edifício, tombado pelo CONPACC, atualmente se encontra abandonado e degradado (Figura 3).



A. Armazém do Café
B. Praça Tancredo Neves
C. Praça Oswaldo Galvão de França
D. Rodoviária
E. Prefeitura
F. Igreja Matriz
G. Praça Siqueira Campos



Armazém do Café, 1910

Fig. 3 Imagem do edifício Armazém do Café em 1910 e sua localização na malha urbana.

Por estar localizado no centro da cidade, em meio a outras edificações tombadas pelo patrimônio, o prédio apresenta grande potencial para passar por uma requalificação e reabilitação e se tornar um núcleo cultural municipal, suprindo a carência de equipamentos de cultura da cidade. A requalificação deste edifício também favorece a valorização do seu entorno a partir do eixo verde presente no centro da cidade, que tem seu ponto de partida na

Praça Oswaldo Galvão de França (conhecida como Praça da Rodoviária) e se encerra às margens do Rio Jahu, como mostra a Figura 4. Observa-se por meio desta figura a presença de edifícios públicos importantes como a Rodoviária, Prefeitura, Igreja Matriz, bem como as praças e os jardins públicos. A conexão desses edifícios e espaços públicos pode ser feita por meio da requalificação da mobilidade urbana, a partir dos conceitos de caminhabilidade, a qual visa qualificar a rua para oferecer maior conforto e segurança aos pedestres e ciclistas.



Fig. 4 Área central de Jahu, com destaque às edificações institucionais e praças

O conceito de caminhabilidade está relacionado à qualidade da mobilidade do pedestre no meio urbano. "É um conceito também sobre a facilidade de ter acesso a bens e serviços através do espaço público, sobre proximidade e interação entre pessoas, sobre sentir-se seguro e livre" (Fajardo, 2015). O autor tece a reflexão de que a "cidade do automóvel ganhou projeção absoluta sobre o território", especialmente no período do pós-guerra, quando "A ideia de lugar e de espaço caminhável é substituída pela ideia de velocidade e de sua capacidade de projeção sobre o território. A fluidez e o deslocamento passaram a ser compreendidos como modelo de desenvolvimento". Na atualidade, é preciso dar "a devida e necessária ênfase na remontagem do tecido urbano de escala humana" (Fajardo, 2017, p. 104).

Caminhar é o início, o ponto de partida. O homem foi criado para caminhar e todos os eventos da vida - grandes e pequenos - ocorrem quando caminhamos entre outras pessoas. A vida em toda a sua diversidade se desdobra diante de nós quando estamos a pé (Gehl, 2017). A caminhabilidade não só contribui para promover a vitalidade urbana, como é também indicador dessa vitalidade, de forma que salienta Speck: "Recupere a rua e você conseguirá todo o resto, ou algo perto disso" (Speck, 2019, p. 220). A vitalidade não está ligada somente à questão da mobilidade urbana e da segurança nas ruas, pois "pedestres precisam sentir-se seguros e confortáveis, mas também tem necessidade de serem entretidos, caso contrário, aqueles que têm escolha, escolherão dirigir" (Speck, 2019, p. 205).

Alguns fatores que tornam a caminhada mais agradável e atrativa para o pedestre podem estar relacionados às formas dos edifícios; ao mobiliário urbano; à vegetação; à sinalização; à qualidade das calçadas e ao tratamento dos espaços públicos. Estes fatores são considerados "aspectos que podem indicar a satisfação do pedestre com o ambiente e a

viabilidade de realizar viagens a pé que a acessibilidade viária, as atividades e a densidade potencialmente induzem" (Vargas, 2015, p. 25). Entretanto, segundo Speck (2019), o predomínio do detalhe na escala humana ainda não é suficiente se a paisagem da rua não mostrar variedade. É preciso conter edifícios de usos variados, com funções que sejam atraentes para que o pedestre se sinta: "recompensado com o panorama que se desdobra continuamente" (Speck, 2019, p. 215). Desenvolver espaços públicos que incentivem as interações das pessoas com a cidade, promovendo maior qualidade e habitabilidade, é um dos conceitos que estimulam a vitalidade urbana, chamado *placemaking*. O "*Placemaking* é um processo através do qual um lugar é concebido e gerado. De um espaço particular – uma rua, uma vaga de estacionamento, um parque antigo, uma viela esquecida, um lote vazio – para um lugar onde as pessoas queiram se reunir e se encontrar umas com as outras" (Karssenberg *et al*., 2015, p. 282).

Dessa forma, investir em pontos estratégicos, como os centros das cidades, é uma das formas de dar início às mudanças que favorecem a caminhabilidade e a qualidade de vida urbana. "A reputação de cada cidade está, em grande parte, nos atributos físicos de sua área central. Se o seu centro não parece bom, a cidade não parece boa. Este é o lugar onde começar" (Speck, 2019, p. 226). Portanto, os conceitos de caminhabilidade e o *placemaking* podem ser aplicados na área central da cidade de Jahu, especificamente na região onde está inserido o edifício Armazém do Café. Considera-se, ainda, a importância da valorização do patrimônio industrial, arquitetônico e cultural da cidade, uma vez que é urgente requalificar e reabilitar o referido edifício para conter o processo de degradação em que se encontra.

Em relação ao conceito de Patrimônio Cultural, os autores Zanirato e Ribeiro (2006) destacam que não se refere somente a grandes obras arquitetônicas ou urbanísticas de um passado remoto, "desta maneira, múltiplas paisagens, arquiteturas, tradições, gastronomias, expressões de arte, documentos e sítios arqueológicos passaram a ser reconhecidos e valorizados pelas comunidades e organismos governamentais na esfera local, estadual, nacional ou internacional" (Zanirato, Ribeiro, 2006, p. 251).

No âmbito arquitetônico, o patrimônio cultural se manifesta na forma de monumentos, edifícios e espaços que possuem grande relevância histórica. Esses espaços são capazes de evocar sentimentos e sensações que revivem momentos e fatos que ali foram vividos. Neste sentido, "cada edificação carrega em si não apenas o material de que é composto, mas toda uma gama de significados e vivências ali experimentados" (Tomaz, 2010, p. 02). Para Chartier, o que justifica a preservação de um bem com valor patrimonial é a atribuição de sentidos ou significados para determinado grupo social, justificando assim sua preservação. "É necessário compreender que os múltiplos bens possuem significados diferentes, dependendo do seu contexto histórico, do tempo e momento em que estejam inseridos" (Chartier, 1990 *apud* Tomaz, 2010, p. 06).

Uma das formas de preservar e conservar um bem patrimonial é por meio do processo de restauro. O restauro, ou a intervenção no patrimônio edificado, é apresentado por Kühl (2007, p. 199) "como ato crítico, que respeita os vários períodos da obra e procura preservar as marcas do tempo presente nela". A autora argumenta que dessa forma, a "restauração assume para si a tarefa de prefigurar e controlar, justificar e fundamentar essas alterações respeitando seus aspectos documentais, materiais e formais" (Kühl , 2007, p. 199).

A partir dos levantamentos históricos e documentais, promove-se uma análise em relação à conservação e apropriação com novos usos de edificações e praças que compõem o

patrimônio arquitetônico, urbanístico e paisagístico da cidade, considerando avaliar e otimizar suas conexões com o entorno e a memória coletiva da população. A proposta projetual arquitetônica, urbana e paisagística apresentada neste artigo tem a finalidade de indicar novo uso para o edifício industrial Armazém do Café, bem como para a Praça Oswaldo Galvão de França (Praça da Rodoviária) com a inserção de um prédio no local, o qual será destinado à cultura, arte e educação, preservando parte da praça. O projeto visa ainda requalificar o contexto urbano do entorno desses equipamentos.

2 O MUNICÍPIO DE JAHU

O município de Jahu está localizado na região central do estado de São Paulo, a aproximadamente 296 quilômetros da capital paulista, com uma população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) em 151.881 habitantes. A cidade foi fundada em 1853, e teve seu desenvolvimento associado à expansão cafeeira do oeste paulista, com destaque para sua riqueza econômica e histórica. A sociedade da época era composta por uma aristocracia agrária, tendo seu crescimento econômico e social atrelado à comercialização do café, seguindo padrões europeus de modernidade que se manifestam até os dias atuais em sua arquitetura dos casarões em estilo eclético, do urbanismo representado no traçado das ruas e quadras e no paisagismo das praças e jardins públicos. O nome Jahu remete à época das expedições bandeirantes e tem ampla significação na língua Tupi Guarani-Kaingangue (Prefeitura Municipal de Jahu, 2012).

O início da formação da cidade de Jahu se dá em 1722 com as Monções, expedições fluviais do tempo das bandeiras paulistas, de São Paulo até Cuiabá, em busca de minerais preciosos. A prosperidade econômica de Jahu ocorre com a ascensão da cultura do café, sendo o primeiro registro da produção Jauense realizado no ano de 1877 e atingindo o seu apogeu em 1935. Ainda no século XIX, os lucros da cultura cafeeira financiaram a rápida modernização da cidade e, no mesmo período, foi inaugurada a estrada de ferro. Com a chegada da ferrovia, o desenvolvimento se intensificou, trazendo para a cidade o serviço telefônico em 1897 e a eletricidade em 1901. Com o avanço da comercialização do café, o crescimento da economia jauense e a chegada dos imigrantes, os ideais de uma cidade moderna, bem higienizada, arborizada e com bela arquitetura se tornaram uma das principais preocupações da aristocracia agrária de Jahu, tomando como referência as transformações urbanísticas em curso nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (Prefeitura Municipal de Jahu, 2012). A Figura 5 representa os ideais de arquitetura e de traçado urbano nos padrões idealizados de cidade moderna.

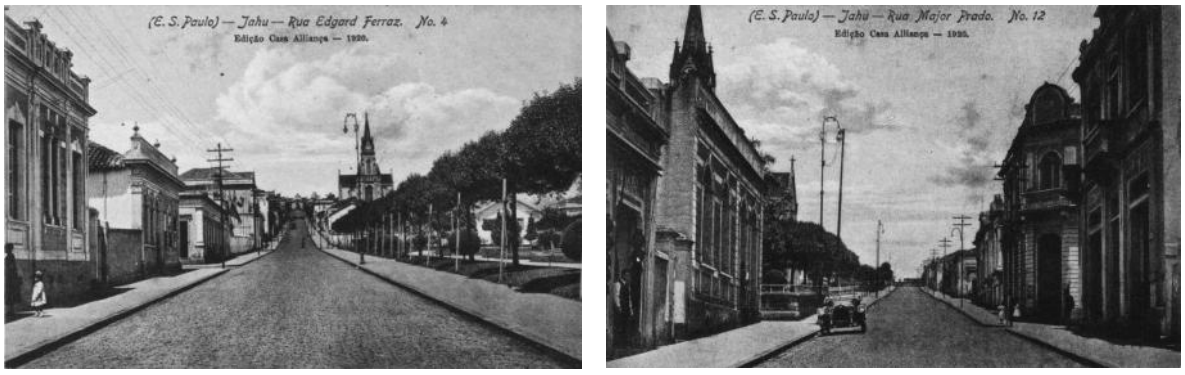


Fig. 5 Imagem das ruas Edgard Ferraz e Major Prado no ano de 1920. Fonte: Biblioteca Digital Luso-Brasileira

As primeiras décadas do século XX são consideradas período de intervenção no espaço urbano da cidade de Jahu a partir dos ideais de modernização, higienização e embelezamento da época. Devido a esse processo, muitas edificações foram construídas ou reconstruídas seguindo o padrão de arquitetura eclético, culminando no que hoje integra o patrimônio arquitetônico do município. No ano de 1929, com a crise econômica e a depressão mundial, a comercialização do café, chamado de "ouro verde", chega a sua decadência e a produção cafeeira perde seu esplendor e glória. Os barões do café rapidamente abandonam a cultura que lhes rendeu por tanto tempo prestígio e riqueza (Prefeitura Municipal de Jahu, 2012). Na década de 1940, as primeiras fábricas chegam ao município, dando início ao processo de industrialização que futuramente viria a se especializar na produção de calçados. O destaque do setor calçadista jauense, entretanto, veio a ocorrer somente décadas depois com a produção do calçado feminino, culminando no que hoje se constitui um dos maiores centros calçadistas do país. A "Capital da Terra Roxa", como era conhecida nos tempos áureos da produção cafeeira, torna-se então a "Capital do Calçado Feminino" (Prefeitura Municipal de Jahu, 2012).

Apesar das transformações na principal fonte de produção econômica, o município de Jahu continua sendo uma referência na história da economia cafeeira do interior paulista e destaca-se pelo seu vasto acervo de edifícios tombados, de grande relevância arquitetônica, histórica e cultural, símbolos que evidenciam a arquitetura através do tempo. Na área do urbanismo e do paisagismo, dentre as obras realizadas em Jahu, pode-se destacar a Praça da República, localizada no centro da cidade, e que segue os modelos dos jardins franceses, com canteiros de desenhos geométricos, *parterres*, elementos decorativos e fontes de água. A cidade também se destaca pela grande produção arquitetônica durante o período modernista, destacando as obras do arquiteto Vilanova Artigas, que realizou 16 projetos no município entre os anos de 1968 e 1978. O envolvimento de Artigas com a cidade se deu pela relação com Waldemar Bauab, prefeito entre os anos de 1973 e 1977, que o convidou a desenvolver as diretrizes urbanísticas, o chamado Plano de Desenvolvimento Acelerado.

O plano diretor realizado no início de sua gestão previa um novo zoneamento para a cidade, com intenção de ordenar seu crescimento, amparado por inúmeras obras viárias que tinham como objetivo aprimorar a circulação na cidade e promover melhorias de seus acessos em relação às rodovias. O Plano foi complementado por projetos de grande relevância para a cidade, como a Estação Rodoviária e, em sua adjacência, a Praça Oswaldo Galvão de França, o Parque Municipal para ser implantado ao longo do Rio Jaú e o Ginásio Esportivo, todos elaborados em 1973; os Balneários Municipais, em 1975, e o Conjunto Habitacional CECAP João da Velha, em 1976 (Iwamizu, 2008, p. 133).

Buscando valorizar a história de formação da cidade de Jahu, sua consolidação no tempo como importante produtor de café e seu rico acervo patrimonial arquitetônico, urbanístico e paisagístico, foi desenvolvido um projeto de redesenho urbano para a região que abarca o edifício Armazém do Café; a Praça Tancredo Neves, contígua ao referido edifício; a Praça Oswaldo Galvão de França, conhecida como Praça da Rodoviária; e as vias que contornam os mencionados equipamentos, buscando melhorar a mobilidade no entorno da Rodoviária.

3 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO URBANA E ARQUITETÔNICA

Este artigo apresenta a proposta projetual para a área urbana que cinge o edifício industrial Armazém do Café e seu entorno, chegando às proximidades da rodoviária. A proposta projetual abarca a requalificação e reabilitação do edifício Armazém do Café e da Praça

Tancredo Neves e prossegue com a elaboração de um projeto arquitetônico de uma nova edificação destinada às atividades culturais, artísticas e educativas, inserida na Praça Oswaldo Galvão de França.

Para realizar o projeto, a **metodologia** empregada versa em ***pesquisa documental*** realizada junto ao CONPPAC (Conselho de Preservação do Patrimônio Cultural), vinculado à Secretaria de Cultura e Turismo da Prefeitura de Jahu, para consulta ao acervo dos bens tombados pelo patrimônio na região central. Foi realizada consulta ao Plano Diretor do Município para conferir as diretrizes para a região central e, mais especificamente, em relação aos bens tombados. Além disso, utilizou-se de ***entrevistas***, que consistiram em conversas com técnicos da Prefeitura e membros do CONPPAC para apurar sobre a destinação para o Armazém do Café e demais bens tombados em seu entorno. Empregou-se também os métodos de ***estudo de campo*** e de ***observação***, ambos utilizados para registrar e anotar como os usuários dos espaços urbanos utilizam e se apropriam destes locais, realizam ações, se movimentam e interagem com os ambientes de estudo. Portanto, para a elaboração do projeto, foram consideradas as formas de uso observadas em visitas periódicas aos locais, cuja fundamentação apoiou-se no levantamento feito pelo método de observação que compreende a produção de "mapas comportamentais" (Sommer, 1973; Ornstein, 2005); e pelo método de entrevista com as pessoas usuárias do espaço, no momento da observação.

Com base nestes métodos verificou-se o pouco uso das praças, o que as torna espaços ociosos na maioria do tempo. A carência da diversidade de equipamentos na região foi apontada pelos entrevistados como motivo para o pouco uso do local. Os entrevistados ressaltaram a necessidade de atividades recreativas e culturais. Desse modo, o projeto tem a finalidade de oferecer um equipamento público que possa contribuir significativamente para promover a diversidade de usos na área em diferentes períodos e usabilidade para todas as faixas etárias. A proposta projetual não abrange intervir no edifício da Rodoviária, construída em 1973, mas apresenta a requalificação urbana de suas imediações e estabelece uma conexão viária com as demais edificações, praças, e ruas do entorno, tais como as ruas Major Prado e Edgard Ferraz, paralelas entre si e consideradas as principais vias estruturadoras do eixo viário que compõem a área central. Tal área é onde está concentrado grande parte do patrimônio arquitetônico da cidade, com cerca de 60 edifícios tombados somente ao longo das referidas ruas, como mostra a Figura 6.



Fig. 6 Mapeamento dos edifícios tombados e do eixo verde na área central da cidade

A proposta urbanística está focada na requalificação do desenho urbano da região em torno do edifício Armazém do Café até a Rodoviária. As intervenções no desenho urbano na área selecionada devem servir como uma referência projetual urbanística a ser replicada nas quadras seguintes ao longo das principais vias do centro da cidade, isto é, ao longo das ruas Major Prado e Edgard Ferraz. A requalificação do desenho urbano desta área é apresentada na Figura 7, que mostra o redesenho do sistema viário e da calçada na Rua Humaitá.

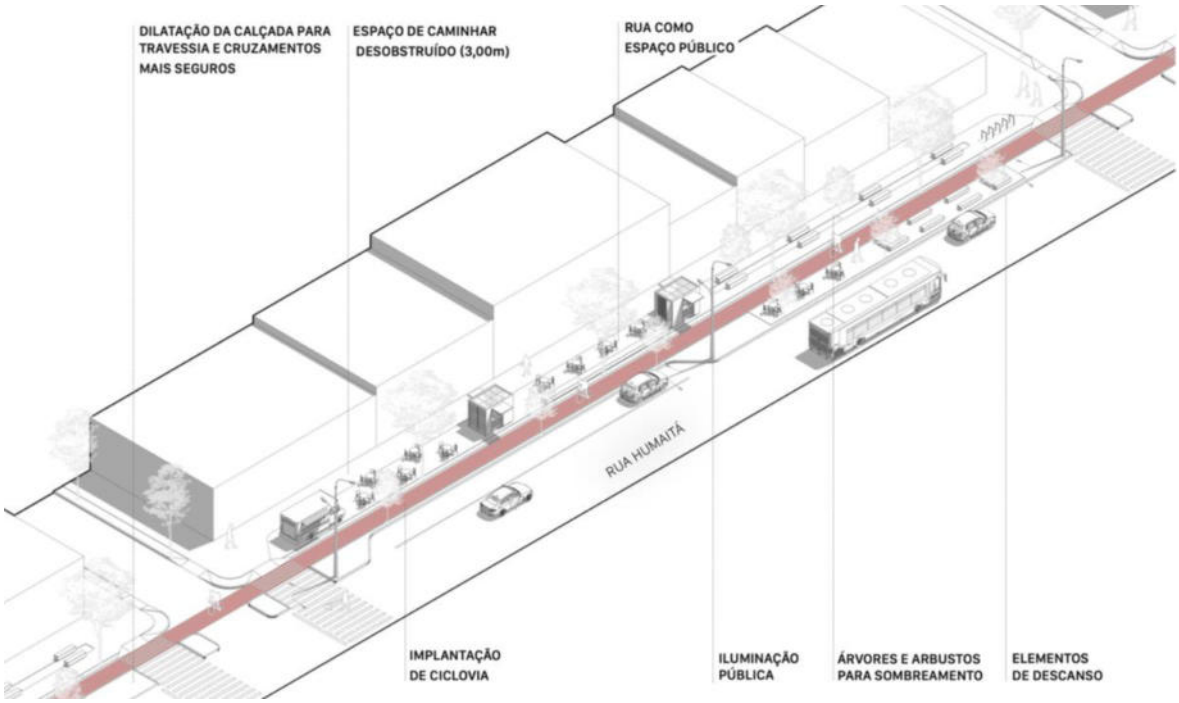


Fig. 7 Implantação das diretrizes urbanísticas na Rua Humaitá

A proposta promove um melhor aproveitamento do passeio público para motivar o uso da rua e, assim, gerar a vitalidade urbana. Com ênfase no pedestre, busca-se criar um percurso que melhor conduz aos principais equipamentos da área, articulados e integrados pelo projeto. As diretrizes apresentadas foram aplicadas em um trecho da Rua Humaitá, a qual apresenta, atualmente, diversos problemas em seu desenho, principalmente no passeio público e na travessia de pedestres próximo ao edifício da rodoviária. O projeto urbanístico busca resolver o conflito entre carros, ônibus e transeuntes.

Para tanto foi proposto uma dilatação de calçada para melhorar a travessia do pedestre, proporcionando maior segurança nos cruzamentos das vias. Além disso, o espaço de caminhar ficou mais largo em 3 metros, facilitando a circulação das pessoas e a acessibilidade. A calçada mais larga proporcionou a possibilidade de se apropriar dela como um espaço de permanência e não apenas de passagem, como ocorre atualmente. Neste caso, o conceito de *placemaking* foi aplicado ao melhorar as condições de habitabilidade da rua a fim de incentivar as interações das pessoas com a cidade e, assim, gerar vitalidade urbana em um lugar onde hoje há poucas permanências e relações sociais.

A atenção dada à iluminação pública eficiente é decisiva para incentivar a usabilidade no período noturno. Do mesmo modo, o plantio organizado de árvores prioriza o uso nos dias

ensolarados ao proporcionar a refrescante sombra. A rua, vista como um espaço público e não apenas espaço para servir de circulação, pode ser valorizada e utilizada para os encontros que ocorrerão nos lugares disponíveis para apropriações com mesas, bancos ou outros mobiliários urbanos que tendem a surgir espontaneamente. Ao poder público cabe agenciar os usos de forma ordenada.

A proposta urbanística visa, ainda, integrar as praças Tancredo Neves e Oswaldo Galvão de França, onde estão inseridos os edifícios do antigo Armazém do Café e o Terminal Rodoviário, respectivamente, criando uma conexão pelo redesenho e dilatação da calçada, sem, contudo, impedir a passagem de carros, apenas fazendo uso de elementos que priorizem o "caminhar". O redesenho do sistema viário e da calçada no entorno desses edifícios e praças serve para melhorar as condições de caminhabilidade, transformando a rua em um espaço mais atraente, confortável e seguro para o pedestre. Busca-se criar uma paisagem urbana onde os edifícios inseridos nas praças e conectados às ruas sejam um convite à apropriação dos espaços públicos urbanos.

A proposta de ressignificar o centro em diversas escalas, da dimensão arquitetônica à dimensão urbana, é alcançada ao trabalhar a conectividade entre os edifícios por meio dos programas de abrangência cultural, artística e esportiva; ou seja, de acordo com um programa que integra entretenimento e educação, a partir de novos usos e relações, gerados nos espaços livres, que são extensões dos programas oferecidos no interior dos edifícios. As Figuras 8 e 9 destacam a conectividade e a requalificação dos espaços.



Fig. 8 Implantação do projeto urbanístico e seus equipamentos urbanos

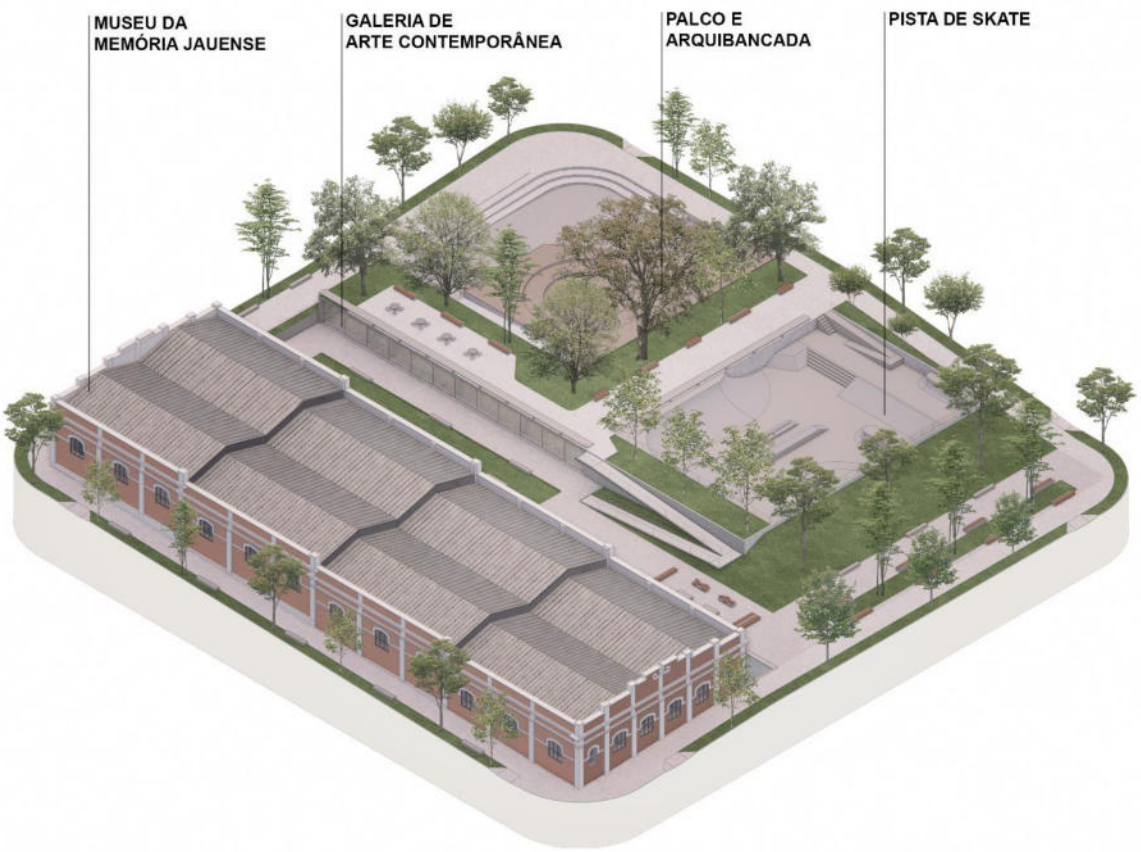


Fig. 9 Requalificação da Praça Oswaldo Galvão de França

A Praça Tancredo Neves recebeu um tratamento urbanístico e paisagístico para abarcar um programa esportivo, no qual priorizou-se uma pista de skate, uma das poucas atividades observadas na fase de levantamento de demandas e visitas ao local, sendo realizada de modo improvisado. A atividade cultural incorpora o palco, arquibancada e galeria de arte ao ar livre, com a finalidade de compor um programa de valorização dos espaços ao ar livre.

A intenção de destinar o edifício Armazém do Café para abrigar o *Museu da Memória Jauense* e de projetar um novo edifício para ser inserido na Praça Oswaldo Galvão de França busca oferecer um complexo cultural, educativo e de lazer para a cidade, ao mesmo tempo que em que evoca memórias do período cafeeiro, assegura a valorização do patrimônio industrial e contém o processo de degradação ao requalificar e reabilitar o edifício Armazém do Café. No âmbito arquitetônico, esse edifício reabilitado tem a capacidade de despontar a sua relevância histórica e de evocar sentimentos e sensações apropriados a reviver os momentos e fatos ali vividos.

A proposta do novo prédio - *Centro de Cultura e Artes* - tem como função articular os edifícios existentes, por meio de passarelas e passagens subterrâneas e, principalmente, oferecer um programa de atividades, atualmente inexistente na cidade de Jahu. O programa do edifício congrega cultura, arte, educação e trabalho, abarcando espaço de auditório; biblioteca; brinquedoteca; oficinas; laboratórios; cafés; bem como *coworking*, uma tendência para escritórios que otimizam o uso dos espaços coletivos compartilhados. A Figura 10 mostra o corte do novo edifício, que possui características arquitetônicas contemporâneas e incorpora em sua essência elementos que promovem a sustentabilidade. A Figura 11 mostra a perspectiva do novo edifício, com imagens externas a ele.

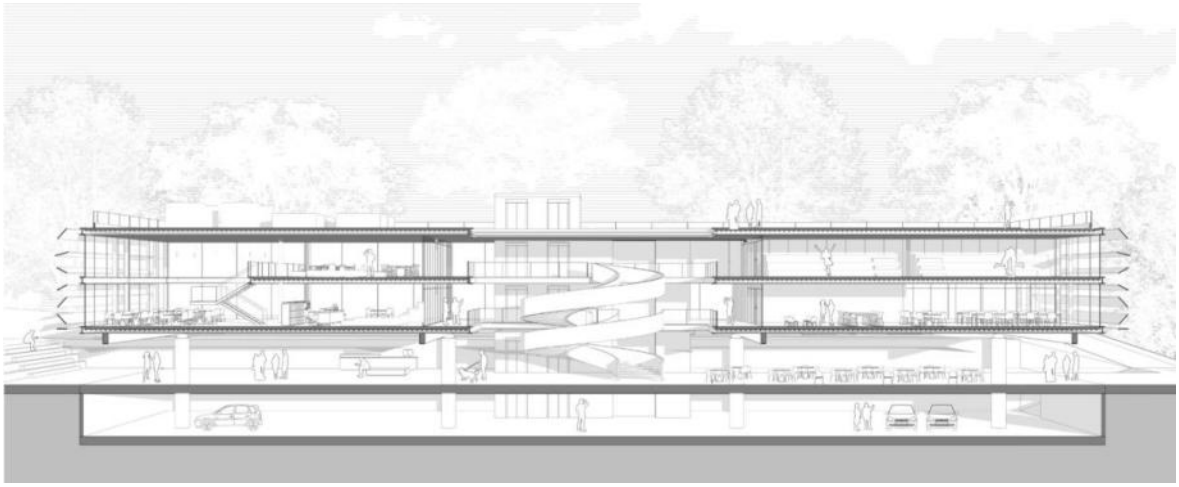


Fig. 10 Corte do novo edifício Centro de Cultura e Artes

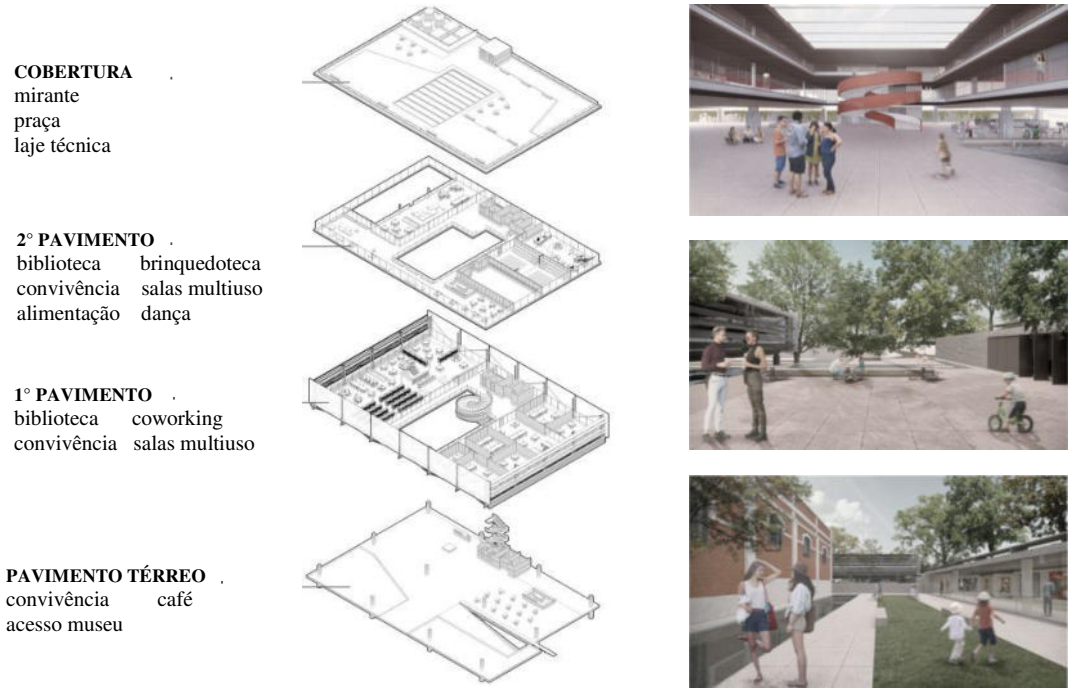


Fig. 11 Perspectiva do novo edifício e sua relação com a área externa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Jahu apresenta um vasto acervo de patrimônio material arquitetônico e urbano com potencial para reabilitação, a fim de se adequar às demandas atuais e, ao mesmo tempo, contribuir para a sua preservação e conservação da memória coletiva para as futuras gerações. As intervenções projetuais propostas se mostram de extrema importância, uma vez que unificam, reintegram e ressignificam espaços que hoje se encontram em desuso. A associação desses espaços a um programa cultural e recreativo surge como uma solução cabível e necessária para o contexto do município.

Além disso, a proposta contribui para restabelecer o conceito de centralidade na área analisada, assim como para reafirmar a reinserção de antigos símbolos, como o edifício Armazém do Café convertido em museu. A construção do Centro de Cultura e Artes resgata

a conexão com a memória coletiva da população e a história do município e garante o acesso às práticas e meios que proporcionam o desenvolvimento cultural, político e social dos seus habitantes, contribuindo, dessa forma, para uma sociedade que valoriza e respeita os bens patrimoniais da cidade, sua história e memória. E, finalmente, ressalta-se que a intervenção no espaço urbano enfatiza o conceito de caminhabilidade; gera conexões entre os edifícios e a rua, recuperando-a como um espaço a ser experenciado pela diversidade de equipamentos e atividades a fim de gerar a vitalidade urbana.

5 REFERÊNCIAS

Fajardo, W. (2017) Caminhabilidade e vitalidade urbana. In: Victor Andrade; Clarisse Cunha Linke. (Org.), **Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo**, Babilonia Cultural Editorial, Rio de Janeiro, v. 1, p. 103-114.

Gehl, J. (2017) **Cidades para Pessoas**, Perspectiva, São Paulo.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (IBGE, 2020), Censo Brasileiro de 2020.

Iwamizu, C. S. (2008) **A Estação Rodoviária de Jaú e a dimensão urbana da arquitetura**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo.

Karssenberg, H.; Laven, J.; Glaser, M.; Hoff, M. (2015) **A cidade ao nível dos olhos: lições para os plinths**. Tradução: Regal, P. H; Nycolaas, R. EDIPUCRS, Porto Alegre.

Kühl, B. M. (2007). **Cesare Brandi e a teoria da restauração**. Pos FAUUSP, 21, 197-211, São Paulo.

Ornstein, S.W. (2005) **Arquitetura, urbanismo e Psicologia Ambiental**: uma reflexão sobre dilemas e possibilidades da atuação integrada, Psicol. USP, v. 16, n. 1-2, São Paulo.

Prefeitura Municipal de Jahu. História. Acesso em: 31/08/2021. Disponível em: www.jau.sp.gov.br/historia.php

Prefeitura Municipal de Jahu. Plano de Mobilidade Urbana de Jahu. Acesso em: 31/08/2021. Disponível em: www.jau.sp.gov.br/plano-mobilidade-jahu

Sommer, R. (1973) **Espaço Pessoal**, Edusp, São Paulo.

Speck, J. (2016) **Cidade caminhável**, 1a edição. Perspectiva, São Paulo.

Tomaz, P. C. (2010) A Preservação do Patrimônio Cultural e sua Trajetória no Brasil, Fênix, **Revista de História e Estudos Culturais**, 7(2), 1-12.

Vargas, J. C. B. (2015). **Forma urbana e rotas de pedestres**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Zanirato, S. H.; Ribeiro, W. C. (2006) Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável, **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 26, n. jan-ju. Disponível em: < http://www. scielo.br/pdf/rbh/v26n51/12.pdf >

A QUALIDADE ESPACIAL E PERCEPTIVA DE UM ESPAÇO URBANO DE LAZER: O PARQUE VITÓRIA RÉGIA DE BAURU (SP - BRASIL)

I. Rocha, R. C. Magagnin, M. S. G. C. Fontes

RESUMO

A vitalidade de um espaço público está associada a qualidade visual e a variedade de atividades ofertadas aos usuários. Um bom espaço público deve atender às necessidades das pessoas e se adaptar às suas atividades. Nesse contexto, este artigo visa analisar a identidade e apropriação do Parque Vitória Régia por seus usuários, a partir de uma metodologia exploratório-descritiva, baseada em multimétodos (observação sistemática e questionário), que busca identificar aspectos positivos (topofílicos) e negativos (topofóbicos) deste parque urbano. Os resultados evidenciaram que os aspectos topofílicos estão associados aos locais mais utilizados no parque, as áreas da praça central com a escadaria/arquibancada. Fatores relacionados à falta de acessibilidade, dinamismo e apropriação do espaço foram considerados negativos e influenciaram no uso restrito das áreas com relevo acidentado (área sul do parque), considerada topofóbica. Esses resultados contribuem para reforçar a implementação de ações dos gestores públicos locais, para melhorar a qualidade deste espaço público.

1 INTRODUÇÃO

Os parques urbanos além de contribuírem para o desenvolvimento sustentável, trazem muitos benefícios para o bem-estar e a saúde de seus frequentadores. Além de proporcionar um espaço para a realização de atividades físicas e de lazer, eles têm a função de aproximar as pessoas da natureza e restaurar o stress gerado pelas atividades diárias nos centros urbanos, além de ser um espaço de convívio social (Zhang *et al.*, 2024). Em relação à paisagem urbana, estas áreas contribuem para a qualidade visual e uso pela população (Polat e Akay, 2015).

Diversos fatores podem incentivar a permanência dos usuários em um espaço público como em um parque urbano. A qualidade espacial é um deles, no entanto, outros aspectos podem interferir nessa utilização e podem estar associados a presença de locais para caminhada, áreas para permanência, assim como espaços para sentar, conversar, observar a paisagem, além de oferecer qualidade visual, são elementos que atraem um maior número de pessoas aos espaços públicos (Gehl, 2015).

Oferecer acessibilidade, atratividade, conforto, vitalidade e segurança, contribuem positivamente para aumentar o uso dos espaços públicos, como os parques urbanos (Carmona, 2010). Ghel (2015) destaca a importância dos mobiliários urbanos como um

elemento de incentivo a permanência em parques urbanos e praças, pois eles possibilitam que as pessoas possam utilizar o espaço por mais tempo, seja para sentar e/ou se apoiar, como os bancos, ou para se hidratar - no caso dos bebedouros. A presença de áreas sombreadas torna o microclima agradável, principalmente em cidades de clima quente, tornando-se um componente fundamental para a vitalidade desse espaço. A presença de árvores também contribui para melhorar a qualidade do ar e para diminuir os níveis de poluição do ar. Além desses fatores, a vitalidade dos parques urbanos pode ser associada a presença de um espaço mais seguro, desejável e atrativo, com capacidade de oferecer mais opções de atividades sociais, além de ser um lugar para trocas culturais (Jalaladdini e Oktay, 2011).

No entanto, a dificuldade de acesso ao local, a escassez de banheiros públicos (abertos), falta de instalações direcionadas às crianças e idosos e até a presença de estacionamento para carros, também podem contribuir para que um maior número de pessoas e grupos distintos possam deixar de utilizar um determinado espaço público (Jalaladdini e Oktay, 2011).

Nesse contexto, algumas características presentes em um espaço público, como em um parque urbano, podem contribuir para que os indivíduos tenham percepções e sentimentos distintos em relação a esse local (Polat e Akay, 2015). A qualidade visual é um elemento importante, assim como a legibilidade, pois ambos estão relacionados à percepção que auxiliam na orientação das pessoas no espaço e, por consequência, ampliam a compreensão e apreensão do lugar.

“A percepção de lugar pode ser entendida como a forma como as pessoas se sentem nos espaços” (Marangão, 2023, p. 30), uma vez que, além da dimensão física, ela incorpora um componente psicológico, que a partir de qualidades (objetivas e subjetivas) atribuídas por cada indivíduo transformam um espaço em lugar. “O espaço transforma-se em lugar à medida que adquire definição e significado” (Tuan, 1983, p. 151).

Isso ocorre em função da percepção de um ambiente estar associada a uma construção psicológica do indivíduo, que depende da relação entre ele (observador) e o ambiente construído (observado). Assim, a percepção incorpora tanto os elementos físicos do ambiente (cores e texturas que o formam), quanto às sensações (sentimentos e vivências de cada usuário) que este espaço causa nesse indivíduo (Kowarick, 2016; Silva, 2017).

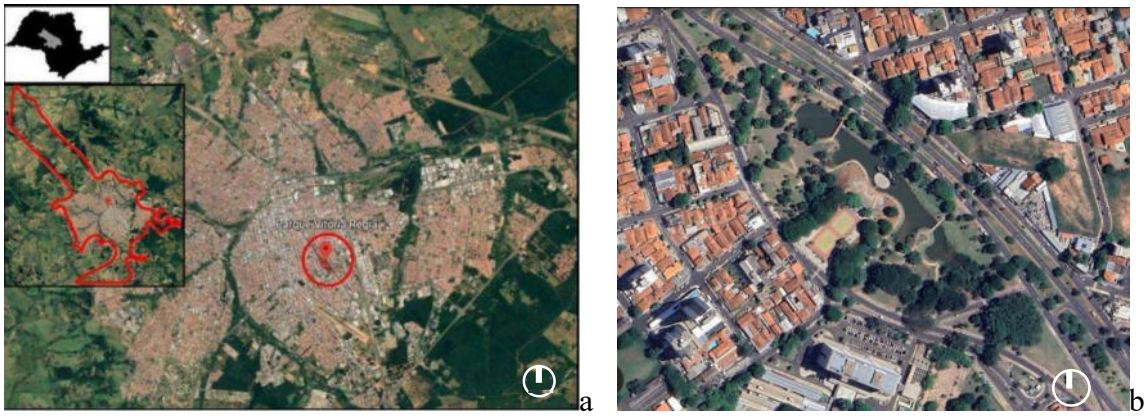
Espaços com alto potencial de geração de cenários e percepções visuais, e que tenham algum significado para o indivíduo (prático ou emocional), têm influência nas emoções pessoais (sentimento de bem-estar, acolhimento e afetividade) sobre aquele ambiente (Silva, 2017). Tuan (1980, p. 4) explica que a percepção é “tanto, a resposta dos sentidos aos estímulos externos, como a atividade proposital, na qual certos fenômenos são claramente registrados, enquanto outros retrocedem para a sombra ou são bloqueados”.

A percepção positiva (topofilia) utiliza alguns dos sentidos para avaliar sensações do ser humano em relação ao espaço, como as características relacionadas a sensação de prazer, bem-estar e satisfação. Por outro lado, as percepções negativas, também denominada topofobia, remetem a aversão ao lugar do medo, da repugnância ou desprezo (Tuan, 1980).

Essas percepções interferem nas características de uso e apropriação dos espaços, e contribuem para a interação social entre duas ou mais pessoas, a partir da influência que essas pessoas exercem uma sobre a outra, quando estão próximas (Brandão, 2003). Nesse contexto, este artigo objetiva analisar a qualidade espacial do interior de um parque urbano localizado na cidade de Bauru, a partir das suas características físicas, espaciais, morfológicas, incluindo o nível de satisfação dos usuários, com o intuito de identificar os aspectos positivos (topofílicos) e negativos (topofóbicos) deste lugar.

2 O PARQUE VITÓRIA RÉGIA

O Parque Vitória Régia está implantado em uma área com uso residencial e institucional que margeia um dos principais sistemas viários do município (Avenida Nações Unidas) de Bauru, SP (Figuras 1a e 1b). Localizado na região sudeste do município, possui área de aproximadamente 52 mil m^2, que é utilizada para atividades de lazer contemplativo, esporte e cultura de pessoas de diversas faixas etárias.



a b

Fig. 1 (a) Localização do município e Parque Vitória Régia / (b) Área do parque e entorno

Inaugurado no ano de 1978, sua configuração espacial não sofreu alteração ao longo dos 46 anos de existência. Implantado em uma área em declive, o projeto incorporou a presença de uma nascente em uma extremidade do terreno para implantar um lago artificial, no qual foi inserido um palco flutuante com uma concha acústica, ambos no formato de uma vitória régia. Para compor esse anfiteatro ao ar livre, cuja configuração se assemelha a Ágora grega, uma arquibancada foi implantada, aproveitando a grande declividade do terreno. A área do parque pode ser dividida em 9 subespaços: 1. Área de playground, 2. Anfiteatro aberto, 3. Área de bancos, 4. Gramado, 5. Caminhos, 6. Lago artificial, 7. Área de feiras livres, 8 Área de Trailers, e 9. Nascente (Figura 2).



Fig. 2 Localização dos diversos subespaços do Parque Vitória Régia

Por ser o único parque urbano do município, ele juntamente com as demais áreas verdes da cidade, sendo mais de 175 praças, 4 bosques, o Horto Florestal, o Zoológico Municipal e o Jardim Botânico (Prefeitura Municipal de Bauru, 2008; 2024), é um espaço público que pode ser utilizado para atividades de lazer pelos 379.146 habitantes do município (IBGE, 2022). Nele acontecem as principais manifestações culturais e festivas da cidade, como as Feiras livres, a Virada Cultural, a tradicional comemoração do aniversário da cidade, com apresentação de shows, orquestras, danças, entre outros eventos, assim como manifestações políticas e sociais (Curimbaba *et al.*, 2015).

3 METODOLOGIA

A metodologia, de caráter exploratório-descritivo e de âmbito qualitativo-quantitativo, fez uso de técnica de levantamento de dados, que permitiu um diagnóstico dos aspectos positivos e negativos do Parque Vitória Régia. Para isso, foi dividida em 3 etapas e incorpora a análise local por meio da visão do pesquisador (Etapas 1 e 2) e da visão dos usuários do parque (Etapa 3).

A 1ª Etapa denominada de *Caracterização física e espacial* do parque teve como objetivo avaliar qualitativamente o espaço, no "*Plano do parque"*, através da aplicação de auditoria técnica nos seguintes elementos: o tipo de piso e suas condições físicas, limpeza, bancos e suas condições de manutenção, equipamentos de lazer, lixeiras e seus estados de conservação, bebedouro, sanitários, palco, espelho d'água e seu estado de conservação, vegetação, sombreamento natural, segurança pública, e atrativos econômicos. A avaliação no entorno do parque, denominado de "*Plano da calçada",* considerou os seguintes aspectos: a largura da calçada, tipo de piso e condição da superfície, obstrução permanente e temporária na faixa de circulação do pedestre, desníveis, travessia acessível, conflito de veículos e pedestres, inclinação longitudinal, inclinação transversal, sombreamento, iluminação, altura dos obstáculos aéreos, sinalização vertical de travessia, sinalização vertical de velocidade máxima dos veículos, orientação e identificação, visibilidade de aproximação de veículos, presença de zona de amortecimento.

Nesta etapa, foi utilizada como referência a pesquisa desenvolvida por Silva (2020). O resultado da avaliação foi sistematizado em um quadro síntese contendo: o parâmetro avaliado, a descrição do estado de conservação e a foto ou mapa do parâmetro avaliado.

A 2ª Etapa denominada *Observação Sistemática* visou avaliar o uso e fluxo dos usuários do

parque a partir da elaboração de Mapa Comportamental. O uso do método de observação objetivou identificar as atividades e comportamentos das pessoas em determinados locais do espaço público, além de verificar frequências de uso e principais fluxos, e reconhecer as áreas de possível atração ou repulsão no espaço avaliado (Silva, 2020). Esta etapa foi subdividida em: (i) observação preliminar do local; (ii) definição dos pontos de observação; (iii) definição das categorias de análise; (iv) definição do período (dias e horários) do levantamento; e (v) levantamento e análise dos dados por meio de levantamento fotográfico das áreas internas e do entorno do parque em conjunto aos parâmetros de caracterização espacial. Silva (2020) sugere que o levantamento seja realizado no mínimo em dois dias durante a semana e dois dias nos finais de semana. Para um reconhecimento preliminar do local foi necessário realizar: (i) o levantamento e identificação dos mobiliários, dos equipamentos urbanos e possíveis mudanças ocorridas no local durante os anos; e (ii) identificação das possíveis atividades realizadas no local.

A 3ª Etapa, denominada *Nível de satisfação dos usuários*, objetivou identificar o grau de satisfação dos usuários em relação ao espaço público através da aplicação de questionário utilizando a técnica de entrevista estruturada. O formulário, adaptado de Silva (2020), é composto por questões fechadas, abertas e diferenciadas, contendo mapas que permitem ao entrevistado identificar o caminho que mais e menos utiliza no parque, assim como as áreas que mais e menos gosta, dentre outros elementos. O tamanho da amostra foi calculado levando-se em consideração a média do número de pessoas que utilizam o parque. Foi adotado um nível de confiança de 90% e uma margem de erro de 10%. No total, 85 pessoas responderam ao questionário.

Para avaliar os locais com aspectos positivos e negativos no parque, a área do parque foi subdividida em 3 partes, denominadas de subespaços. O subespaço 1 compreende as áreas à noroeste do parque – lado menos arborizado, o subespaço 2 compreende a área da praça central, escadaria/arquibancada e concha acústica, e o subespaço 3 se refere às áreas ao sul do parque – lado mais arborizado (Figura 3).

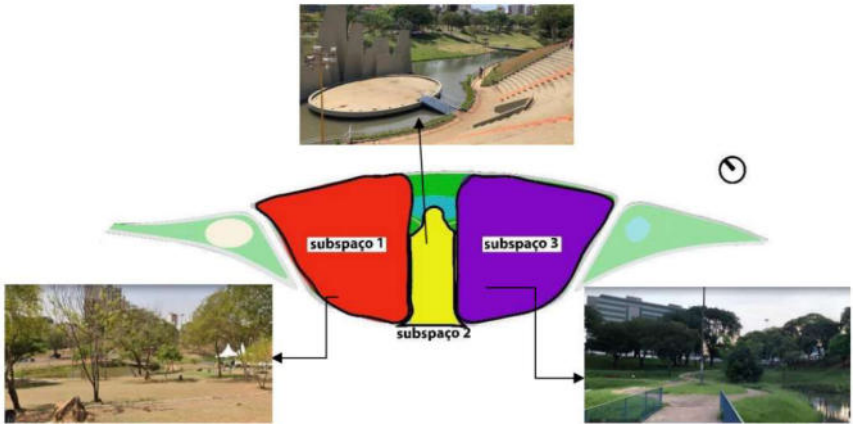


Fig. 3 Divisão espacial do Parque Vitória Régia em 3 subespaços

A coleta de dados foi realizada entre os meses de agosto e dezembro de 2022. A auditoria técnica ocorreu em duas etapas, sendo uma visita exploratória para conhecer o local e uma

segunda etapa para a aferição e atualização dos dados coletados anteriormente.

Para o levantamento de dados por meio da técnica de Observação Sistemática foram definidos oito pontos distintos para a observação do comportamento e fluxo dos usuários do parque (Figura 4). Os dados foram coletados no período da manhã (8 às 12h) e tarde (14 às 18h), em quatro dias da semana, segunda-feira e sexta-feira (dias úteis) e no sábado e domingo (fim de semana). Os principais tipos de uso de cada espaço foram mapeados por meio de pictogramas (Figura 5), o qual possibilitou identificar como ocorre a apropriação do parque pelos seus usuários, além do registro dos aspectos que podem influenciar positiva ou negativamente na escolha de caminhos pelos usuários.



Fig. 4 Pontos de observação dos usuários do Parque Vitória Régia



Fig. 5 Pictogramas das atividades realizadas pelos usuários do Parque Vitória Régia

4 RESULTADOS

A análise dos resultados evidenciou os principais aspectos positivos e negativos relacionados à qualidade espacial e perceptiva do Parque Vitória Régia e seu entorno.

Em relação ao *Plano da Calçada*, os principais problemas identificados se referem a falta de manutenção de alguns pisos intertravados, localizados nas calçadas das bordas do parque, e a iluminação inadequada à noite, pois as copas das árvores obstruem a iluminação dos postes, que não estão na escala do pedestre, tornando o local um ambiente escuro e, consequentemente, inseguro. A largura dos passeios, favorável a caminhada, possui pouca obstrução, e a maioria é temporária, como a inserção de mesas e bancos de apoio aos food-trucks. No *Plano do Parque* a avaliação constatou problemas relacionados a falta de manutenção do piso, bancos quebrados e sujos, grama alta, excesso de lixo nas lixeiras e em seu entorno, bebedouros quebrados, pouca iluminação, entre outros.

O resultado da observação sistemática mostrou que, de modo geral, as atividades realizadas no parque estão relacionadas ao descanso e ambiente de passagem durante a semana, com práticas de caminhada com fins esportivos nas calçadas externas e prática de exercícios na escadaria/arquibancada. A permanência de usuários no local é maior durante os domingos,

especialmente no lado arborizado, para fins de descanso, piquenique, entre outras atividades (Figura 6). No período noturno, a área mais utilizada é a praça central, em função de uma feira de produtos orgânicos que ocorre às quartas-feiras, além de algumas atividades esporádicas. A escadaria/arquibancada, por ser a mais iluminada, também é utilizada à noite, por passar maior sensação de segurança.



Fig. 6 Síntese das principais atividades desenvolvidas no Parque Vitória Régia

De acordo com o resultado dos 85 questionários aplicados, a maioria dos respondentes é do gênero feminino (53%). A faixa etária da maioria dos usuários (55% pessoas) está entre 20 e 30 anos. 82 % dos usuários são residentes de Bauru. Destes usuários residentes, 31,7% residem em Bauru entre 2 a 6 anos, em função de estudos em universidades locais, mas a maioria tem maior tempo de residência.

Quanto a avaliação do nível de satisfação dos usuários, a maioria dos usuários relatou utilizar o parque para lazer (47%), conversar (40%), para a prática das caminhadas (7%), compras na feira noturna (11%), piquenique (3%), passear com pets (1%), encontrar amigos (2%) e participar de eventos (2%).

De uma maneira geral, os aspectos negativos do parque estão associados a falta de sombreamento, baixa iluminação, carência de manutenção do piso dos passeios, acessibilidade e necessidade de inserção de mais mobiliário urbano (Figura 7). A justificativa para obtenção de maior sombreamento no parque está relacionada às características climáticas da cidade de Bauru, classificado como tropical de altitude, com verão quente e úmido, com temperatura média entre 24,8 a 25,4 °C e temperatura médias máximas entre 35 a 37 °C de acordo com o Centro de Meteorologia de Bauru - IPMET (disponível em https://www.ipmetradar.com.br/4estacoes/). Quanto à iluminação, os problemas estão associados à quantidade, disposição e altura dos postes no interior do parque e nas calçadas do entorno, que geram muitos espaços escuros e inseguros para a utilização noturna. As exceções estão localizadas nas áreas da praça central e escadaria, que possuem iluminação adequada.



Fig. 7 Imagens com principais problemas identificados no Parque Vitória Régia

A avaliação sobre o entorno do Parque Vitória Régia revelou que o local possui atratividade, e a diversificação dos usos dos edifícios do entorno é vista como positiva, assim como a arborização. Contudo, aspectos relacionados ao abandono de alguns locais, falta de segurança e sombreamento destacam-se como aspectos negativos.

A análise do *Nível de satisfação dos usuários*, realizada individualmente por subespaço, permitiu identificar, além dos locais de maior atratividade, aqueles que devem receber melhorias. Em relação ao *subespaço 1*, a avaliação revelou que o ambiente é quente e há falta de sombreamento, que associado a precarização e/ou carência dos mobiliários urbanos (bancos de concreto sujos e sem manutenção) dificultam a permanência do usuário. Outro aspecto citado foi a insegurança, em virtude da escuridão noturna, por falta de postes de iluminação neste local, que o torna sem uso de permanência e de passagem.

O *subespaço 2* foi avaliado como quente e ensolarado, intensificado pela falta de cobertura no local e pelo material de pavimentação do piso (concreto) que aquece com a exposição ao sol. A falta de cobertura também influencia a não utilização deste espaço em dias de chuva. Por outro lado, foram evidenciados alguns aspectos positivos deste local, decorrente de seu dinamismo por ser uma região para a prática de atividades esportivas, além de ser o local mais alto do parque, muitas pessoas utilizam o lugar como um mirante que permite observar a Avenida Nações Unidas e demais regiões do parque. A área também atrai usuários para sentar e contemplar a paisagem e, por isso, foi avaliada como atraente. A noite é o único local que recebe iluminação dentro do parque, que o torna mais seguro e atraente.

O *subespaço 3* foi avaliado como atraente durante o dia pelo fato de ser densamente sombreado, proporcionando microclimas agradáveis à permanência de pessoas, porém foi considerado monótono por não oferecer outras possibilidades de uso. Essa área possui topografia mais acidentada, portanto, menos acessível para pessoas em geral, e particularmente para aquelas com mobilidade reduzida. No período noturno, a avaliação do local foi negativa em função do baixo nível de iluminação, o que o torna inseguro para o deslocamento e permanência de usuários.

Em síntese, os resultados mostraram que dos três subespaços avaliados, o *subespaço 2* foi aquele que se sobressaiu em relação aos aspectos positivos do parque, sendo considerado o mais topofílico (Figura 8). Elementos como atratividade, dinamismo, iluminação, cuidado e limpeza receberam alta pontuação dos usuários entrevistados. Na 2ª posição ficou o *subespaço 1*, em função da atratividade e limpeza, e o s*ubespaço 3* ficou em 3ª posição na avaliação por proporcionar atratividade, limpeza e sombreamento (Figura 9).

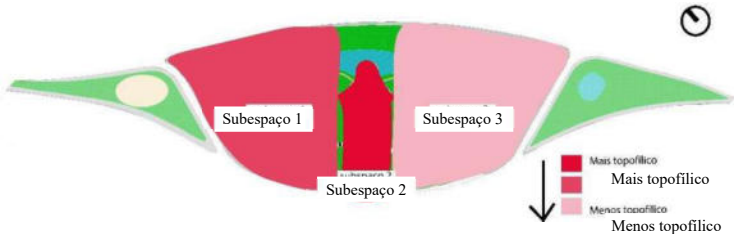


Fig. 8 Subespaços mais topofílicos

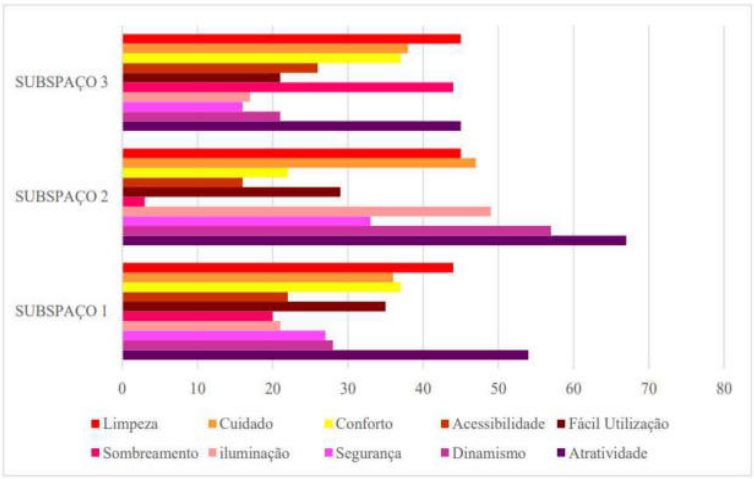


Fig. 9 Avaliação dos subespaços mais topofílicos



locais mais topofílicos **local mais topofóbico**

Fig. 10 Imagens dos locais mais topofílico e topofóbico

Com relação aos subespaços mais topofóbicos do parque o *subespaço 1* foi o que mais proporcionou sensações desagradáveis aos entrevistados como mostra a Figura 11, e os motivos foram devido à falta de sombreamento e de acessibilidade. Em segunda posição ficou o *subespaço 3*, em função da baixa iluminação, pouco dinamismo e falta de acessibilidade, intensificada pela declividade acidentada. Enquanto a terceira posição ficou o *subespaço 2*, considerado o menos topofóbico pelos usuários, no entanto eles relataram problemas relacionados a falta de sombreamento e acessibilidade (Figura 12).

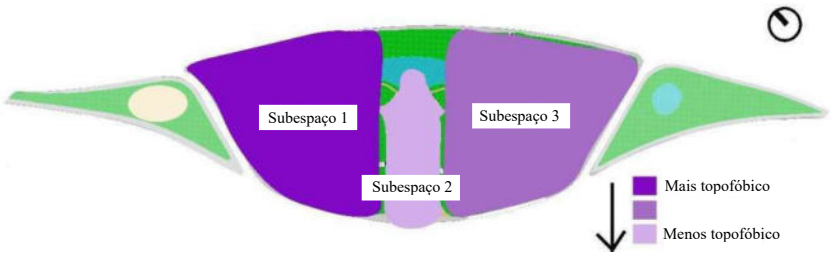


Fig. 11 Subespaços mais topofóbicos

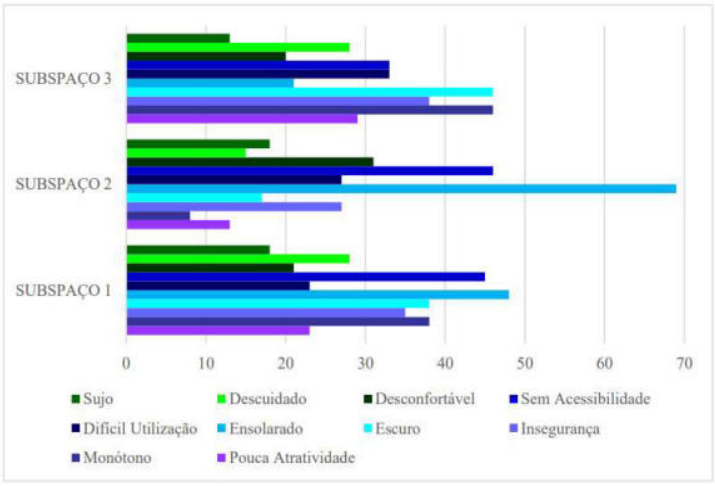


Fig. 12 Avaliação dos subespaços mais topofóbicos

De modo geral, os resultados demonstram que a imagem do parque para a maioria dos respondentes é de um espaço público que proporciona diferentes sensações positivas e negativas nos 3 subespaços. Quanto aos aspectos positivos, lideram as atrações públicas e eventos como as razões de utilizarem o parque. Outros motivos estão relacionados à presença de comércios e restaurantes, que movimentam a permanência e a passagem no entorno, principalmente nas calçadas próximas aos restaurantes. Sobre as áreas mais utilizadas, foi possível perceber que a área da praça central (Figura 10) foi a mais citada e bem avaliada por ser um espaço de configuração espacial mais propício a vários tipos de uso, e por sua melhor iluminação noturna e além de proporcionar maior segurança. Em seguida temos como mais utilizados os canteiros ao sul do parque, por serem os mais arborizados, e por último os canteiros à noroeste do parque, que possuem pouco sombreamento, são monótonos e com pouca opção de mobiliário, o que dificulta o uso deste espaço (Figura 10).

Quanto aos aspectos negativos, a percepção da maioria dos respondentes é de que o parque precisa se atualizar quanto às opções de atividades fornecidas aos seus usuários, como mais mobiliários, mais áreas para realização de atividades diversificadas e mais eventos e atrações públicas. Outro fator negativo apontado pelo questionário e comprovado pelas imagens da auditoria técnica foi a falta de manutenção local, pois muitos respondentes reclamaram desse aspecto, o que pode afastar usuários para sua utilização permanente como um espaço de lazer. A falta de iluminação adequada tanto em seu interior quanto em seu entorno também foi apontada como um aspecto negativo, pois causa muita insegurança nos usuários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados, a partir de uma auditoria técnica e entrevistas com 85 usuários, permitiu identificar contribuições importantes sobre aspectos topofílicos e topofóbicos do Parque Victória Régia. Os aspectos positivos contribuem para maior utilização dos espaços (passagem e permanência) e satisfação dos usuários, enquanto os negativos causam repulsão e acarretam o pouco uso do espaço.

O primeiro caso, evidencia os aspectos positivos do parque, é representado pelo subespaço 2 (topofílico) devido ao dinamismo que ocorre na praça central e escadaria/arquibancada, que é consequência da presença de atividades semanais. Somado a isso, a escadaria/arquibancada também serve como um mirante para o lago e para a Avenida Nações Unidas, tornando o lugar atraente para a permanência e contemplação. O subespaço 3 também avaliado como topofílico, foi o segundo local mais utilizado pelos respondentes, em função de possuir canteiros sombreados. No entanto, foi considerado o menos topofílico dos espaços, em função de ser subutilizado no período noturno, devido a iluminação inapropriada, que causa escuridão, insegurança e impossibilita seu uso nesse período.

O segundo caso, que ressalta os aspectos negativos (topofóbicos) é representado pelo subespaço 1, em função de ser pouco atrativo para permanência, por não apresentar diversidade de atividades que atraiam a permanência, mas também não é utilizada como local de passagem. Exceto em dias de eventos especiais, com ocorrência de shows.

Esses resultados evidenciam uma necessidade de intervenção pelo poder público, não apenas para garantir a manutenção constante, em relação aos pisos, bebedouros, lixeiras e limpeza de modo geral, mas para realizar uma revitalização do parque através da inserção de um maior número de mobiliários (bancos, bebedouros, lixeiras), assim como garantir conforto e proteção das intempéries, como áreas cobertas, e locais de apoio à permanência longa dos usuários, como banheiros e lavatórios, bem como a criação de espaços que ofereça outras opções de recreação as diferentes faixas etárias. Nesse contexto, a contribuição desse estudo foi criar subsídios para essa intervenção, a partir da participação dos usuários no apontamento de diretrizes de melhoramento desse importante espaço público de Bauru.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho obteve apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7 REFERÊNCIAS

Brandão, V. (2003) **Espaço urbano x apropriação social: um estudo de caso dos espaços públicos abertos de Taguatinga**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília. Brasília.

Carmona, M. (2010) Contemporary public space, part two: classification. **Journal of Urban Design.** 15(2). 157-173.

Curimbaba, R. G. e Santos, G. F. (2015) Design e Urbanidade: Análise da unidade morfológica urbana "Parque Vitória Régia". **Anais ... VIII Congresso Internacional de deseño de la Habana**, Cuba.

Gehl, J. (2015) **Cidades para pessoas**. (3 ed.) Perspectiva. São Paulo.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). **Censo Brasileiro de 2022**.

Bauru: IBGE.

Jalaladdini, S. e Oktay, D. (2011) Espaços públicos urbanos e vitalidade: Uma análise socioespacial nas ruas das cidades cipriotas. **Anais ... Conferência Internacional da Ásia Pacífico sobre Estudos de Ambiente e Comportamento**, Chipre do Norte – Turquia. 01-11.

Kowarick, A. C. B. (2016) **Comunicação visual urbana: A percepção do usuário em movimento, estudo de caso em Porto Alegre.** Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Marangão, G. H. F. (2023) **Análise da qualidade espacial em ambientes de caminhada**, Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista - UNESP. Bauru, SP.

Polat, A. T. e Akay, A. (2015) Relationships between the visual preferences of urban recreation area users and various landscape design elements. **Urban Forestry & Urban Greening**. 14(3). 573-582.

Prefeitura Municipal de Bauru. (2024) **Secretaria Municipal do Meio Ambiente**. Bauru.

Prefeitura Municipal de Bauru. (2008) Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Diagnóstico ambiental e dos recursos hídricos do município de Bauru – SP. Relatório Final. Disponível em:
<https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/diagnostico_ambiental/relatorios/Diagn%C3%B3stico%20Bauru%20(Volume%20de%20Anexos).pdf>
Acesso em 21/07/2024.

Silva, N. B. P. (2017) **Olhar a cidade: (re)descobertas perceptivas espaciais.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

Silva, R. B. A. (2020) **Instrumento para avaliar a qualidade espacial de praças: Estudo em praças de áreas centrais.** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Estadual Paulista - UNESP. Bauru, SP.

Tuan, Y. F. (1980) **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.** Difel. São Paulo.

Tuan, Y. F. (1983) **Espaço e Lugar.** Difel. São Paulo.

Zhang, S.; Song, H.; Li, X. e Luo, S. (2024) Urban parks quality assessment using multi-dimension indicators in Chengdu, China. **Land**. 13(1) 86. 1-17.

MANUAL DE DESENHO DE RUAS: FERRAMENTA PARA TRANSFORMAÇÃO URBANA NA CIDADE DO RECIFE, BRASIL

M. F. S. Melo, A. H. C. Oliveira e L. M. B. Silva

RESUMO

Produto do Plano de Mobilidade Urbana do Recife (Lei nº 18.887/2021) e desenvolvido pela gestão municipal em parceria com a iniciativa *Bloomberg* de Segurança Viária Global (especialistas da GDCI - *Global Designing Cities Initiative)* e o Instituto Caminhabilidade, o Manual de Desenho de Ruas do Recife - MDR foi a segunda publicação nacional tratando de parâmetros de desenho de ruas apoiado pelo conceito Visão Zero - a primeira publicação foi o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Cidade de São Paulo, em 2020. Lançado em maio/2023 e buscando referências nas boas práticas realizadas mundo afora, o manual busca ser uma ferramenta atualizada para o planejamento e ações ligadas à mobilidade urbana do Recife, priorizando os pedestres, ciclistas e transporte público, em consonância com a agenda da ONU-HABITAT (ONU, 2017), e orientando e capacitando profissionais da área na transformação do espaço urbano.

1 INTRODUÇÃO

Especialistas em segurança viária vêm discutindo ao redor do mundo como o desenho das ruas podem influenciar na redução dos sinistros de trânsito, problema sério enfrentado diariamente pelas cidades. Estima-se que, entre 2010 e 2021, morreram cerca de 1,19 milhão de pessoas por ano no mundo (WHO, 2023) e, neste cenário, o MDR visa a atender à Política Municipal de Mobilidade Urbana - PMMU atualizando parâmetros de desenho de ruas segundo o conceito **Visão Zero**, onde a segurança viária baseia-se nos limites humanos entendendo que nenhuma vida perdida no trânsito é aceitável.

Além disso, o manual aborda processos de implantação, requalificação e manutenção da infraestrutura através de princípios e diretrizes do planejamento sustentável. Adapta as boas práticas de referências mundiais e do Brasil à realidade do Recife, caracterizando tipos de transformações de ruas, estabelecendo parâmetros de desenho e elencando etapas para as transformações. Ao final, são apresentadas inspirações de ações realizadas na cidade. Pretende-se aqui, então, apresentar brevemente o manual, citando algumas estratégias de desenho e mostrando aplicações em duas intervenções na cidade do Recife.

2 AS FUNÇÕES DA RUA E OS PRINCÍPIOS PARA SUA TRANSFORMAÇÃO

A PMMU (Lei nº 18.887/2021) visa a promoção do acesso amplo, seguro, eficiente, sustentável, resiliente e democrático da cidade por meio do planejamento, da organização,

da sistematização, da operação e da fiscalização do sistema de mobilidade urbana, sendo o manual ferramenta fundamental na aplicação desses princípios (CTTU, 2023). Atrelado a isso, é essencial para todo desenho urbano considerar as funções da rua. A *função cultural* relaciona-se com a atratividade da região nos espaços de permanência, percursos históricos e passeios públicos de qualidade, promovendo mais conexão, maior movimentação das ruas e aumento das interações sociais, estimulando o turismo, comércio, serviço local e atividades artístico-culturais. Já a *função econômica* consiste no fato da rua ser o espaço que provém facilidade de acesso a comércios e serviços.

Por outro lado, a *função social* é resultado do alcance e da interação das pessoas de todas as classes socioeconômicas, raças, características físicas, faixas etárias e gêneros a partir da conexão física da malha viária com os espaços públicos, privados e equipamentos de serviço. Por fim, existe a *função ambiental* quando são escolhidos materiais que produzam menos acúmulo de calor e calçadas largas, acessíveis a todos, acomodando vegetação arbórea e criando locais mais confortáveis termicamente, com menos poluição sonora e visual e sistema de drenagem apropriado (figura 1).



Fig. 1: A função ambiental da rua - Av. Mário Melo, Recife. Fonte: CTTU, 2023

Considerando as funções da rua e, de acordo com a Nova Agenda da ONU-HABITAT que enfatiza a urgência em elaborar e executar projetos onde o foco principal é o desenvolvimento sustentável - priorizando modos ativos e transporte público (ONU, 2017) -, o MDR propõe uma mudança de paradigma, no qual a rua deve atender os seguintes princípios essenciais de: conexão, inclusão, atratividade, multimodalidade e segurança.

Além disso, as transformações podem variar dependendo do custo, da durabilidade, das ferramentas de implantação e dos objetivos técnicos, sendo categorizadas pelo MDR como: (a) *Curta duração*, com baixo custo e durabilidade, durante horas/dias, possibilitando, de forma rápida, experimentar ações no local através de soluções simples como bloqueios operacionais; (b) *Média duração* (urbanismo tático), com baixo custo a moderado, pode durar semanas, meses ou anos e permite testar o desenho da rua ajudando a definir futuras intervenções; (c) *Permanentes*, com custo mais elevado e materiais mais duráveis, permite pouca margem para alterações e levam anos para serem implantadas (CTTU, 2023).

E para atingir soluções mais assertivas no desenho das ruas, as políticas públicas voltadas para a mobilidade urbana devem ser apoiadas por lideranças engajadas e estar alinhadas

com os anseios da comunidade que deve ser inserida e coparticipar de todas as etapas do processo de transformação. No Recife, o processo de transformação envolve vários setores da gestão pública, da iniciativa privada e da sociedade civil (figura 2).



Fig. 2: Parceiros envolvidos no processo. Fonte: CTTU, 2023

Portanto, para transformar as ruas, o MDR propõe quinze etapas alinhadas com as melhores práticas adotadas ao redor do mundo. Dentre as principais, destacam-se: a coleta de dados como planos e projetos existentes, análise do uso e ocupação do solo, realização de levantamentos dimensionais no local, coleta de métricas antes e após a intervenção e estabelecimento de um cronograma de manutenção (CTTU, 2023).

3 DESENHANDO RUAS PARA AS PESSOAS

A rua é um espaço público utilizado para diversas finalidades como lugar de passagem, permanência, trabalho e lazer. Acomoda atividades realizadas por pessoas de todas as idades, cores e com várias necessidades, que utilizam diferentes meios de transporte: a pé, bicicleta, transporte motorizado individual, público coletivo e particular. Sendo assim, o desenho da rua é um fator determinante para oferecer às pessoas espaços acessíveis, seguros e confortáveis, que atendam às necessidades de todos.

Neste contexto, diferentemente do manual de São Paulo, que divide as seções em *espaço do pedestre*, *espaço do ciclista* e *pista* (CET, 2020), o MDR tem seus capítulos divididos de acordo com o usuário da rua (destaca-se aqui que são diferenciados por cores, figura 3), apresentando as estratégias de desenho conforme às demandas de cada um.



Fig. 3: Os diversos usuários da rua segundo o MDR. Fonte: CTTU, 2023

Para o MDR foram adotados seis tipos de usuários: pedestres, ciclistas, passageiros de transporte público, motoristas de veículos individuais motorizados, operadores de carga e fornecedores de serviços; e comerciantes de atividade popular. É importante destacar que as pessoas podem assumir diferentes papéis no mesmo espaço como: na sobreposição entre a realização de uma atividade e o modo de deslocamento e na intermodalidade.

Atrelado a isso, o MDR elenca cinco estratégias de desenho que devem ser visitadas, desde a construção da visão conceitual do projeto, de forma a garantir as melhores práticas de desenho, alinhada com a promoção da segurança viária, a equidade do espaço e a sustentabilidade ambiental. São elas: (a) assegurar a acessibilidade universal; (b) equilibrar a distribuição do espaço; (c) promover ruas ativas e dinâmicas; (d) promover o conforto térmico; e (e) desenvolver soluções orientadas pelo contexto.

4 NOVOS PARÂMETROS DE DESENHO

Para contemplar os princípios estabelecidos no MDR, foram atualizados e definidos parâmetros para o desenho de ruas a partir de análises do contexto urbano do Recife e das recomendações do Guia Global de Desenho de Ruas - GGDR (NACTO, 2018). A alteração no espaço físico da rua reflete em aspectos como conforto, acessibilidade e sustentabilidade, mas principalmente, na segurança viária, cujo propósito é garantir segurança a todos os usuários, sobretudo os mais vulneráveis.

Muito além de somente descrever estratégias de moderação de tráfego, o manual tem uma abordagem ampla, apresentando elementos de disciplinamento e marcação do espaço urbano, implantação de infraestrutura verde e tratamento de zonas de conflito entre os diferentes modos de transporte, por exemplo. Assim como no manual de São Paulo (CET, 2020), ao longo do MDR são apresentadas estratégias de desenho, destacando-se:

(a) Alargamento de calçadas - essa estratégia aumenta o espaço de circulação dos pedestres, estreitando visual e fisicamente o leito carroçável e, consequentemente, reduzindo a velocidade dos veículos motorizados e proporcionando travessias seguras para os pedestres (figura 4). Acomoda um fluxo maior de pessoas e cria espaço para o mobiliário urbano e arborização (CTTU, 2023).



Fig. 4: Alargamento de calçada – Jardim Monte Verde, Recife. Fonte: CTTU, 2023

(b) *Redução da faixa de tráfego* - segundo o MDR (CTTU, 2023), faixas estreitas geram sensação desconforto ou aumentam a probabilidade de colisões laterais e, durante muito tempo, acreditou-se que faixas de tráfego com menos de 3,5m de largura reduziam a capacidade de tráfego e o fluxo. Porém, estudos recentes mencionados no GGDR (NACTO, 2018), demonstram que faixas acima de 3m de largura favorecem o excesso de velocidade não intencional e o estacionamento em fila dupla, além de desperdício do espaço que poderia ser utilizado por outro modo de transporte. Portanto, nas áreas urbanas, recomendam-se faixas menores, entre 2,7m-3m, favorecendo a redução da velocidade, gerando impacto positivo na segurança da rua e diminuindo a exposição e a distância de travessia dos pedestres (figura 5).



Fig. 5: Largura das faixas de tráfego. Fonte: CTTU, 2023

(c) *Implantação de mobiliário urbano* - por serem equipamentos de uso coletivo presentes nos espaços públicos, possibilita ambientes de permanência, gerando apropriação do espaço urbano. Além disso, proporciona conectividade, segurança e conforto ao usuário, estimulando o deslocamento a pé (figura 6).



Fig. 6: Mobiliário Urbano em Jardim Monte Verde, Recife. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

(d) Redução do raio de giro - o tamanho do raio de concordância tem impacto direto nas velocidades de conversão dos veículos e na distância de travessia dos pedestres. Reduzir o raio torna o cruzamento mais compacto, amplia a área do pedestre, garante menor exposição dele e um alinhamento melhor das rampas de acesso (CTTU, 2023). Em sua maioria, os raios medem entre 3m e 5m. Acima de 5m deve ser a exceção. Recomenda-se raios menores que 1,5m, pois essa alteração permite melhor visibilidade dos pedestres pelos veículos motorizados (figura 7).

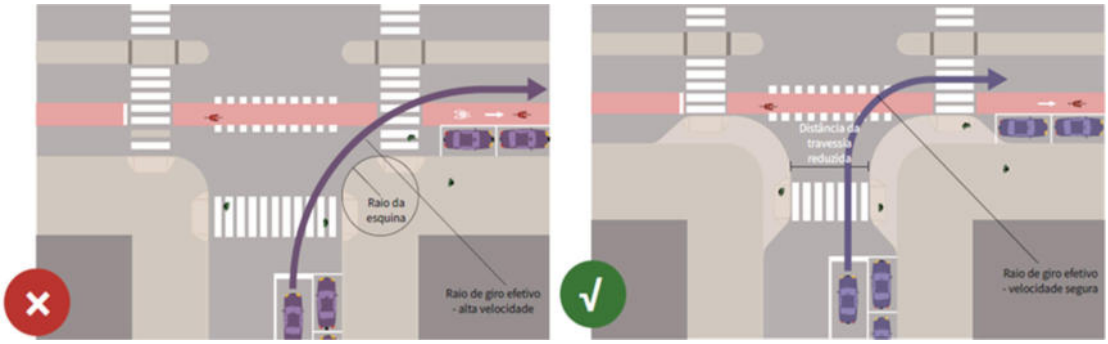


Fig. 7: Comparação entre raios de giro diferentes. Fonte: CTTU, 2023

(e) Gestão da velocidade - a velocidade veicular é um dos importantes indicadores de segurança de uma rua (NACTO, 2018). Quanto maior a velocidade, maior serão os sinistros de trânsito e a gravidade das lesões. Por isso, fazer a gestão da velocidade atrelada à mudança no desenho da rua, com estratégias operacionais e geométricas, ocasionará na redução da probabilidade de ocorrência de lesões graves e fatais, pois sinaliza ao motorista a necessidade de redução da sua velocidade (CTTU, 2023).

5 PROPOSIÇÃO E RESULTADOS

Como as cidades possuem tipologias diferentes de ruas, para transformá-las é necessário analisá-las considerando suas particularidades e as oportunidades de mudança, juntos com os diversos atores envolvidos. No Recife, a mudança de parâmetros de desenho e a adaptação às necessidades do local vêm sendo atrelada ao contexto e a tipologia do espaço.

A seguir, são apresentadas duas intervenções em áreas com grande fluxo de pessoas, altos índices de sinistros de trânsito, estacionamento desordenado e veículos de grande porte circulando em altas velocidades.

5.1 Projeto de intervenção: Rua Velha

Localizada no bairro da Boa Vista, área central do Recife, a Rua Velha é uma via estratégica, ligando uma área predominantemente comercial (bairros de Santo Antônio e São José) ao Pátio de Santa Cruz. Embora tenha uma largura estreita, a rua recebia um grande fluxo de veículos que a utilizavam para o tráfego de passagem, somado ao estacionamento desordenado próximo ao Pátio de Santa Cruz. Isso tornava o espaço hostil às pessoas, comprometendo a circulação e segurança dos pedestres.

Com o objetivo de tornar a rua mais segura para a circulação das pessoas, em 2021 foi realizada uma transformação do espaço público (figura 8), onde foram utilizadas estratégias de desenho como redução de velocidade dos veículos (limitada a 30 km/h),

estreitamento da faixa de tráfego, elevação do nível da via (promovendo compartilhamento do espaço), mudança no tipo de pavimento e implantação de chicanas (figura 9).



Fig. 8: Antes e depois da intervenção na Rua Velha, Recife. Fonte: CTTU, 2023



Fig. 9: Elevação do nível da rua e mudança no pavimento. Fonte: Samuel Caetano, 2021

Já na área próxima ao Pátio de Santa Cruz, inserido em um contexto com presença de bares, mercado público e eventos festivos, foram implantados balizadores permanentes para restringir a passagem de veículos e incentivar a permanência de pessoas no espaço, e implantados uma estação de bicicletas compartilhadas e paraciclos, estimulando o uso por bicicletas na região. O tráfego que antes passava pela via, atraindo um intenso fluxo de veículos de grande porte, foi desestimulado com a colocação dos balizadores. A circulação no local passou a ser somente de acesso aos lotes lindeiros e a velocidade dos veículos que agora circulam pela área são compatíveis com os modos ativos, 30 km/h (figura 10).



Fig. 10: Circulação antes e depois da intervenção. Fonte: Samuel Caetano, 2021

Essas mudanças geraram resultados positivos para os moradores e pessoas que circulam pela área, proporcionando maior conforto e segurança no caminhar, além de tornar a rua mais convidativa. São resultados obtidos: a redução de 41% dos sinistros de trânsito com vítima na área, o ganho de 125m² de calçada e 12 novas faixas de pedestres implantadas na localidade (figura 11).



Fig. 11: Organização do espaço na Rua Velha, Recife. Fonte: CTTU, 2023

5.2 Projeto de intervenção: Rua da Palma

Localizada na área central do Recife, no bairro de Santo Antônio, e com aproximadamente 500m de extensão, a Rua da Palma é uma das mais movimentadas ruas do comércio varejista da região com grande fluxo de pessoas e veículos motorizados, seja de pequeno porte (individual) como de grande porte (caminhões que realizam a operação de carga e descarga). A rua era dividida entre faixa de rolamento bem larga para os veículos e outra faixa destinada ao estacionamento deles a 45°com aproximadamente 70 vagas.

Embora cerca de 76,1% das pessoas que circulavam pela rua eram pedestres, ciclistas ou usuários do transporte público, 65,5% do espaço era destinado aos veículos motorizados (CTTU, 2023). Uma contradição que favorecia a utilização frequente do leito viário pelos pedestres e vendedores ambulantes. Tanto que em pesquisa realizada no local, apenas 37% dos pedestres entrevistados consideravam as condições de caminhabilidade na área boas ou

excelentes, ao mesmo tempo em que 79% dos pedestres entrevistados não consideravam seguro atravessar a rua (figura 12).



Fig. 12: Circulação dos pedestres antes da intervenção na Rua da Palma, Recife. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI (2021)

Com o objetivo de garantir mais segurança às pessoas que circulavam pelo local, em 2021, através do urbanismo tático foi possível transformar a rua tornando-a um espaço democrático e seguro para os modos ativos de deslocamento (figura 13). No primeiro momento houve essa transformação com caráter temporário, para que no segundo momento seja transformada definitivamente.



Fig. 13: Rua da Palma antes e depois da intervenção. Fonte: CTTU, 2023

A velocidade da via foi reduzida para 30 km/h, as faixas de tráfego tornaram-se mais estreitas e algumas vagas de estacionamento deram lugar para passeios mais generosos e largos, acrescentando 1.020m² para o pedestre (figura 14) e favorecendo a organização do comércio popular. As outras vagas foram organizadas e transformadas em 30 vagas paralelas à faixa de tráfego.



Fig. 14: Alargamento de calçada na Rua da Palma, Recife. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

Bancos e jardineiras foram implantados promovendo mais conforto aos transeuntes, comerciantes e trabalhadores da área (figura 15). Com a implantação de sete novos paraciclos houve um estímulo ao uso da bicicleta no local e, fazendo um recorte por gênero, observou-se que há 67% mais mulheres pedalando na área. Novas faixas de pedestres foram implantadas para aumentar a segurança de quem circula pela rua vindo das vias transversais.



Fig. 15: Rua da Palma (Recife) pós-transformação. Fonte: Lumos Estúdio/GDCI, 2021

Além disso, os comerciantes da Rua da Palma ficaram responsáveis pela manutenção e cuidado periódico do local, além de regar e manter as mudas de plantas inseridas no projeto, reafirmando a reapropriação do espaço pelos usuários. O comércio popular, atraído para o local, pela alta concentração de pessoas, foi organizado de modo a não conflitar com as demais atividades. Com relação a utilização do espaço e a segurança viária, depois da intervenção, nenhuma criança foi vista caminhando ou sendo carregada no leito carroçável, comparado a porcentagem anterior onde 9,6% das crianças eram vistas circulando. Também se observou 68% menos cadeirantes no leito carroçável e 85% menos pessoas andando no leito carroçável, resultado do novo desenho da rua onde 60% do espaço passou a ser dedicado aos pedestres.

Para os entrevistados, 71% relataram se sentir mais seguros ao atravessar as ruas e 80% descreveram como positiva a experiência de caminhar pela Rua da Palma após a transformação, tendo em vista que 97% dos veículos motorizados passaram a cumprir o limite de velocidade de 30km/h, refletindo em uma nova divisão da rua priorizando o pedestre (CTTU, 2023).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações realizadas nos últimos anos na cidade do Recife, iniciadas pelo poder público, traduzem uma nova visão de valorização do espaço público considerando a pluralidade de usuários apoiada nas transformações de curta e média duração. Exemplificadas pelos casos concretos mencionados e observados a partir de dados obtidos em pesquisas e empiricamente, as transformações são parte de um processo de mudança onde ocorre a inversão de prioridades no espaço da rua. Embora surjam dificuldades e embates para sua implementação, por se tratar de uma mudança de paradigma, o Manual de Desenho de Ruas (MDR) descreve que decisões tomadas de forma conjunta - gestão pública e comunidade - permitirá uma apropriação do espaço com grande chance das soluções obterem resultados mais assertivos.

Por integrar o Plano de Mobilidade Urbana do Recife, é neste contexto que o manual servirá como um norteador para o desenho das ruas da cidade pelos próximos 10 anos, prazo de referência para que as medidas sejam adotadas em sua totalidade. Compreendendo que as cidades podem se tornar lugares mais seguros e saudáveis para as pessoas, o MDR ajudará a orientar e capacitar profissionais da área na transformação do espaço urbano, buscando apontar o Recife como referência e inspiração para outros municípios repensarem os modelos de intervenção no espaço público, com alternativas criativas e eficientes de estímulo ao uso de modos ativos, possibilitando cidades cada vez mais vivas e sustentáveis.

7 REFERÊNCIAS

Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU (2023) **Manual de desenho de ruas do Recife**, CTTU, Recife, Brasil.

Companhia de Engenharia de Tráfego (2020), **Manual de desenho urbano e obras viárias**, CET, São Paulo, Brasil.

National Association of City Transportation Officials (2018), Global Designing Cities Initiative - GDCI. **Guia global de desenho de ruas**. Tradução de Daniela Tiemi Nishimi de Oliveira, Editora Senac São Paulo, São Paulo.

Organização das Nações Unidas (2017) Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável - Habitat III. **Nova agenda urbana**, available at: www.habitat3.org (accessed 21 November 2022)

World Health Organization (2023) **Global status report on road safety 2023**, available at: www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023 (accessed 26 April 2024)

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO POR ÔNIBUS: O CASO DO MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO – GO (BRASIL)

M. Paiva; L. A. Azevedo; V. H. R. Barbosa;
F. B. Souza; D. B. S. Pereira

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo propor uma metodologia para avaliar se a área de cobertura das linhas do transporte coletivo de Senador Canedo (GO - Brasil) atende às necessidades de deslocamento de seus usuários, considerando um limite máximo de caminhada. O procedimento adotado envolve: caracterização do local de estudo e das linhas de Transporte Público Urbano; identificação dos pontos de ônibus e de sua área de cobertura considerando dois cenários: bom - distância de caminhada de até 300m e ruim - distância de caminhada de até 500m; avaliação e proposição de alterações e/ou inserções de pontos e/ou linhas. No cenário bom, 24,56% dos bairros obtiveram cobertura péssima, 10,53% ruim, 5,26% regular, 10,53% boa e 49,12% ótima. No cenário ruim, os valores correspondentes foram 16,67%, 4,39%, 4,39%, 69,30%. Notou-se que o sistema de transporte público apresentou baixa cobertura espacial. Assim, foram propostas a inserção/adequação do itinerário e novos pontos de ônibus.

1 INTRODUÇÃO

O excesso de veículos em circulação nas grandes cidades acarreta problemas no trânsito como: congestionamento, acidentes, falta de espaço para estacionamento, excesso de poluição ambiental e sonora, entre outros. Nesse contexto, levando em consideração a predominância do transporte individual, e a fim de minimizar os referidos impactos causados por este modo, é necessário priorizar o transporte coletivo e o transporte não motorizado.

O Transporte Público Coletivo (TPC), quando planejado adequadamente, surge como uma opção capaz de garantir qualidade de vida e desenvolvimento para as cidades. Essa modalidade de transporte permite a movimentação de um número elevado de passageiros em apenas uma viagem quando comparado ao automóvel e, por consequência, diminui a circulação de veículos do transporte individual, uma vez que o espaço ocupado pelos passageiros é menor quando comparado ao veículo do transporte individual.

Ocorre que, em muitas cidades brasileiras, a ausência de planejamento por parte do poder público deixa evidente que as necessidades dos passageiros nem sempre são atendidas. Observam-se problemas de equidade na acessibilidade dos cidadãos, custos, eficácia e efetividade na prestação dos serviços e na circulação pela cidade, incapacidade de atender satisfatoriamente às necessidades de locomoção da população, entre outras. Empresas tendem a priorizar rotas e horários que geram maior lucro, negligenciando regiões periféricas

ou áreas de menor demanda. As áreas periféricas geralmente concentram uma parcela significativa da população de baixa renda. Para essas pessoas, o ônibus é muitas vezes o único modo de transporte acessível para chegar a serviços essenciais, como hospitais, escolas, mercados e locais de trabalho.

A busca pela democratização do transporte público (TP) requer uma gestão transparente, responsável e comprometida com o interesse público, que priorize a qualidade do serviço, a acessibilidade e a equidade na oferta do transporte para todos os cidadãos.

Assim, para promover um TPC de qualidade, atrativo e com a área de cobertura eficiente, é necessário avaliar a acessibilidade ao sistema de transporte público. Mesmo com a utilização dos diferentes modos de transportes, andar a pé continua sendo um componente essencial para complementar as viagens. No caso dos usuários do ônibus, os passageiros normalmente precisam se deslocar até os pontos de ônibus para adentrar ao sistema de transporte público.

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo propor uma metodologia para avaliar se a área de cobertura das linhas do transporte coletivo de Senador Canedo (GO - Brasil) atende às necessidades de deslocamento de seus usuários, considerando um limite máximo de caminhada.

2 TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Segundo Santos (2014), a principal vantagem do modo coletivo é sua capacidade de transporte superior ao do transporte individual. Veículos do transporte coletivo têm a capacidade de acomodar dezenas de passageiros, enquanto um veículo do transporte individual popular comporta até 5 pessoas. Nesse sentido, o uso do TPC por ônibus colabora com o espaço viário, pois, ao reduzir o número de veículos particulares em circulação, o transporte coletivo contribui para a redução do congestionamento, melhorando a fluidez e a eficiência do sistema de transporte como um todo.

Por outro lado, o transporte coletivo por ônibus também apresenta desvantagens, das quais destacam-se: rigidez nos horários de passagem, que representa um problema sério nas linhas de baixa frequência; falta de flexibilidade no percurso; necessidade de caminhar ou utilizar outro modo de transporte para completar a viagem; desconforto de caminhadas e esperas em condições climáticas adversas; maior tempo de viagem devido à menor velocidade média, maior percurso e maior distância de caminhada; necessidade de transbordo para uma parcela significativa de usuários e a necessidade de esperar o veículo de transporte (Ferraz e Torres, 2004).

A precária adoção de políticas públicas ao uso do Transporte Público por Ônibus (TPO) fez com que esse modo de transporte se tornasse menos atrativo. Aliado a isso, ainda se observa uma série de atributos relacionados aos automóveis dos quais destacam-se: privacidade, autonomia, status social, comodidade, entre outros, que tornam essa modalidade mais atraente, mesmo com o aumento de congestionamentos, da poluição e dos acidentes de trânsito e das desigualdades urbanas, atribuída ao excesso de veículos em circulação. Tais fatos evidenciados anteriormente podem ser amenizados com o incentivo à utilização do transporte público coletivo, entretanto, para que isso aconteça, investimentos por parte do poder público devem ser realizados com a finalidade de que a estrutura, segurança, conforto e ampliação da área de cobertura desse modo de transporte, torne-o agradável aos passageiros (Barbosa, 2013; Azevedo, 2008; Rocha, 2003).

2.1 Pontos de Ônibus

São considerados pontos de ônibus os lugares onde os veículos do sistema de transporte público coletivo por ônibus param para realizar o embarque e o desembarque dos passageiros. Sua implantação está prevista nas seções III e IV do art. 14 da Lei Federal nº 12.587 (Brasil, 2012). Os pontos de ônibus permitem o abrigo de passageiros até a chegada do veículo de transporte público e, posteriormente, o embarque nos ônibus. Entretanto, a qualidade e a disponibilidade desses mobiliários urbanos podem variar, afetando a experiência dos usuários no que tange, por exemplo, à adesão a essa modalidade de transporte, bem como ao tempo e à energia consumida. Sendo assim, a distribuição de forma estratégica dos pontos de ônibus influencia na caminhada dos usuários para acessar o sistema de transporte coletivo (Cruz, 2013).

A distribuição espacial consiste na forma em que os pontos de ônibus são disponibilizados no território urbano. Nesse sentido, Paiva (2017) afirma que os pontos se distribuem ao longo do itinerário das linhas obedecendo a espaçamentos e localização que buscam garantir a acessibilidade das linhas de ônibus. Para Cruz (2013), os longos trajetos percorridos pelos ônibus do TPC devem-se aos seus percursos tortuosos e ao fato de que, com o passar do tempo, mais do que o surgimento de novas linhas, as linhas existentes tiveram seus traçados ampliados para acomodar o crescimento populacional.

3. DESLOCAMENTO A PÉ

O deslocamento a pé apresenta uma perspectiva diferente dos demais modos de transportes. Esse modo traz consigo características para o meio social (que diz respeito à convivência, sociabilidade, sustentabilidade e acessibilidade); além disso, representa uma maneira mais democrática de mobilidade nos centros urbanos, contando, ainda, com a diminuição da desigualdade, de acidentes e mortes ocasionadas pelo trânsito, dos custos com transportes, entre outros. Tais impactos são responsáveis por promover mais segurança, saúde e assim uma melhor qualidade de vida para as pessoas (Araújo *et al.*, 2011).

Apesar de se tratar de um modo de deslocamento saudável e benéfico à saúde, essa forma de locomoção não possui a devida atenção do poder público municipal. O Brasil é um país desigual e essa desigualdade não se limita apenas à renda e à oportunidade, mas também no acesso a importantes serviços públicos. Com viagens cada vez mais longas e serviços não confiáveis na área dos transportes, a maioria da população aumenta o seu gasto de tempo para desempenhar funções importantes (Araújo *et al*., 2011). Embora seja um transporte acessível e universal, o deslocamento a pé pode apresentar limitações em relação à distância, aos fatores climáticos, às restrições de tempo de viagem, às limitações de carga, às questões de segurança, entre outros.

3.1 Acessibilidade ao Transporte Público Coletivo

Ferraz e Torres (2004) mencionam que a acessibilidade está relacionada ao percurso desde a origem da viagem até o ponto de partida do transporte público e do ponto de desembarque até o ponto de chegada. A acessibilidade tem como objetivo garantir que todas as pessoas, independente de possuírem algum problema e/ou necessidade física, realizem deslocamentos de forma confortável e segura. Nesse contexto, no planejamento do sistema do transporte público alguns requisitos devem ser observados para garantir conforto e acessibilidade para seus passageiros. Com base nisso, um dos critérios que devem ser analisados é a área de

cobertura das paradas de ônibus e a distância de caminhada no início e no fim da viagem de um ponto para outro.

Segundo o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2017), a distância de caminhada deve ser, preferencialmente, inferior a 500 metros. Para NTU (2002), a distância média entre as paradas de ônibus deve ser de 300 a 400 metros nas áreas centrais, nas áreas intermediárias essa distância deve ser de 400 a 600 metros e nas áreas periféricas da cidade, a distância recomendada é de 600 a 800 metros. Ferraz e Torres (2004), por sua vez, também discorrem sobre valores de referência para distâncias de caminhada, e classificam como boa, distâncias inferiores a 300 metros; regular entre 300 e 500 metros; e ruim, superior a 500 metros.

Assim, quanto mais acessível for o sistema de transporte público, menos os passageiros andam. Para os passageiros, o melhor cenário acontece quando há um ponto de parada próximo aos locais de origem e destino de seu deslocamento e quando a frequência de serviço é suficiente (Cardoso, 2008). Visando conforto e segurança, os usuários optam por realizar caminhadas de menor percurso e em áreas planas para acessar o sistema de transporte coletivo.

4. MÉTODO

O procedimento apresentado a seguir é composto por 6 etapas e permite avaliar a área de cobertura do transporte público coletivo de um município.

Etapa 1- Caracterização do local em estudo - trata da caracterização do local de estudo. Para tal, devem ser apresentadas informações acerca da sua localização geoespacial, suas principais características, das quais destacam-se a quantidade de bairros e a área rural e urbana.

Etapa 2 - Caracterização das linhas de Transporte Público Urbano – tem como objetivo o levantamento do itinerário das linhas de Transporte Público que circulam na área de estudo a partir de informações disponíveis em sites oficiais ou fontes confiáveis. Além do trajeto, também devem ser observados o número, o nome, a extensão e a frequência de cada linha. Essas informações devem ser inseridas em um software de georreferenciamento.

Etapa 3 - Localização dos pontos de ônibus utilizados pelo Transporte Público Urbano - deve-se levantar informações referentes à localização espacial de cada um dos pontos de ônibus da cidade. Após a coleta dos dados, essas informações devem ser inseridas no software de georreferenciamento.

Etapa 4 - Identificação da área de cobertura de cada ponto de ônibus - deve-se demarcar a área de cobertura de cada ponto de ônibus identificado na cidade. Para tal, recomenda-se o uso de um software de georreferenciamento que permite a inserção de informações como limite da cidade, bairros, arruamentos, linhas e pontos de ônibus, entre outros. Diante do exposto, propõe-se a demarcação da área de cobertura das linhas de transporte público coletivo, considerando os seguintes cenários:

Cenário 1 - Bom (distância de caminhada até 300m): Recomenda-se o uso do software de georreferenciamento, que permite a geração de um buffer capaz de criar uma zona de influência ao redor de um elemento geográfico, como é o caso de um ponto de ônibus. Esse

cenário representa a demarcação da área de cobertura de um ponto de ônibus considerando a distância de caminhada de 300 metros.

Cenário 2 - Ruim (distância de caminhada até 500 m): de forma análoga ao Cenário 1, recomenda-se a demarcação da área de cobertura de um ponto de ônibus considerando a distância de caminhada de 500 metros.

Etapa 5 - Avaliação da área de cobertura do transporte público coletivo por bairro - visa averiguar se há atendimento à demanda de passageiros da cidade, considerando os dois cenários supracitados. A inserção dos pontos e a realização dos buffers devem ser elaboradas por meio de um software de georreferenciamento, considerando os dois cenários. Em seguida, deve ser calculada a porcentagem da área coberta pelo transporte público coletivo de cada bairro da cidade para ambos os cenários. Para avaliação da área de cobertura, utilizou-se a escala indicada no Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação da área de cobertura do TPC

Porcentagem da área coberta pelo TPC de cada bairro	Condição
81% - 100%	Ótimo
61% - 80%	Bom
41% - 60%	Regular
21% - 40%	Ruim
0% - 20%	Péssimo

Etapa 6: Proposição de alterações e/ou inserções de pontos e/ou linhas - a partir da avaliação do atendimento no transporte público coletivo, considerando os dois cenários, pode-se propor alteração e/ou inserção de novas linhas e/ou pontos a fim de ampliar as áreas de cobertura do sistema de transporte público por ônibus. Salienta-se que, para tal, deve-se considerar também variáveis como: demanda de passageiros, uso do solo, estrutura de transporte público existente na cidade, entre outros.

5. ESTUDO DE CASO: A CIDADE DE SENADOR CANEDO

5.1 Caracterização do local em estudo

Senador Canedo é um município do estado de Goiás, localizado na Região Centro-Oeste do Brasil que possui aproximadamente 247,005 km², das quais 91,515 km² compreende a área urbana e 155,490 km² a área rural. A cidade que pertence à região metropolitana de Goiânia conta com uma população de 155.635 habitantes (IBGE, 2022), distribuídos ao longo de seu território. A cidade está localizada a cerca de 20 km a sudeste da capital do estado, Goiânia, fazendo divisa com os municípios de Caldazinha, Bonfinópolis, Goiânia e Aparecida de Goiânia.

No que concerne ao sistema de transporte coletivo de Senador Canedo, a cidade é servida por um terminal de ônibus estrategicamente localizado na região central, denominado Oswaldo Augustinho Cardoso. Esse terminal não apenas facilita a conexão entre Senador Canedo e Goiânia, mas também atende as linhas que circulam entre bairros do município Canedense. Entre as linhas que compõem o sistema de TC de Senador Canedo, algumas têm como objetivo servir os bairros circundantes e os municípios de Caldazinha e Goiânia.

A cidade de Senador Canedo possui 114 bairros que compõem sua estrutura territorial. Cada bairro tem suas próprias características e particularidades, tornando Senador Canedo um município multifacetado, possuindo características como densidade populacional, demanda por transporte, localização geográfica, infraestrutura viária, entre outros que os diferenciam. Esses fatores impactam no planejamento operacional do transporte coletivo.

5.2. Caracterização das linhas do transporte público coletivo urbano de Senador Canedo

O Transporte Público Coletivo Urbano de Senador Canedo é de responsabilidade da Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC), que consiste em uma unidade sistêmica composta por todas as linhas e serviços de transporte coletivo que servem a Goiânia e região metropolitana, a qual é composta por 18 municípios que integram o sistema (CMTC, 2023). O TPC é operado pelo RedeMob Consórcio que reúne cinco concessionárias (CMTC, 2023).

O transporte coletivo de Senador Canedo conta com 23 linhas de ônibus que circulam pelo município, segundo o itinerário descritivo fornecido pela CMTC.

Após inserir os dados de todas as linhas de transporte público coletivo que circulam na cidade de Senador Canedo no software QGIS, foi possível identificar a extensão de cada uma delas. Isso permitiu constatar que as linhas do sistema de transporte público que atendem ao município têm extensão média de 26,4 km, conforme mostra a Figura 1.

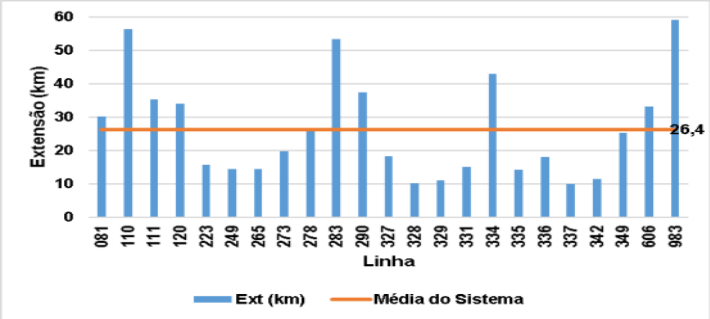


Fig. 1 - Extensão das linhas do TPC que circulam por Senador Canedo

Pela Figura 1, percebe-se que as linhas 110, 283, 334 e 983 possuem extensão superior a 40 km, o que gera tempos de viagens elevados, comprometendo a qualidade do serviço ofertado e desestimulando o uso do TP. Observa-se também que as linhas 110, 283, 983 e 334 operam entre Goiânia e Senador Canedo, passando pelo Terminal Oswaldo Augustinho Cardoso.

A frequência de atendimento dos ônibus, foi levantada a partir de uma pesquisa realizada no site da REDEMOB de todos os ônibus que circularam por Senador Canedo durante 24 horas nos dias 29/03/2023, 30/03/2023, 03/04/2023 e 11/04/2023, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência de Viagens dos Ônibus

Linha	Denominação	Viagens por dia	Linha	Denominação	Viagens por dia
081	T. Senador Canedo/São Francisco /Caldazinha	24	**328**	T. Sen. Canedo/Jd. Flamboyant	23
110	Eixo Anhanguera/T. Pe. Pelágio/T. Sen. Canedo	78	**329**	T. Sen. Canedo/Res. Jd. Canedo II	45
111	Eixo Anhanguera/T. Bíblia/via T. Novo Mundo	23	**331**	T. Sen. Canedo/Boa Vista/Monte Cristo	29
120	Direto - T. Sen. Canedo/T. Bíblia	58	**334**	T. Sen. Canedo/Vl. Galvão/Portal do Sol	6
223	T. N. Mundo/Pq. Alvorada	5	**33**	T. Sen. Canedo / Res. Paraíso / Res. Ecológico Araguaia	28
249	T. N. Mundo/Aruanã/Cond. Portugal	16	**336**	T. Senador Canedo/Flor do Ipê/Via UPA	10
265	T. Novo Mundo/Cond. Portugal/Nova Morada	18	**337**	T. Senador Canedo/São Francisco /Vale das Brisas	12
273	T. N. Mundo/Jd. das Oliveiras	24	**342**	T. Senador Canedo/Res. Prado/Terrabella Cerrado	25
278	T. N. Mundo/Vl. Matinha	33	**349**	T. N. Mundo/Morada do Sol/Res. Flor do Ipê	7
283	T. Sen. Canedo/GO-020/T. Bíblia	76	**606**	Jd. das Oliveiras/T. Bíblia/Centro/Av. Independência	57
290	T. N. Mundo /Jd. das Oliveiras/T. Sen. Canedo	12	**983**	T. Senador Canedo/GO-020/Flamboyant	58
327	T. Sen. Canedo/Monte Azul/Aracy Amaral	38			

Fonte: Adaptado de RMTC.

5.3 Localização dos pontos de ônibus utilizados pelo Transporte Público Urbano

Foi realizado um levantamento e mapeamento dos pontos de ônibus do transporte público do município de Senador Canedo, com base no site da RMTC, conforme mostra a Figura 2.

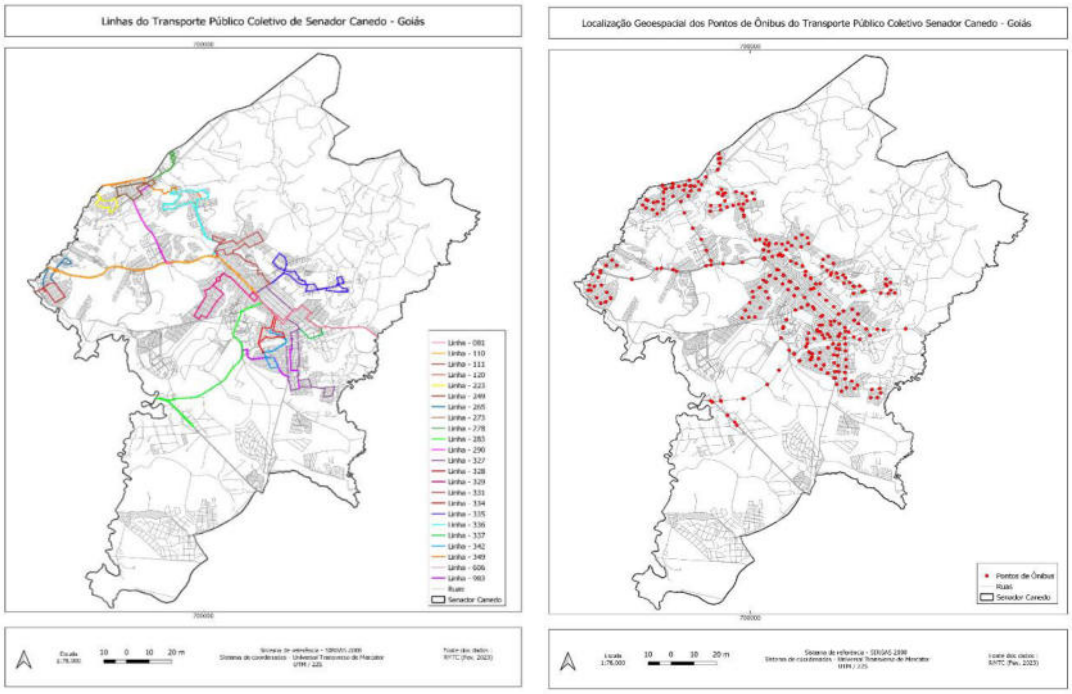


Fig.. 2 - Linhas e pontos de ônibus do TPC de Senador Canedo

5.4 Área de cobertura do transporte público coletivo de Senador Canedo

A partir da localização dos pontos de parada apresentados na Figura 2, foram demarcados raios de 300 metros (Cenário 1) e 500 metros (Cenário 2) avaliando a acessibilidade, vide Figura 3.

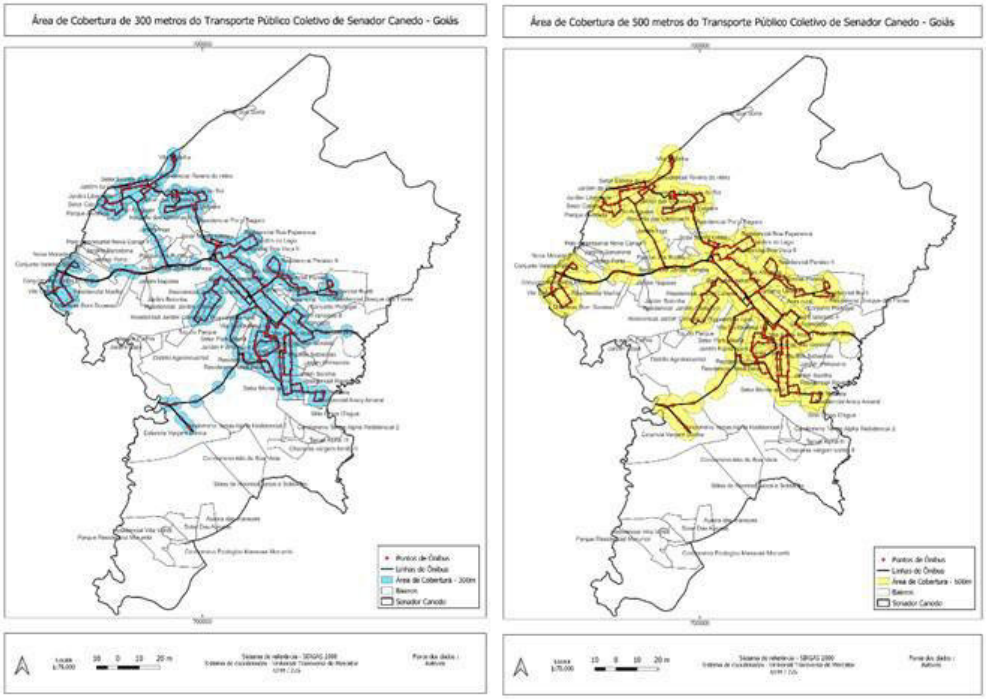


Fig. 3 - Área de Cobertura do TPC de Senador Canedo - Cenários 1 e 2

5.5 Avaliação da área de cobertura do TPC por bairro de Senador Canedo

A Figura 4 mostra a porcentagem da área coberta por cada bairro, com base na Tabela 1.

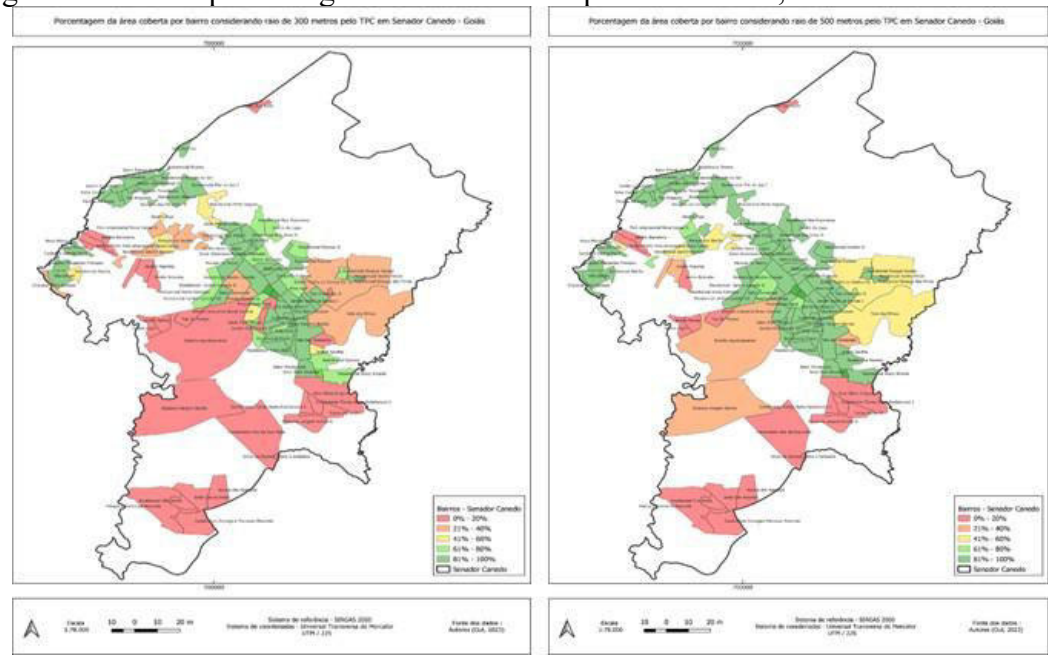


Fig. 4 - Porcentagem da área coberta por bairro considerando raios dos Cenários 1 e 2

No cenário 1, que considera um limite de caminhada de 300 m. no entorno dos pontos de ônibus, foi possível observar que 28 bairros de Senador Canedo possuem área de cobertura do transporte público coletivo entre 0% a 20%. Conforme escala de análise adotada, a área de cobertura desses bairros é péssima. Ademais, esses 28 bairros representam 24,56% do total de bairros do município. Outros 12 setores estão na faixa que varia entre 21% e 40% (ruim). Estes 12 bairros equivalem a 10,53% do total de bairros do município. Ademais, 6 e 12 bairros estão inseridos respectivamente entre 41% a 60% (regular), e, 61% a 80% (bom). Na faixa entre 81% a 100% (ótima) encontra-se 56 bairros, que representam 49,12% do total de setores da cidade.

Na avaliação do cenário 2, que considera um limite de caminhada de 500 m. no entorno dos pontos de ônibus, notou-se que 19 bairros de Senador Canedo possuem área de cobertura do transporte público coletivo entre 0% a 20%. Conforme escala de análise adotada, a área de cobertura desses bairros é péssima. Ademais, esses 19 bairros representam 16,67% do total de bairros do município. Outros 5 setores estão na faixa, que varia entre 21% e 40% (ruim). Esses 5 bairros equivalem a 4,39% do total de bairros do município. Ademais, 5 e 6 bairros estão inseridos respectivamente entre 41% a 60% (regular) e 61% a 80% (bom). Na faixa entre 81% a 100% (ótima) encontra-se 79 bairros, que representam 69,3% do total de setores da cidade.

5.6 Proposição/adequação de pontos e linhas do transporte público em Senador Canedo

A análise da estrutura do transporte público coletivo (Figura 2), da área de cobertura estabelecida dentro dos raios de 300 e 500 metros (Figura 3), bem como da identificação dos bairros desprovidos de serviço e daqueles (Figura 4) com baixa frequência de atendimento (Tabela 2), tornaram-se a base fundamental para avaliar a viabilidade de modificações e/ou a criação de novas linhas e pontos de ônibus em Senador Canedo. Além disso, o uso do solo da cidade e o número de residências por bairro desempenharam um papel fundamental nesse processo de planejamento e otimização do transporte público, objetivando atender de forma mais eficaz às demandas dos moradores.

Dessa análise, foram inseridas novas linhas e novos pontos de ônibus a fim de atender bairros que não eram abrangidos pelo serviço ou possuíam baixa conectividade, a fim de promover o acesso da população ao TPC, permitindo-os atingir diversas partes da cidade e de municípios vizinhos. Isso proporciona um sistema de transporte público coletivo mais abrangente e condizente com as necessidades da comunidade.

A Figura 5 mostra as novas linhas propostas a fim de minimizar as falhas encontradas na área de cobertura do transporte público coletivo de Senador Canedo.

Observou-se também a necessidade de adequação do itinerário da linha 337, estendendo a linha da Avenida Campina Grande até a Travessa da Aroeira, para aumentar a área de cobertura de atendimento. Todavia, esse aumento foi de apenas 1.875,38m, o que não compromete significativamente o tempo de viagem.

As linhas propostas têm como ponto de origem o terminal de ônibus Oswaldo Augustinho Cardoso, que se encontra na região central de Senador Canedo, principal localidade para a realização de transbordo dos passageiros que utilizam esse sistema. A inserção dessas linhas reduz as lacunas identificadas na cobertura do transporte público coletivo de Senador

Canedo, contribuindo para tornar a mobilidade urbana eficaz e inclusiva para os habitantes da cidade.

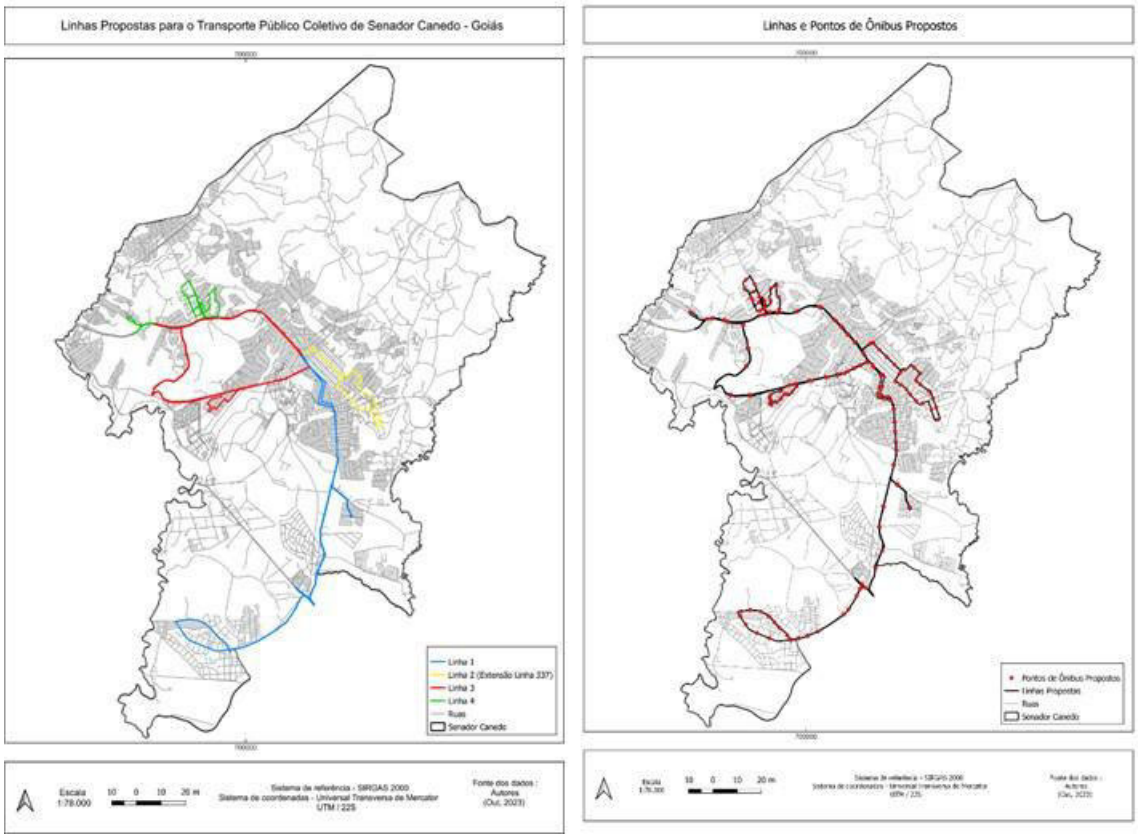


Fig. 5 - Linhas de TPC e Pontos propostos

Para a adequação e inserção de novos pontos, considerou-se o uso do solo e a presença de moradias em bairros que não são contemplados com TPC ou são contemplados de forma parcial. Assim, nos locais com uso do solo residencial, foram destinados pontos de ônibus considerando uma distância variando entre 300 a 500 metros, observando a densidade demográfica da região.

Após a inserção/adequação dessas quatro linhas, foi recalculada a porcentagem da área coberta pelo transporte, considerando as distâncias de caminhada de 300 metros e 500 m. A inclusão de novos pontos de ônibus nas áreas periféricas, menos atendidas pelo TP, atende a demanda da comunidade que vive em regiões com acesso limitado ao sistema de transporte. A área de cobertura dos pontos de ônibus propostos, considerando um raio de 500 metros, busca proporcionar aos moradores dos bairros sem atendimento do transporte público coletivo ou com atendimento parcial uma melhoria na acessibilidade a esse serviço.

6. CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a desenvolver um método que permite avaliar a área de cobertura das linhas do transporte coletivo de Senador Canedo (GO - Brasil). O método proposto, aplicado no munícipio de Senador Canedo - Goiás (Brasil), contempla seis etapas, quais sejam: i) caracterização do local em estudo; ii) caracterização das linhas de Transporte Público Urbano; iii) localização dos pontos de ônibus utilizados pelo Transporte Público Urbano; iv) identificação da área de cobertura de cada ponto de ônibus; v) avaliação da área de cobertura

do transporte público coletivo por bairro; e vi) proposição de alterações e/ou inserções de pontos e/ou linhas a partir da avaliação realizada na etapa anterior.

Foram coletadas informações relativas à caracterização do local de estudo como população, áreas urbana e rural, densidade demográfica e uso do solo. Com auxílio do software QGIS, foram traçados os limites dos bairros, as linhas e os pontos de ônibus existentes na cidade. Posteriormente, foi traçada a área de cobertura de cada um desses pontos, considerando dois cenários: i) distância de caminhada até 300m; e ii) distância de caminhada até 500m. A aplicação do referido método permitiu identificar a porcentagem da área de cada bairro coberta pelo transporte público coletivo em Senador Canedo, considerando os dois cenários supracitados. Com esses valores, foi possível distinguir os bairros que exigem caminhadas mais longas para acessar o transporte público coletivo. No cenário bom, 24,56% dos bairros obtiveram cobertura péssima, 10,53% ruim, 5,26% regular, 10,53% boa e 49,12% ótima. No cenário ruim, os valores correspondentes foram 16,67%, 4,39%, 4,39%, 69,30%. Notou-se que o sistema de transporte público do município apresenta baixa cobertura espacial, o que compromete a equidade social promovida pelo transporte público, particularmente para os estratos sociais menos favorecidos. Assim, foram propostas a inserção/adequação do itinerário e novos pontos de ônibus. Nessa nova proposta no cenário bom, 14,03% dos bairros obtiveram cobertura péssima, 12,28% ruim, 7,01% regular, 9,64% boa e 55,26% ótima. No cenário ruim, os valores correspondentes foram 5,26%, 6,14%, 7,01%, 4,38%, 77,19%.

A introdução de novas linhas e pontos de ônibus demonstrou ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do acesso ao transporte público em áreas urbanas. A expansão da rede de transporte pode reduzir significativamente as distâncias de deslocamento, diminuir o tempo de espera e aumentar a conectividade entre diferentes áreas, beneficiando diretamente os usuários. No entanto, é crucial que essas mudanças sejam implementadas de forma integrada e planejada, levando em consideração as necessidades e demandas específicas das comunidades locais. Além disso, políticas complementares, como investimentos em infraestrutura viária e incentivos ao uso do transporte público, podem maximizar os benefícios dessas intervenções e promover uma mobilidade urbana mais sustentável e inclusiva para todos os cidadãos.

7 REFERÊNCIAS

Araújo, M. R. M. de., Oliveira, J. M. de., Jesus, M. S. de., Sá, N. R. de., Santos, P. A. C. dos., & Lima, T. C. (2011). Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicologia & Sociedade**, *23*(3), 574–582.

Azevedo, C. F. F. G (2008). Transporte não motorizado e a mobilidade sustentável: os deslocamentos a pé na região sudoeste do Recife. **Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco.

Barbosa, R. S. (2013). Migração do transporte coletivo para o individual: como reverter esta tendência? **Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRASIL. Lei nº 12.587 de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 de jan. 2012.

Cardoso, C. E. P. (2008). Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

CMTC (2023). Sobre a CMTC. **Companhia Metropolitana de Transportes Coletivos**. Disponível em: <https://cmtcrmg.com.br/sobre-a-cmtc/>. Acesso em: 23/03/2023.

Cruz, D. A. M. O. Problemas do transporte público coletivo em Presidente Prudente/SP. **Revista Percurso**, v. 5, n. 1, p. 179-196, 2013.

Ferraz, A. C. P; Torres, I. G. E. (2004) Transporte público urbano. **RiMa Editora**.

IBGE (2022). Cidades e Estados: Senador Canedo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/senador-canedo.html>. Acesso em: 02 de nov. de 2023.

Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (2017). Padrão de Qualidade DOTS, 3a ed. Nova York: **ITDP**. Disponível em: < www.itdp.org>. Acesso em: 13 de jun. de 2023.

NTU (2002). Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano - Relatório Técnico. Agosto de 2002. **Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos**, Brasília. Disponível em: Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/184761/mod_resource/content/2/PrioridadeTransporteColetivoUrbano_NTU_apenas%20p%C3%A1ginas%20de%20interesse_.pdf>. Acesso em: 03 de dez. de 2022.

Paiva, R. B. F (2017). Etnografia de rua: uma reflexão sobre os abrigos de ônibus de Goiânia. 2017. 206 f. **Dissertação de Mestrado em Projeto e Cidade** - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Rocha, F. U. S. (2003) A mobilidade a pé em Salvador. **Cadernos PPG-AU/UFBA**, v. 2, n. 1.

Santos, R. G. (2014). Propostas para melhoria contínua da qualidade do transporte público coletivo do Distrito Federal utilizando a escala Servqual. 139 f. **Dissertação de Mestrado em Transportes** – Universidade de Brasília, Brasília/ DF.

O RECONHECIMENTO DA IDENTIDADE DO PONTAL DA BARRA COMO INSTRUMENTO DE SALVAGUARDA DOS SABERES E FAZERES.

V.M.M. Gonçalves.

RESUMO

A apreensão e reconhecimento da identidade a partir das relações sociais e simbólicas essenciais ao lugar, contribui para o fortalecimento dos elos afetivos presentes na relação homem e lugar. Esse trabalho contempla o bairro enquanto *lócus* da vida social e das práticas simbólicas como objeto de análise, pois procura valorizar a construção da identidade, como ponto fundamental para valorização da cultura e dos saberes. O bairro referenciado como base da pesquisa, é o bairro do Pontal da Barra, que se situa na região de restinga da capital alagoana, mais precisamente a sudoeste da cidade de Maceió, nordeste brasileiro. O processo metodológico se baseou na captação e reflexão sobre subsídios que atuaram/atuam na concepção e dinâmica do bairro fomentadora da identidade ressaltada nos relatos dos moradores, sua história oral e sua vida social. Foram consideradas as diversas intervenções e transformações advindas da contemporaneidade, para interpretação e salvaguarda da essencialidade do lugar

1 INTRODUÇÃO

Conhecer e reconhecer o bairro como fator estruturante da cidade, onde as práticas sociais e simbólicas são percebidas com a essência da coletividade, é penetrar nas múltiplas relações existentes entre o indivíduo e o lugar. A rede de relações presentes nesse núcleo de coletividade traduz as particularidades do cotidiano e ao mesmo tempo descreve com perfeição como se conformam o viver, o habitar e o relacionar-se. Delinear e apreender um lugar demanda não apenas alcançar a essencialidade das peculiaridades existentes nas ações cotidianas, no ser morador, no ser visitante, mas também, decifrar as linhas escritas pelo tempo que o presente insiste em se apropriar e no qual se concretizam os desígnios para escrever as histórias, os costumes, os saberes que ainda estão por vir. Ou melhor, descrevendo "qualquer objeto [bairro], evento, situação ou experiência que um indivíduo, possa ver, ouvir, cheirar, sentir, intuir, conhecer, compreender, e/ou até vivenciar é um tópico legítimo para uma investigação [...]" (CASTELLO, 2007, p.13).

As reflexões acerca da identidade, do *modus vivendi* e do cotidiano, devem considerar também, as diversas mudanças trazidas pelo tempo, sobretudo, pela contemporaneidade. A cada dia novos processos são incorporados diretamente à relação homem - espaço atribuindo assim, novos valores e novos significados. Com efeito, as transformações advindas de novas tecnologias, admite que a dimensão do passado se torne passível de ser trabalhada, objetivando assim, salvaguardar a riqueza da identidade, da vida social que um determinado bairro detém. Neste sentido, faz-se necessário abordar a dimensão da memória, pois assim

as experiências vividas tanto, individualmente quanto coletivamente, revelam as reais especialidades do local e de seus habitantes. Segundo constata Carlos (1996), a memória e o lugar são ligados pela teia da vida, pois conseguem aproximar os elementos inerentes ao tempo, passado-presente, complementando-os, movendo-os, formando-os e contrapondo-os. Com efeito, é através do ato de (re)lembrar os acontecimentos históricos e sociais que se conserva a vivacidade do lugar, suas tradições, saberes e fazeres.

Em meio a essas considerações, este trabalho busca a captação e reflexão das principais características e elementos que atuam na concepção e dinâmica das práticas sociais e simbólicas de um bairro através dos registros mnemônicos retidos entre alguns idosos do bairro. A questão central permeará a análise do cotidiano, práticas socioespaciais, através de relatos vivenciais, através das histórias de vida de seus habitantes, pois, dessa forma acredita-se que haverá o aprofundamento da real simbologia do que é ser morador, do que é frequentar o bairro e efetivamente de qual a sua identidade.

Sob esta ótica, o bairro a ser estudado é o Pontal da Barra, situado na porção sudoeste da cidade de Maceió- Alagoas- Brasil. A escolha desta área se estabeleceu por possuir inúmeras peculiaridades que divergem das demais localidades da cidade, como por exemplo, seus saberes e fazeres (o artesanato e a pesca), suas paisagens naturais (pois é banhada pelo Canal Calunga, por sua relação histórica com Maceió e, sobretudo, por manter vivos os elos de afetividade e amizade tão escassos na sociedade contemporânea. Essas especialidades reunidas ao estudo de como se conforma a vida social disponibilizem fatos e informações capazes de aclarar as questões relacionadas à identidade local

Na busca pela compreensão dos aspectos que envolvem a constituição da identidade no Pontal da Barra, tornou-se relevante a discussão de como se apresentam as atividades cotidianas relacionadas ao conceito de bairro. O estudo dos elementos formadores da sua história, dos seus saberes e fazeres, enfim a identidade do "ser pontalense" aportou-se em uma metodologia que trabalha com as histórias de vida através da narrativa, de forma qualitativa e não quantitativa, escolheu-se, portanto, a História Oral. Esse aporte metodológico basear-se-á no relato dos idosos através de referenciais que, para eles compõem o bairro do Pontal. Esta escolha possibilitou a análise de diversos aspectos pertencentes às práticas sociais e espaciais, portanto, enfocando basicamente as questões de espaço e tempo.

Entende-se, que a referida pesquisa é fundamental para metodologicamente se concretizar o estudo da identidade do bairro ressaltando os valores intrínsecos existentes na relação *habitante - lugar*, entendendo dessa forma como o homem se apropria do espaço, conceituando-o e utilizando-o. Considerar o indivíduo como fonte do saber e de conhecimentos através de suas práticas sociais, simbólicas e de seu cotidiano é objetivo crucial para os processos de reconhecimento da identidade de um lugar. Acredita-se, contudo, que tal discussão proporcione reflexões cabíveis de serem empregadas como valorização dos saberes adquiridos pelo homem pontalense, enquanto ser social, através de suas trajetórias de vida, contribuindo assim, para um melhor entendimento da identidade do bairro – O Pontal da Barra – salvaguardando também seus saberes e fazeres.

. 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O lugar adquire diferentes valores e novos conceitos através da história, pelos sentidos que lhe são atribuídos e que nascem da sua relação direta com o homem. Nessa perspectiva, percebe-se que este "espaço urbano deve ser entendido, não apenas no seu objetivo da configuração das formas e imagens que saltam aos olhos dos observadores, mas também, como resultado das relações sociais que refletem a sociedade como o todo da sua essencialidade" (FERRARE, 2006, p.283).

Tal assertiva serve para afirmar que a compreensão de um lugar, supera as barreiras físicas e materiais e se constitui, sobretudo, a apreensão da existencialidade do ser a partir das construções sociais, nas quais estão inseridas as práticas culturais geradoras de símbolos, significados e costumes. Assim, a ação de adentrar e perceber um lugar, um bairro, "equivale a uma forma de registro materializado em suas pedras, formas e espaços, também imaterializados na forma de viver, pensar, sonhar, crer e de se relacionar, transmitido sempre no modo de ser e estar [...]" (FERRARE, 2006, p.289).

Escolheu-se apreender o bairro do Pontal da Barra, no qual se considerará tanto o individual quanto o coletivo, como fator fundamental da relação estabelecida entre moradores e o meio natural. Em virtude de todas estas pluralidades, o objeto em estudo detém uma carga simbólica que mantém implícitos na sua constituição elementos/aspectos marcantes, tais como a Lagoa Mundaú, seus habitantes, suas ruas onde o cotidiano flui ancorado em seus *saberes e fazeres*, na pesca e no artesanato em linhas que estão diretamente ligadas à identidade deste bairro. Toda essa potencialidade influi diretamente na dinâmica urbana do local, na vivência dos moradores, sedimentando uma forte identidade coletiva.

O núcleo original do Pontal da Barra antecede à ascensão de Maceió como capital e remonta a uma comunidade de pescadores representantes de uma só família que se localizava entre o mar e a Lagoa Mundaú, na então conhecida Prainha, porção de terra localiza ao sul de Maceió.

"A memória oral dos moradores remonta a um tempo em que o bairro era 'terra de índio', [...] formava uma só 'aldeia', no sentido de uma só família, de casamentos consanguíneos, onde a solidariedade fazia parte das relações familiares [...]" (VIEIRA, 1996, p.44). Com relação às habitações, segundo a descrição de alguns moradores, na antiga localização do Pontal da Barra, a exemplo das aldeias de índio, as casas eram construídas com materiais locais, como a palha de coqueiro e a taipa.

As relações eram basicamente entre uma só família, sendo assim comprovada a forte característica que marca este bairro, sendo ainda denominado por muitos a "terra de índio". Este tipo de organização "favorecia o estreitamento de relação entre os usuários, a ajuda mútua e contribuía para consolidar a estrutura familiar monogâmica" (FERRARE, 2006, p.131).

Nessa antiga acomodação, ainda se encontravam a igreja de São Pedro e um cemitério que, devido à fúria da natureza, foram desaparecendo com o avanço do mar. Como a relação com esse componente natural era imprescindível para seus moradores, além da pesca para sua sobrevivência, este grupo passou a se localizar na porção mais ao leste do núcleo original,

paralelo as margens da lagoa Mundaú, desenvolvendo-se em direção a Maceió (Ver figura abaixo).



Figura 1- ocupação do núcleo urbano.
Fonte: Base cartográfica de Maceió-Prodetur, 1998.
Adaptação: GONCALVES, 2009

1ª OCUPAÇÃO – NÚCLEO ANTIGO
2ª OCUPAÇÃO – NÚCLEO ATUAL

Ainda conforme Vieira (1996, p.45), "No processo inicial de formação do novo assentamento, sem dúvida, a atividade de pesca foi fator preponderante, condicionando inclusive, a forma física do assentamento [...]". Destacam-se como pontos determinantes nesta mudança, a intervenção do governo em alargar a barra da lagoa e a desapropriação do terreno para construção da Escola de Aprendiz de Marinheiro, com sua implantação datada de 1954 (FERRARE, 1987).

Inicialmente, quando se consolida a nova ocupação, o parcelamento do solo e a posse de terra vão sendo estruturados espontaneamente, ou seja, sem a interferência do poder público. Esse acesso livre ao solo aconteceu sem conflitos, onde o direito da propriedade foi adquirido de maneira informal. As atividades econômicas primitivas, a pesca e o artesanato, permaneceram nesse novo assentamento e sempre foram as que sustentaram a sobrevivência da população (VIEIRA, 1996).

Essa forma espontânea, livre de ocupação pode ser constatada segundo discursos de alguns moradores que ressaltam essa evolução urbana, descritos no Projeto de Levantamento Ecológico Cultural da Região das lagoas Mundaú e Manguaba (1977, p.147- 163),

> Aqui quando foram chegando, era terreno da marinha, mas ninguém sabia. Por exemplo, se eu fazia uma casa, eu fazia uma casa e um quintal, aí pronto: a gente só fazia cercá, só isso, e aí a gente plantava, a gente fazia o que queria, era o quintal da casa da gente e ninguém entrava.
>
> Às vezes até mesmo sem cerca, mas já sabia que era da gente, não tinha problema. Antigamente, não tinha cercas, não, todo mundo passava pelo quintal do outro.[...]Era a vida tão entrelaçada que não havia necessidade de muro, ou cerca.
>
> Entre a lagoa e o mar eram dunas e só areia. Areia e aquelas...salsa...aquelas plantas né, de praia mesmo. E depois cada um ia plantando coqueiros, um plantava coqueiro aqui, outro acolá. Futuramente eles foram obrigados a demarcar essas terras, então quem tinha coqueiro nesse pedacinho ficou com aquelas terras, quem tinha aqui, ficou com essas terras, daí formaram os sítios[...].

Consolidado este novo núcleo urbano, o bairro do Pontal da Barra, braço de terra entre a Lagoa Mundaú e o Oceano Atlântico, situa-se a sudoeste de Maceió, no Complexo Estuarino Lagunar de Mundaú- Manguaba.

A restinga do Pontal da Barra tem sua localização mais precisa entre o mar e o canal do Calunga que faz interligação com a Lagoa Mundaú ou lagoa do Norte Lagoa Manguaba ou do Sul, antes de desembocar no mar. Faz fronteira ao Norte com o bairro do Trapiche da Barra, a Leste com o Oceano Atlântico, a Oeste e a Sul com o município de Marechal Deodoro

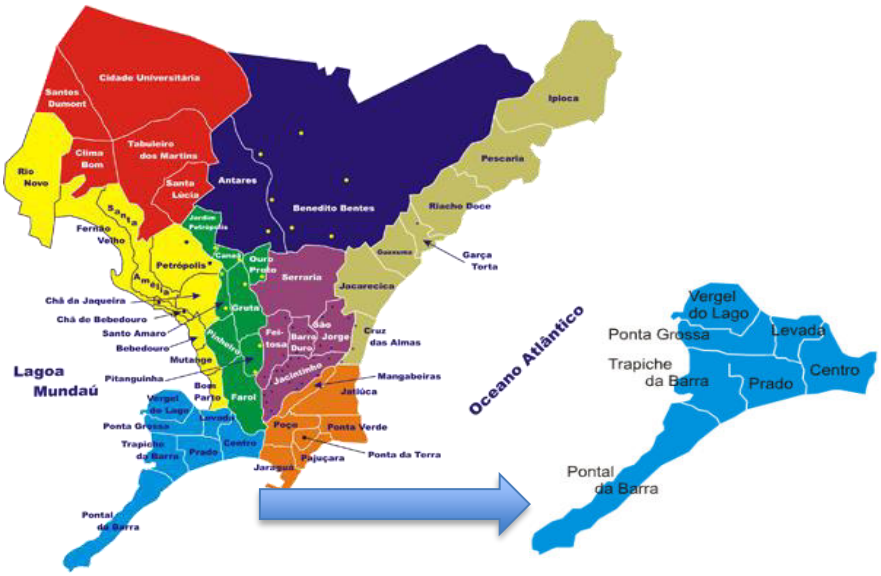


Figura 2 Pontal da Barra e suas delimitações. Fonte: www.sempla.maceio.al.gov.br..

O bairro é formado por um cordão litorâneo arenoso com uma vegetação composta por mangues e coqueirais. Convém observar que, esta vasta faixa de coqueirais é um sinal marcante e aparente da paisagem, tanto na orla lagunar quanto na orla marítima, pois além de valorizá-las e torná-las tão características, nutre uma relação simbólica surgida desde os tempos de outrora.

A sinuosidade da paisagem também pode ser observada no padrão de suas ruas, becos e vielas. É perceptível que o padrão urbano tenha sido definido pela necessidade direta de contato com a lagoa. Assim, o traçado de suas ruas não obedece à linhas retas, alinhadas comumente vistas no contexto viário das cidades, mas acompanha a sinuosidade da Lagoa Mundaú. Esse traçado orgânico é entremeado por sua história de ocupação e ainda é marcado por praças, becos e vielas, aos quais agregam valor paisagístico ainda mais acentuado. “Esta configuração propiciou, desde os primórdios, uma íntima relação com o desenho [do bairro] e permitiu excelentes visuais de captação paisagística do lugar” (FERRARE, 1996, p. 94).



Figura 3 A sinuosidade de seu traçado.
Fonte: www.googleearth.com

Na avenida principal são presenciadas as relações mais marcantes do Pontal, pois é onde se desenvolvem os modos de *saber e fazer*, ou seja, local onde são tecidas as tramas do artesanato e sua comercialização, a elaboração das redes de pesca e onde se consolidam os vínculos de sociabilidade em conversas na calçada. É ainda neste local, que o turismo acontece ancorado na comercialização do artesanato tradicional.



Figura 3 A principal rua onde se comercializa o filé.
Fonte: Vanessa Gonçalves..

Outro fator influente foi o advento do turismo (na década de 1970) devido ao fato de no local haver prevalência do artesanato, e por possuir componentes naturais muito fortes ao lazer. Com a chegada do turismo as relações passam a ultrapassar os limites do bairro e alcançar outras localidades, e o Pontal passa a ser ponto obrigatório de visitação turística da cidade tanto pela riqueza de seu artesanato quanto pelas paisagens e culinária.

No Pontal da Barra a atividade turística é fortalecida pelas “generosidades da natureza” e transformou-se em principal atividade econômica desse sítio urbano, com passeios na lagoa Mundaú e a culinária local, além da comercialização artesanato, como por exemplo, a

renascença[1], o labirinto[2] e principalmente do filé[3]. Ressalta-se que este *modo de saber-fazer,* executado predominantemente pelas mulheres rendeiras do bairro – o filé - presente há muitos anos no Pontal, torna este lugar particular. Esta característica do *saber fazer filé* já está inserido no cotidiano local, onde os próprios moradores são seus confeccionadores e transformam suas casas

Também na década 1970, houve um marco na história do Pontal da Barra - a instalação da Salgema Indústrias Químicas S/A, produtora de soda cáustica a partir do sal-gema, considerada para muitos, um risco à vida. A efetivação da implantação da indústria Salgema foi objetivada através de uma estratégia desenvolvimentista que buscava explorar recursos naturais para complementar e fortalecer a produção da indústria nacional
Essa intervenção brusca acarretou constantes modificações nos processos de reprodução do bairro do Pontal da Barra, na sua economia local e principalmente no meio natural, uma das principais fontes de sobrevivência. Esta mudança pode ser constatada tanto no que diz respeito ao contexto citadino, na qual a insegurança está presente em cada porção do espaço, em cada morador, causado principalmente pelos riscos de vazamento de material produzido pela indústria, quanto "na substituição do uso do solo, que de vocação agrícola (coqueiral), passou a abrigar sede da indústria

De forma genérica, o Pontal da Barra é um bairro homogêneo, devido às suas características socioespaciais, a sua história e principalmente ao seu *"modus-vivendi"*. É importante ressaltar, que mesmo com interferências advindas da contemporaneidade a permanência dessas características são essenciais para formação do espaço social e simbólico influindo na sensação de pertinência àquele lugar (FERRARE, 1996). O que faz parte da vida e do cotidiano resulta da relação identitária definida pelos comportamentos, práticas sociais e espaciais passando a ser essenciais na compreensão deste sentimento de pertencimento a um lugar.

---

[1] [Conhecida Também como] Renda Irlandesa surgiu na época do Renascimento e a partir daí passou a ter essa denominação renascença [...] esta técnica denomina-se também Renda Inglesa[...] Liga-se essa denominação, à renda flamenga, oriunda de Bruges, no século XVII, que chegando a Inglaterra difundiu-se com o nome Ponto da Inglaterra, e foi introduzida no Brasil pelos ingleses, durante a exploração de minérios e pedras preciosas.[...] No Brasil, esta modalidade foi perpassada através das religiosas estrangeiras, até meados do século XX. Utiliza-se Lâce ou fitilho, trabalho manual previamente confeccionado pela própria artesã ou por outra pessoa também habilidosa. Tratam-se de estreitas faixas, de aproximadamente meio centímetro de largura, extraídas do tecido que vai ser trabalhado, preferencialmente cambraia ou linho fino (BORBA, 2006, p.204).

[2] Flores, frutas e folhas são motivos predominantes, mas também são usados motivos geométricos (losangos e quadrados). Os desenhos são de criação original das artesãs. As peças mais comuns são toalhas de mesas, de altar, de mão, de bandeja e de banquete, colchas, lençóis de vira e fronhas, blusa e vestidos. As rendas e bicos, em geral, são confeccionados, na maioria das vezes, sob encomenda. Não há preferência de cor. O importante é a adequação da cor da linha ao tecido. O material utilizado é o tecido de algodão, comumente linho, bramante, percal, cambraia e organza. Linha esterlina, agulha e grades de madeira, no tamanho da peça que se vai confeccionar (BORBA, 2006, p.205).

[3] Técnica de Renda de agulha, de herança européia provavelmente trazida pelas mulheres dos colonos portugueses, transmitida pelos pescadores, aos africanos e índios aculturados. Inicialmente, precisa-se de um trabalho básico semelhante à tecelagem de redes de pescar que pode ser feita pela artesã ou por outra essa que esteja habilitada. Estas redes são feitas da mesma forma em todas as regiões praieiras do Brasil, utilizando linha grossa e uma navete. Esse tipo de renda exige preenchimento da malha da rede já disposta, nas grades de madeira, em posição firme bem estirada. A temática do filé engloba motivos florais da fauna e flora brasileira e, ainda, motivos tropicais e geométricos. Compondo vários trabalhos, principalmente, toalhas e caminhos de mesa (BORBA, 2006, p.207-208).
Essa forma de elaboração e materiais também se aplica ao Pontal da Barra onde são utilizadas linhas que podem ser pretas, brancas e ainda coloridas e retratam desenhos florais, geométricos feitos em sua maiorias pelas mulheres do bairro e remetem as redes de pesca, tão comumente encontradas no bairro.

3 METODOLOGIA

Na busca pelo conhecimento deste cotidiano para concretizar a identidade do "ser pontalense" e salvaguardar todos os saberes e fazeres, expresso pelo plano do vivido e sentido, foi selecionada uma metodologia que trabalha os valores simbólicos construídos pelo homem através dos registros da memória descritos e recuperados pela narrativa, denominada História Oral. Esse procedimento não é somente uma prática pontual que aborda a história através dos relatos da memória, mas uma maneira de resgatar os elementos formadores da identidade, de socialização de seus saberes e experiências.

Entendida como ferramenta de difusão da cultura, a história oral incentiva a transmissão de valores, sentimentos e visões de mundo, na qual palavra compreender ganha variados significados. Entre estes os quais significa vivenciar o outro (seja um bairro, uma rua, uma cidade ou até mesmo processo e lutas), as suas histórias, suas emoções baseadas numa memória que tenta reviver ações e fatos de outrora. Ela está diretamente conectada as questões que envolvem a memória do homem tanto no campo coletivo quanto no individual (SILVA, 2006).

Diante desta assertiva, foram estruturados todos os procedimentos necessários a aplicação de tal metodologia, tais como: estruturação do banco de dados, pesquisa piloto, entrevistas, transcrição e finalmente a análise, para que fosse construída desta forma uma visão mais real da dinâmica do espaço do Pontal da Barra. É válido observar, que a essência da História Oral é trabalhar com os fatos e não como situações carentes e não vinculadas da construção de uma identidade. Esta metodologia concede informações sobre a história da sociedade, concentrando todas as características de um determinado grupo. Ela permite reconstruir o cotidiano, através da história pessoal que se encontra entremeada à história do lugar. Consciente do alcance da metodologia considerou-se a sua aplicação no Pontal da Barra, através dos caminhos da memória, tendo como personagem os idosos residentes do bairro. Essa parcela da população detém uma memória social atual mais bem conceituada com relação ao tempo.

Deve-se ainda destacar, que a abordagem direcionada aos idosos é capaz de adentrar nas reentrâncias da essencialidade da vida, dos fatos que a marcaram. É tê-los como agentes sociais que desempenham a função social de *lembrar,* e diferente do adulto, que entrelaçado com as tarefas relacionadas ao tempo presente, não se ocupa em recordar as experiências do "antes", nem mesmo em se entregar às delícias do passado. Sob a ótica dos idosos fica latente a relevância simbólica da vivência no local (da infância à velhice), a relação intensa com a Lagoa Mundaú (modos de vida e identidade), a cultura, a relação homem x espaço, além dos reflexos do turismo atividade já agregada ao cotidiano

Atenta a essas considerações, a estruturação do instrumental metodológico iniciou-se pelo desenvolvimento de entrevistas que tinha como suporte a utilização de um banco de dados, um roteiro guia que aborda o entrevistado sobre assuntos relacionados ao lugar, a fatos e acontecimentos, ao cotidiano, aos hábitos, enfim à história de vida. O primeiro plano de perguntas relacionava-se às informações essenciais como, nome, sexo, idade, filiação, escolaridade e as demais a fatos da vivência, da infância, da religião, dos costumes, festas, além dos saberes e fazeres[4]. Esta experiência se tornou essencial para a consolidação da

4 O banco de dados pode ser consultado no Anexo 1

pesquisa-piloto, aplicada, correspondentemente a uma pequena amostra que contemplou a história de vida de alguns idosos locais.

De maneira geral, a aplicação da pesquisa piloto manteve o caráter semi- dirigido e serviu para identificar alguns aspectos positivos e negativos do pré-teste ou banco de dados inicial. Essa pequena amostra foi capaz de balizar algumas considerações que faltavam para melhor formatação do roteiro final de entrevistas. Foi ainda realizado o aperfeiçoamento e reformulação de algumas perguntas do banco de dados, e posteriormente a aplicação desta nova fonte de pesquisa.

Com o intuito de avaliar os elementos formadores da identidade do Pontal da Barra, foram inquiridos nove idosos, a maioria nascidos no próprio bairro e com vida social ativa. A rede de entrevistados foi determinada de acordo com os seguintes critérios: pessoas nascidas no bairro, e que tivessem vínculos de parentesco com fundadores do local ou até mesmo morado ou conhecido o núcleo original; pessoas que estivessem na faixa etária de 60 a 80 anos; e por fim, pessoas que estivessem com as relações sociais e seus saberes e fazeres, ativos. Nesta etapa de investigação realizou-se a abordagem dos moradores presentes nas ruas sinuosas do bairro, nas praças, calçadas e nas margens do Canal Calunga seguindo os aspectos acima citados, no qual era precedido por uma síntese da pesquisa.

No que concerne ao recorte numérico (entrevista com nove idosos), este se embasou na premissa de que a história oral é um procedimento qualitativo e não quantitativo, como já descrito anteriormente, e de que, quando se trata de relatos de vida, há uma preocupação com a análise de cada lembrança, de cada fato e acontecimento a partir da veracidade do ato de lembrar descrito pelo respondente. A importância das narrativas para a história oral ultrapassa a simples e fria ação de documentação da história representando a transmissão da *história viva* de cada época, já que se trata da realidade do que a gerou.

Ciente desta seriedade, as transcrições foram feitas pela própria pesquisadora e imediatamente após a coleta das entrevistas. No intuito de torná-las legíveis foram ainda adicionados alguns sinais de pontuação, indicando pausas, emoções, ritmos, gestos, ações essenciais para interpretação das entrevistas. Estes atos são mais evidenciados quando os narradores são membros do povo, pois descrevem novas formas de vocabulário, variações de matizes, entonações, vícios de linguagem característicos do local no qual estão inseridos. Em outras palavras, através da apreciação desses relatos orais foram concretizadas as devidas conexões necessárias para entender e identificar as particularidades que compõem a identidade do Pontal da Barra, além de rastrear como se formaram e apresentam os elos afetivos, espaciais presentes na vida social.

Obteve-se assim, através desses relatos orais uma fonte de conhecimento passível de muitas interpretações, e que empregam a memória como traço de um saber individual, mas que por estar inserido em uma vida coletiva traduz características presentes em todo o grupo social. Como descreve a própria Bosi (1994, p.66) quando se trata da memória “fica o que significa”, os diversos significados que revelam a identidade do bairro estão presentes em cada fragmento de lembranças presentes nas entrevistas, que podem ser constatadas a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O significado das lembranças expressas pelos relatos individuais e coletivos através da memória, consolidam os laços afetivos que são capazes de conformar a identidade de um lugar sob a ótica de quem o (re)conhece, (re)constrói, vivência e conceitua - os habitantes.

Acerca das dimensões essenciais a identidade do lugar, convém salientar, que a cada narrativa coletada dos idosos pontalenses ficavam latentes os elos identitários estabelecidos no decorrer da convivência com os demais moradores e, principalmente, na interação com o lugar. Coloca-se pertinente a discussão do forte sentimento de pertencimento, que é retratado por esses habitantes, entendendo-o como único, como sua casa, ou melhor, este "espaço [Pontal da Barra] é como ar que se respira.

A partir de tais menções, é importante destacar que, somente uma memória impregnada de múltiplas peculiaridades e significados pode conformar os elos identitários mais significativos. É bem verdade que, trabalhar a memória relacionada a identidade é, sobretudo no caso do Pontal, enfatizar as histórias pessoais e singulares que são retratadas pela organização social, simbólica e histórica que caracterizam o lugar. Pois, como enfatiza Pollak (1992, p. 11), "a reconstrução *a posteriori* da história da vida ordena acontecimentos que balizaram uma existência[...]" e, "[...]através desse trabalho de reconstrução de si mesmo, o indivíduo tende a definir seu lugar social e suas relações com os outros".

Com efeito, constatou-se, que a partir da estratificação das lembranças dos idosos, o bairro do Pontal é visto como lugar detentor de tradições gravadas nas pedras das histórias individuais transformadas em memórias coletivas, onde o legado de saberes e fazeres, suas amizades, seus sentimentos representam sua maior riqueza e estruturam sua identidade. Através de seus conhecimentos, sua trajetória de vida, é possível ter "a consciência do passado [que] é um elemento importante no amor pelo lugar [...] [do mesmo modo que] a história é responsável pelo amor a terra natal" (TUAN, 1980, p.114-115).

Cabe ainda lembrar, que as preleções transcritas, nascidas a partir das lembranças de sua infância, juventude e passagens da atual velhice, foram interpretadas como discursos que mostram, não apenas os anseios, sonhos, devaneios e histórias pessoais, mas também a densidade do viver em 'família', de fazer parte do cotidiano coletivo que caracteriza as especificidades do espaço natural e habitado, que sobretudo, conformam a essência da identidade desta parcela de moradores.

Toda interpretação dessas falas dos moradores, permitiu deixar evidenciar como a identidade do bairro se estrutura (para esta parcela da população) como fruto de um procedimento que inclui os diversos significados de viver, estar, morar no Pontal da Barra. Essa identidade estaria calcada principalmente no plano do vivido, sentido e praticado, como já apontados em capítulos anteriores, preponderantemente nos elos afetivos (familiares), na relação simbólica e social com o espaço habitado, nos saberes e fazeres, além de todo o contexto citadino. De onde se pode constatar que, esse viver, sentir, estar e pertencer ao lugar é acima de tudo entregar-se a ele como parte indissociável de sua vida, ou melhor, transforma-se em história, *em identidade.* Desta forma então, a identidade do Pontal da Barra se materializa pela história (desde sua implantação até a aglomeração atual), pelas formas de viver e de se relacionar (com o lugar e os demais habitantes), no qual estão estruturadas diretamente nos elos existentes entre as especificidades espaciais e sociais – as relações de vizinhança, o sentimento de pertencer ao bairro, à pesca, ao filé, e manter a sua vital relação com a lagoa Mundaú entre outros.

E ainda se ressaltam segundo Carlos (1996, p. 117) que essa "natureza social de identidade, do sentimento de pertencer ou de formas de apropriação do espaço que ela suscita, liga-se aos lugares habitados, marcados pela presença, criados pela história feita pelos resíduos e detritos, pela acumulação do tempo.

É bem verdade, que essa identidade construída e reconstruída a cada nova mudança se relaciona intrinsecamente às vidas singulares (re)contadas que se expressa em cada "pedaço", em cada espaço em que estão principalmente embasadas, na relação tríade defendida por Carlos (1996), *habitante -identidade- lugar*. É a partir destas relações que a teia da vida no Pontal é tecida e torna este bairro único e tão peculiar dos demais da cidade de Maceió.

Na análise constatou-se que em todos os discursos estava presente uma convergência significativa das práticas sociais, dos elos afetivos com a lagoa, das principais festas e folguedos, onde afloraram sentimentos que confirmam como se compõe a identidade e servem para salvaguardar todos os saberes e fazeres. As representações e peculiaridades que se (re)encontram presentes no Pontal da Barra, concretizam o processo relacionado à gênese da identidade, por representarem, sobretudo as experiências presentes no cotidiano que se incorporam a forma de ser e viver do idoso pontalense. Portanto, esse ritmo de respiração e de vida designada pela densidade das vivências, dos elos afetivos e das práticas sociais expressas na história das ruas, calçadas, becos e principalmente das pessoas é responsável pela construção da identidade e revela as numerosas peculiaridades, que se adequam as mudanças do tempo. Identidade viva, sem máscaras nem simulações, na qual o ritmo suave do viver e do habitar constroem os valores e significados que traduzem a maneira de ser e sonhar de cada pontalense.

4 CONSIDERAÇOES FINAIS

O descortinar de todo processo histórico mostrou a importância com que a história interfere na tradição e na conformação da vida no bairro. As formas de conhecimento sejam orais e/ou escritas expõem que a identidade é capaz de revelar à verdadeira "essência" do ambiente urbano, pois se trata de um conceito que abrange múltiplos saberes e principalmente novos valores e significados, portanto não sendo algo estagnado ou incompleto.

Destaca-se então, que a identidade se constitui a partir dos elos existentes entre a unidade física- bairro, o tempo- relacionado a memória- e principalmente o agir social. É também o reflexo da história, e do cotidiano o que possibilita uma construção singular, constituída de valores e significados únicos que diferenciam este local dos demais.

Por ter enfocado as lembranças de idosos durante o processo de pesquisa, esta forte valoração revela-se bem acentuada, pois ao abordar a "coordenação" das memórias, a identidade aparece como elo entre o passado e o presente. Essa construção resulta da contraposição das referências e experiências vividas contrapostas aos valores e experiências do presente. Esse passado e presente tornaram-se subsídios essenciais para o entendimento da identidade do Pontal da Barra, pois o tempo de outrora traz em suas entranhas todos os valores, costumes e hábitos cotidianos já concretizados pela história, enquanto no tempo presente são agregados novos valores, conceitos e significados.

É bem verdade que, na análise dos relatos de vida dos idosos identificou-se uma memória voltada para ao convívio social, através da arte de fazer o filé, da pesca, do ser vizinho, do ser amigo, pois, por desempenharem papéis de reafirmação do sujeito na sociedade, traduzem assim, a essência de fazer parte dessa comunidade. A importância desses saberes e fazeres que persistem ao tempo, reforçam as características que distinguem o Pontal da Barra dos demais bairros de Maceió, pois, "A distinção e o reconhecimento da diferença se

materializam na especificidade do lugar. Lugar que determina e define as fronteiras dos diversos modos de vida" (COELHO, 1992, p.287).
Percebe-se, todavia que, o andar a pé pelas ruas do bairro, o conversar nas calçadas ao entardecer, a arte dos saberes e fazeres locais, as belezas naturais da paisagem, que se divide entre a lagoa e o mar, e ainda seus habitantes são parte desta identidade, que aparece nas entranhas do ser pontalense e que traduz a essência do viver neste lugar. A identidade do bairro é constituída, desta forma e por fim, por elos que " subsistem em virtude da força [simbólica, social] adquirida[...]" (HALLBWACHS, 2006, p. 164), assim a partir de tais reflexões demonstrou-se o processo de valoração dos moradores com o lugar, pois é preciso adentrar no mundo submerso de sentimentos e valores que compõem a essência de ser pontalense e assim desvendar ainda mais a identidade *do - "O Pontal da Barra", pois [...]Para encontrar alguém ou alguma obra[algum lugar] é preciso sair aos encontros...* (LEFEBVRE apud CARLOS, 1996).

5 REFERÊNCIAS

Borba, M (2006). **Saberes e fazeres do povo: resgate da cultura popular da Paraíba**. João Pessoa: Editora Universitária, 2006.

Carlos, A. F. A (1996) **O lugar no/do mundo**. São Paulo: Hucitec.

Castello, L. (2007.) **A percepção de lugar: repensando o conceito de lugar em arquitetura-urbanismo**. Porto Alegre: Propar – UFRGS.

Coelho M.C; Fontes, M.G.S; Reis, A.A; Neves, M.L.(1987). **Preservação E Desenvolvimento, as Duas Faces de uma Moeda Urbana.** In: RPHN – Revista do Patrimônio Histórico e Nacional.

Ferrare, J**.** (1996**). A Preservação do Patrimônio Histórico: um (Re) pensar a partir da experiência da cidade de Marechal Deodoro.** Salvador: FAUFBA,. (Dissertação de Mestrado) 220p.

Ferrare, J**. O projeto do "NOVO" PELÔ : solução para (ou) acentuação de conflito sócio – ambiental?.** Maceió: UFAL, 2007.

Hallbwachs, M.(2006).**A memória coletiva**. São Paulo: Centauro,224p.

PLEC – **Projeto de Levantamento Ecológico Cultural da Região das lagoas Mundaú e Manguaba**. Maceió: SEPLAN/ SUDENE/CNRC. Vol 1. 2° ed, 1977.

Pollak, M.(1992) **Memória e identidade social.**, Rio de Janeiro: Estudos Históricos, vol. 5, n. 10, p. 200-212.

Silva, K.(2006) **Dicionário de conceitos históricos**. São Paulo: Contexto,439p.

Tuan, Y.F.(1980) **Espaço e lugar**. São Paulo: Difel.

Vieira, M.C. (1996)**"Daqui só saio pó"... Conflitos urbanos e mobilização Popular: A Salgema e O Pontal da Barra**. Maceió: EDUFAL, 173P.

A CIDADE NÃO É UMA ILHA: A PANDEMIA NOS BAIRROS DE PAQUETÁ E URCA, NO RIO DE JANEIRO, RJ

P. Maya-Monteiro, W. B. Rufino, T. A. Amaral, A. T. Baptista

RESUMO

O trabalho apresenta o desenvolvimento e resultados parciais da pesquisa "Resiliência de Bairro: correlações entre forma espacial, conteúdo social, taxas de COVID-19 e respostas solidárias à pandemia na cidade do Rio de Janeiro", com foco sobre os bairros de Paquetá e Urca, nos anos de 2020 e 2021. A condição insular de ambos os bairros oferece importantes oportunidades para o entendimento de como se dá a interação dos territórios com situações excepcionais de pandemia. O trabalho investiga como processos e dinâmicas em curso no cotidiano da cidade; a exemplo do comportamento pandêmico de moradores, visitantes e turistas, e das atuações de distintos setores do Estado; combinados a aspectos relativos à forma urbana; e como a disponibilidade de espaços públicos dotados de amenidades e favoráveis às aglomerações; representariam fatores para a disseminação da pandemia, e encaminha alguns argumentos conclusivos da pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a resiliência urbana durante a pandemia da COVID-19, com foco em dois bairros do município do Rio de Janeiro: Paquetá e Urca. Vem sendo empreendido no âmbito da pesquisa "Resiliência de Bairro: correlações entre forma espacial, conteúdo social, taxas de COVID-19 e respostas solidárias à pandemia na cidade do Rio de Janeiro", que ressalta a importância do bairro como escala significativa de investigação de processos urbanos espaciais e simbólicos. Apresentamos aqui resultados referentes a estes bairros e um aprofundamento das análises que correlacionam forma urbana, dados epidemiológicos e vida social, apontando a relação entre pandemia e contexto sociopolítico.

A escolha dos bairros foi estratégica. Caracterizados por situações geográficas particulares, possuem similaridades e diferenças que identificamos como representativas para a investigação comparativa que temos desenvolvido. Paquetá é uma ilha de pequeno arquipélago da Baía de Guanabara, área tradicionalmente de veraneio e configurada por um conjunto de ruas sinuosas, não asfaltadas e pedestrianizadas; espaços livres vegetados, residências unifamiliares, alguns equipamentos públicos, praias e favelas. A Urca se situa em uma micropenínsula relativamente isolada, com equipamentos públicos que constituem patrimônio edificado relevante e uma área aterrada que foi ocupada a partir dos anos 1920 por ruas arborizadas, praças e residências com padrões voltados para estratos sociais de maior renda. Ambas evocam cidadezinhas, por suas estruturas espaciais de formas, desenhos e baixas densidades similares àqueles de cidades tradicionais europeias ou de

cidades-jardim. Portanto, direcionamos nosso olhar para áreas que teriam experimentado uma menor interconectividade com os bairros densamente povoados da cidade.

O propósito deste recorte da pesquisa, para além de compreender os impactos da pandemia nessas localidades de intrínsecos aspectos e de diferenciadas estruturas, biofísicas e sociais, é analisar as formas urbanas dos bairros, com suas características singulares de isolamento e disponibilidade de espaços livres, associadas aos processos sociais e aos habitus desses lugares, considerando se as respostas e os comportamentos pandêmicos destas comunidades teriam ou não influenciado a propagação do vírus. Portanto, visa problematizar as relações entre forma urbana e dinâmicas sociais em momento de excepcionalidade. Em suma, cotejamos os dados epidemiológicos dos demais bairros da cidade com as informações sobre forma urbana e vida social dos nove bairros da pesquisa, dando o contexto da pandemia na cidade, para então, discuti-los mais especificamente em Paquetá e na Urca.

Aqui, apresentamos a metodologia empregada e em seguida um resumo de como a pandemia se deu nos bairros pesquisados, mostrando seus contextos epidemiológicos. Em seguida, o trabalho aprofunda a investigação sobre cada um dos dois bairros, focando nas dinâmicas urbanas, na mobilidade, no comportamento pandêmico e nos usos dos espaços públicos durante a pandemia.

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pandemia inicialmente desencadeou um precipitado e revisitado debate que associava a densidade das grandes metrópoles a uma maior incidência de casos de COVID-19, sugerindo que a dispersão urbana seria uma das soluções viáveis. Em parte, isto se deveu ao fato de que as primeiras infecções foram registradas em uma grande e conectada metrópole chinesa, e expandiram-se através de fluxos globais para metrópoles em outros continentes. Este argumento logo se desvaneceu, pois os níveis de contaminação e a mortalidade do vírus nas densas metrópoles do país asiático diminuíram, seja pela gestão pública centralizada, seja pelo controle ou disciplina da população. Sabe-se que altíssimas densidades urbanas efetivamente podem propiciar problemas epidemiológicos, e aliás, este foi um dos fatores que no século XIX e início do século XX estimulou movimentos de transformação das cidades e da arquitetura. No entanto, tal hipótese teve seu contraponto estabelecido por alguns autores, a exemplo de Rolnik (2020), que relacionou o contágio aos corredores de transporte, e Maya-Monteiro, Marino, Rufino et al. (2021), que realizaram associações multifatoriais que demonstraram que a fraca correlação entre densidades e contágio.

A pesquisa da qual este trabalho faz parte busca compreender as correlações entre diferentes características de nove bairros da cidade do Rio de Janeiro, como: centralidades e fluxos, densidades, forma e dinâmicas urbanas, usos e apropriações dos espaços públicos, taxas de propagação do vírus e ações de solidariedade. Os bairros envolvidos são: Barra da Tijuca, Botafogo, Campo Grande, Copacabana, Laranjeiras, Paquetá, Rocinha, Tijuca e Urca; cuja escolha se deveu às variações e intensidades de aspectos urbanos neles presentes, como densidades, índices de desenvolvimento social, graus de integração urbana, fluxos urbanos e à diversidade de suas dinâmicas sociais diversas. Alguns destes tinham o maior número absoluto e relativo de casos na cidade, como Barra da Tijuca, Copacabana e Campo Grande.

A operacionalização do trabalho foi conduzida por metodologia indutiva, empregando procedimentos analíticos acerca de conteúdos quantitativos e qualitativos relacionados aos dois bairros, incluindo observações, entrevistas, pesquisas em meios diversos e a elaboração de cartografias. A análise é tridimensional: epidemiológica, espacial e social, e atenta à condição insular de Paquetá e à condição peninsular da Urca.

Na dimensão epidemiológica, foi feita uma coleta regular de dados sobre casos e óbitos de COVID-19 nos bairros da cidade (PCRJ-1, s.d.), combinados aos dados sociais e urbanos do IBGE (2010) e do IPP (2020 a 2023), fundamentais para observarmos correlações em seus contextos específicos. A sua operacionalização incluiu a realização de pesquisas cartográficas e iconográficas, de levantamentos de campo (restritos pela segurança sanitária), bem como a elaboração de análises numéricas e gráficas através de mapas-resumo, planilhas e diagramas próprios. Acerca da dimensão espacial, também foram criados mapas, gráficos e diagramas para traduzir a forma urbana e os dados numéricos em formatos visuais compreensíveis. Quanto à dimensão social, houve uma comparação entre os resultados das duas dimensões anteriores e a sociabilidade urbana, através de análises de redes sociais, observações de campo e entrevistas.

3 ESPAÇO URBANO E PANDEMIA NOS BAIRROS DA CIDADE

Três dimensões de análise estruturam a elaboração do trabalho: a situação epidemiológica, a forma urbana e a vida urbana. A partir do acompanhamento dos dados epidemiológicos, pudemos observar as inúmeras especificidades nos bairros que os tornaram mais ou menos resilientes ao longo da pandemia. Para compreender este processo, elaboramos uma linha do tempo que associa ao gráfico de casos graves e óbitos da Prefeitura (PCRJ-2, s.d.) os principais eventos da pandemia entre março de 2020 e janeiro de 2022, entre estes: o início do isolamento social, os sucessivos fechamentos e aberturas do comércio e dos serviços não essenciais, o cancelamento de grandes festas comemorativas, como o réveillon e o carnaval de 2021, o início da vacinação e os surtos de casos das variantes Delta e Ômicron (ver figura 01 a seguir).

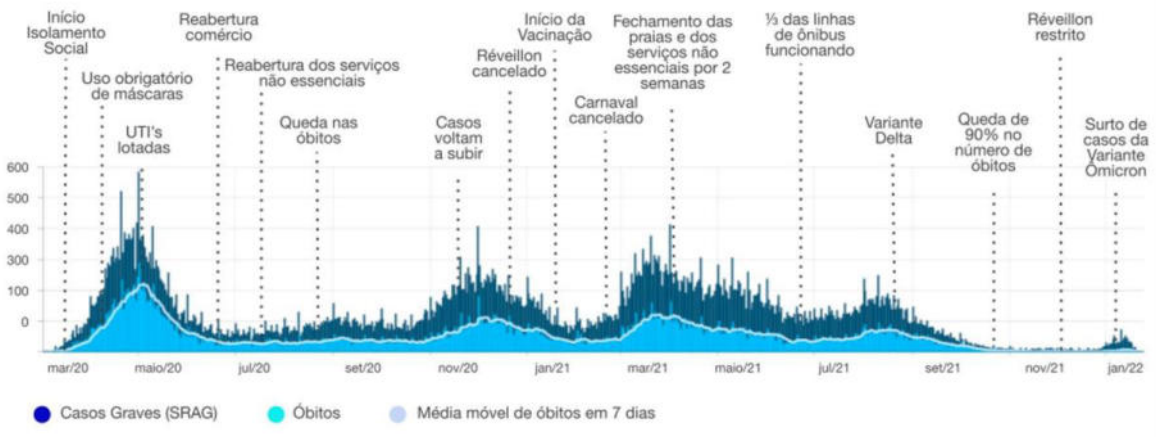


Fig. 01- Retrospectiva da Pandemia na cidade do Rio de Janeiro- gráfico dos casos e óbitos na cidade, conjugados aos principais eventos e ocorrências na pandemia (Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Painel Rio COVID-19- PCRJ-1, s.d.; e de dados coletados na imprensa)

No início do registro dos casos de Paquetá e Urca, em junho de 2020, os números absolutos nestes bairros eram insignificantes no contexto da cidade. Mas foi possível notar que, proporcionalmente, estes vieram a crescer de modo similar aos de outros bairros. No caso de Paquetá, houve pequenos saltos excepcionais no contágio em 2021, que identificamos que correspondem a eventos na cidade apontados no gráfico da figura 01. Depreendemos que o Plano de Flexibilização das medidas de isolamento social implementado pela Prefeitura impactou, em vários momentos, na propagação do vírus.

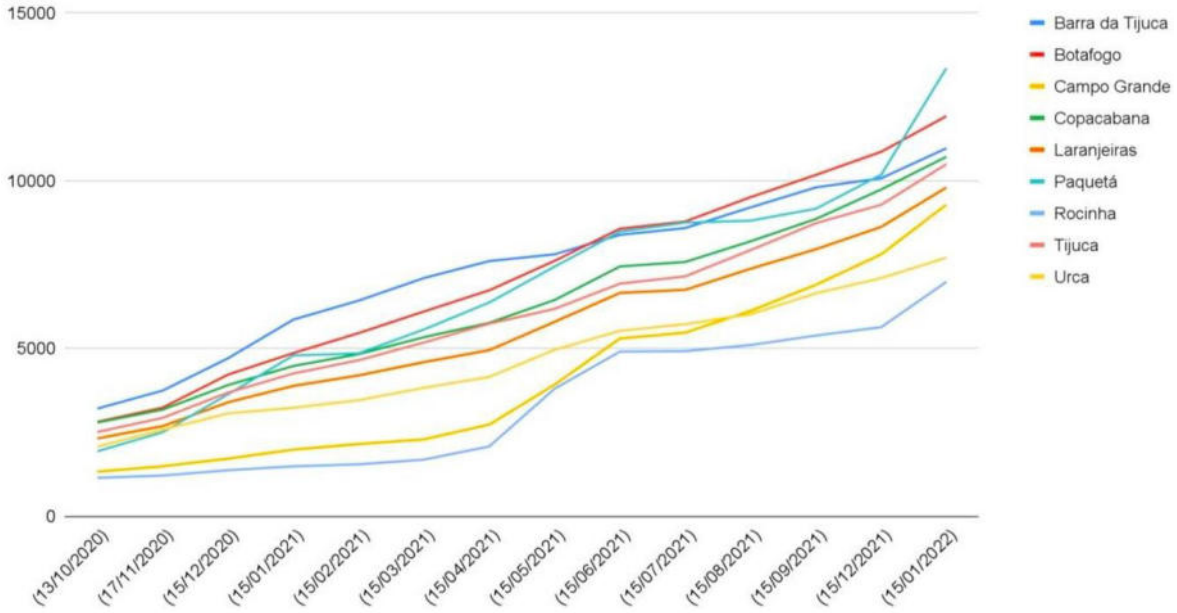


Fig. 02- Retrospectiva da Pandemia na cidade do Rio de Janeiro- gráfico dos casos acumulados por 100 mil habitantes, de 13/10/2020 a 15/ 01/ 2022 (Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Painel Rio COVID-19- PCRJ-1, s.d.)

A partir disso, a pesquisa chegou a algumas considerações relevantes. Traçou-se correlações de dados para investigar como dimensões distintas da cidade impactaram nas dinâmicas de disseminação do vírus. Contrastamos os dados de densidade e alguns índices sociais aos números de contágio durante a pandemia, em uma análise quantitativa através da correlação de Pearson (SPIEGEL, 1979). Isto demonstrou que não há correlação entre densidade e número de casos - o que foi confirmado em uma correlação ampliada que envolveu 99 bairros da cidade. Em contraponto, indicadores sociais se relacionam diretamente, figurando que quanto maior o IDS, mais elevado foi o número de casos registrados.

Portanto, foi possível notar que há certa consistência nos dados ao longo dos dois anos acompanhados. Bairros com similaridades de ocupação urbana ou de índices sociais podem estar em posições bem diversas na propagação do vírus, o que reforça que estes possuem identidades próprias, que agregam elementos da cultura, dos modos de convívio no espaço público, e nas vivências públicas coletivas e comunitárias (MAYA-MONTEIRO, MARINO e RUFINO, 2021). Dessa forma, inferimos que a vida pública - que engloba o comportamento pandêmico, as ações de isolamento e contenção da pandemia, e os espaços de aglomeração - foi a grande responsável pela propagação do COVID-19.

Durante a pandemia, ainda antes da vacinação, Paquetá e Urca voltaram a ser frequentados por turistas e visitantes externos. Elementos naturais e passeios foram atrativos para indivíduos e grupos sociais de diversas partes do estado e do exterior, especialmente a partir do segundo semestre. Porém, constatamos dissonâncias entre a necessária rigidez do que era preconizado como comportamento adequado para a prevenção ao contágio e as práticas realizadas em seus territórios. A disponibilidade de espaços públicos e as possibilidades de apropriações se tornaram ainda mais atraentes a grupos de pessoas descrentes ou incapazes em manter a situação de isolamento social. Na Urca, moradores faziam caminhadas e numerosos contingentes de pessoas, compostos sobretudo por não residentes do bairro, se agrupavam nas calçadas e muretas da orla. Em Paquetá, aglomerações inoportunas em espaços abertos ocorreram. Porém ali, o avanço do contágio pode ter se dado majoritariamente em virtude da superlotação das barcas que conectam a ilha ao continente em viagens de aproximadamente uma hora de duração.

4 PAQUETÁ

Pertencente à Região Administrativa Central da cidade, a Ilha de Paquetá é quase exclusivamente acessada pelo transporte público aquaviário, que a conecta ao bairro do Centro em pouco mais de uma hora de viagem. Ocupada no século XVI pelos franceses e logo em seguida tomada pelos portugueses, tornou-se lugar de produção de alimentos. No início do século XIX foi um dos refúgios de temporada do Imperador Dom João VI e desde então, a ilha recebeu significado e atribuições de lugar de lazer e veraneio, tendo sido inclusive citada em romances e composições musicais. Em 2010, o Censo do IBGE apontava que havia uma população de 3.361 moradores, numa área de 170,56 hectares, sendo 50% dela considerada "urbanizada", com cerca de oito quilômetros de perímetro. Tem doze praias e nove pequenos morros, com uma altitude máxima de 100 metros. A renda per capita é de 1.052 reais (FGV, 2010), com quase 30% da população morando em favelas (DATARIO, 2010). O Censo de 2010 aponta uma distribuição etária relativamente equânime no bairro (são 24,7% até 19 anos; 24,3% entre 20 e 39 anos; 27,8% entre 40 e 59 anos e 23,1% acima de 60 anos).

Sua baixa densidade, ausência de verticalização, e predominância de residências unifamiliares em casas antigas de diversos períodos do século XX, colocam Paquetá como um local privilegiado de veraneio e passeios diários a pé ou de bicicleta. Isto foi reforçado pela pedestrianização integral da ilha nos anos 1970. Até 2016 havia charretes circulando, as quais foram substituídas recentemente por carrinhos elétricos, e hoje há poucos veículos motorizados ligados à prestação de serviços públicos que podem transitar. Adjetivos comumente associados ao bairro o descrevem como bucólico e aprazível, o que é reforçado nos discursos e nas representações, como mostra trecho de composição de Braguinha e Alberto Ribeiro, "Fim de Semana em Paquetá", de 1947: "Esquece por momentos teus cuidados/ E passa teu domingo em Paquetá/ Aonde vão casais de namorados/ Buscar a paz que a natureza dá". Segundo Leitão (2013), grande parte dos moradores atuais descendem de antigos moradores, e o que atrai novos moradores, veranistas e visitantes eventuais é a tranquilidade do lugar. Observamos que, no contexto da pandemia, o bairro se tornou atrativo também como um "lugar de fuga". Outra das razões citadas pelos entrevistados foi a ausência de barreiras sanitárias entre bairros do município, uma vantagem inicial em relação a outras cidades próximas de veraneio. Apesar de haver pouca hospedagem formalizada e, assim como na Urca, predominarem ali as hospedarias em casas reformadas, a possibilidade de passeios de um dia gerou na pandemia um grande fluxo de visitantes.

A questão do acesso é fundamental para se entender o contágio e seus impactos na Ilha. O transporte aquaviário regular é essencial para a manutenção das atividades e da vida no bairro. Com a redução da frequência das viagens durante a pandemia, as barcas, operadas em regime de concessão por empresa privada, tiveram recorrentes episódios de superlotação. Mesmo antes da pandemia, a Associação de Moradores de Paquetá: "Moradores Reunidos na Amizade", ou MORENA, já organizava manifestações em protesto à irregularidade das barcas, e segundo relatam seus membros: "os horários das barcas já eram ruins desde 2019, e a pandemia só piorou o problema já existente". O movimento "Respeita Paquetá", em 2019, já denunciava a diminuição do número de barcas. Durante a pandemia, a redução no número de passageiros levou a uma redução na frequência das barcas (que chegaram a ser de 4 em 4 horas, segundo entrevistado), com cortes de viagens. A redução do serviço repercutiu em impactos significativos na mobilidade e na vida cotidiana dos habitantes de Paquetá. Em 2020 e 2021, foram feitas manifestações pela melhoria do serviço. O grande painel na sede da MORENA relata os problemas de contágio durante a pandemia e mostra um caso divulgado nas mídias: família de visitantes de um dia que não puderam voltar para o Centro da cidade e, sem hospedagem, teve que dormir em banco de praça. A questão da lotação das barcas durante a pandemia foi crucial. O relato geral coletado em entrevistas é de que "As barcas tiveram lotação devido aos poucos horários". Ali estava o ponto de acesso e talvez o núcleo do contágio da COVID-19, e da sequência de cepas que se instalaram na ilha. Para além disso, segundo uma das pessoas com quem conversamos, "Paquetá nunca se fechou efetivamente com barreiras sanitárias como outros lugares", e também "as pessoas chegavam à ilha de Paquetá e já tiravam a máscara".

Por outro lado, a percepção de que havia mais segurança epidemiológica em Paquetá, por conta de seu suposto isolamento, se refletiu no fluxo gradativamente aumentado de visitantes, mesmo com as dificuldades de acesso. Entrevistados que viviam da hospedagem de visitantes ficaram de março a junho de 2020 sem receita, alguns inclusive dependentes do auxílio emergencial e da ajuda espontânea e solidária de outros moradores, que traziam comida e apoio. Após quatro meses, na Fase 2 de flexibilização do isolamento social na cidade, foi permitido o retorno do funcionamento dos hotéis e *hostels* (O GLOBO, 2020). Muito embora bares e restaurantes tenham continuado fechados até a Fase 3, no mês seguinte, a abertura de praças e parques para atividades físicas e a liberação do uso das praias para esportes aquáticos individuais estimularam as visitas. Com estas reaberturas, houve relatos de entrevistados ligados à hospedagem de que entre os visitantes havia pessoas que estavam trabalhando durante a pandemia, como profissionais de saúde envolvidos diretamente no enfrentamento da COVID-19 e moradores de Duque de Caxias, município próximo onde havia poucas restrições e controle epidemiológico. Embora estes relatos não alcancem força estatística, ilustram como os comportamentos pandêmicos de outras cidades do Estado do Rio de Janeiro podem ter afetado os ilhéus, repercutindo no incremento do contágio.

Nas fases subsequentes de flexibilização de atividades, o estímulo aos passeios em Paquetá aumentou, com a gradativa liberação de atividades, incluindo permanências em espaços públicos fechados e abertos, e a flexibilização de capacidades e horários. Em setembro de 2020, segundo os hospedeiros entrevistados, houve uma "explosão de hóspedes", e muitos destes também não usavam máscaras. No dia 1° daquele mês se iniciava a Fase 6 das regras de flexibilização, quando centros culturais foram reabertos. Note-se que o banho de mar e os ambulantes eram permitidos nas praias, mas embora a permissão de banho de sol permanecesse proibida, a população não estava respeitando os protocolos e se aglomerava

nas praias, sem máscaras. Apesar de outros fatores afetarem o contágio, é possível notarmos no gráfico da figura 2 que neste momento, a partir do fim de agosto, há uma leve mudança no ritmo da propagação do vírus em Paquetá e em outros bairros da cidade.

Os equipamentos de Saúde em Paquetá são restritos, há apenas duas Unidades Integradas de Saúde, divididas em duas partes da Ilha, sendo uma na Ponte e uma no Campo (sub-bairros de Paquetá). Estas foram elogiadas pelos entrevistados nos casos de primeiro atendimento. No entanto, casos urgentes precisam seguir por ambulâncias na ilha até as barcas, e depois no continente são levados com acompanhamento a hospitais da rede pública de outros bairros do município. Em casos graves, pacientes são transferidos diretamente de helicóptero.

Por conta de sua condição insular, em junho de 2021, a Ilha de Paquetá foi selecionada para o início da vacinação em massa na cidade, com o experimento científico para a cobertura vacinal total da população-alvo. A intenção do projeto "PaqueTá vacinada", desenvolvido pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), era avaliar os efeitos da imunização em larga escala na população local (INDIO-DO-BRASIL, 2021). Segundo membro da MORENA, todos na ilha "correram atrás da vacina quando chegou" e, depois da terceira dose, os grupos sociais teriam começado a ressurgir nos espaços públicos. Os primeiros resultados do estudo, aliás, confirmaram o efeito positivo da vacina sobre a população (CERBINO-NETO et al., 2022).

As informações específicas sobre o uso dos espaços públicos de Paquetá pelos ilhéus merecem um maior aprofundamento pela pesquisa. Um dos entrevistados afirmou que: "Aglomerações em espaços públicos não existiram durante a pandemia". E há relatos de que havia controle social sobre o cumprimento das regras nos espaços públicos, inclusive por matérias de jornal *online* popular do bairro, que permitia que houvesse julgamento sobre pessoas que burlavam o isolamento.

5 URCA

Pertencente à Região Administrativa de Botafogo, o bairro da Urca foi construído sobre aterro nos anos 1920. Seu acesso por terra se dá por apenas uma via, repercutindo em uma articulação peninsular com Botafogo, seu bairro vizinho. A Urca atrai moradores do restante da cidade, turistas brasileiros e estrangeiros. Não apenas pelo bondinho do Pão-de-Açúcar, mas pelas praias, pelos lugares de caminhada e, nas últimas décadas, pela ocupação de calçadas ao longo da baía como lugares de encontro e cerveja: a denominada Mureta da Urca.

O bairro é um conjunto de áreas planas, em grande parte compostas por aterros circundados por morros, incluindo o Pão de Açúcar. Em sua área se deu a ocupação inicial da cidade no início do século XVI, logo transladada para o atual Centro da cidade. Ele contém praças, calçadões, praias, e áreas residenciais com edifícios do século XIX e início do século XX, simbolicamente relevantes para a cultura da cidade. Uma extensa parte foi objeto de aterro e urbanização nos anos 1920, e resiste relativamente preservada de verticalizações posteriores. Em 2010, o Censo do IBGE apontava que havia uma população de 7.061 moradores, numa área de 231,90 hectares, mas apenas 32% dela é "urbanizada". A renda per capita é de 3.019 reais (FGV, 2010), com menos de 5% morando da população morando em favelas (DATARIO, 2010). O Censo de 2010 aponta uma distribuição etária

relativamente equânime no bairro (são 21,8% até 19 anos; 30,8% entre 20 e 39 anos; 28,6% entre 40 e 59 anos e 18,8% acima de 60 anos).

O único acesso e as medidas restritivas da Prefeitura em 2020 poderiam nos fazer inferir que os índices de contágio se manteriam ali muito abaixo de outros bairros estudados, como o vizinho bairro de Botafogo, por exemplo, caracterizado como bairro de passagem, e de alta densidade construída e populacional. Efetivamente, dentre os bairros da cidade de maior IDS estudados, a Urca foi a que teve o menor número percentual de casos.

Os entrevistados que residiam no bairro à época da pandemia relatam a grande facilidade e disponibilidade de entrega de encomendas. A maior renda também faz inferir uma maior presença de serviços domésticos, mesmo que também aponte a maior possibilidade de trabalho remoto. Diferentemente de outros bairros, nos dados disponíveis do Censo de 2010, não há um predomínio na faixa etária de crianças-jovens ou de idosos que afete mais fortemente o padrão de vulnerabilidade ou registro do contágio. A maioria do bairro, quase sessenta por cento, é adulta, com idade entre 20 e 59 anos.

Os seis entrevistados relatam que grande parte dos moradores e trabalhadores do bairro seguiu as regras de isolamento. Relatam que na fase inicial do isolamento havia alertas públicos do governo local por alto-falante sobre a necessidade de se ficar em casa. Um deles fez menção à ansiedade sentida no período, inclusive em virtude dos pronunciamentos do então presidente da República sobre a COVID-19, em 2020, nos momentos mais difíceis do isolamento. Outro confessa que nunca parou, trabalhava remotamente, mas caminhou todos os dias da pandemia, para a sustentação de sua "saúde mental". Os outros entrevistados moradores só saíram do bairro em condições excepcionais, como para ir ao médico ou dar assistência a amigos próximos e familiares. Um trabalhador do bairro ia de bicicleta, e a maioria destes não utilizou o sistema de transporte público para saídas eventuais, dando preferência a veículos contratados. No entanto, conviviam com trabalhadores que tiveram que acessar o transporte público. Houve também vários relatos de solidariedade no bairro.

De um modo geral, os entrevistados reconhecem que o bairro foi privilegiado por sua forma urbana, por ali haver "poucas pessoas e ser um ambiente aberto". Não houve escassez de provisões, e havia entregas fáceis. Assim consideram que o bairro "foi relativamente tranquilo" durante a pandemia.

Há certo contraste, porém, com alguns dos próprios relatos dos que sofreram com problemas de saúde pessoal, de familiares ou de amigos, e dos casos de internações e óbitos por COVID-19 de conhecidos do bairro, como comerciantes, idosos e prestadores de serviço. Num contexto de bairro quase ilhado, quase como uma pequena cidade, compreender como o aumento do fluxo de pessoas externas ao bairro afetou a propagação da pandemia é relevante. O bairro, mesmo nos momentos mais "fechados", manteve conexões com o "exterior" por conta dos muitos serviços prestados.

Não há ali uma estrutura de hospedagem expressiva, e a maioria (mesmo quando há status de hotel) mantém a forma de casas adaptadas para albergues e hospedarias. Dois entrevistados que foram hospedeiros e hospedados no ano de 2020 trouxeram diversas informações sobre o funcionamento de comércio e serviços na Urca. Com o fechamento da hospedagem na cidade entre março e junho, a solução encontrada por uma das hospedarias foi não receber novos hóspedes, mantendo os que lá estavam sob o sistema de pensão. As

dificuldades no comércio e serviços foram muitas. No pequeno local de hospedagem de um dos entrevistados, nos primeiros 6 meses da pandemia, foi necessário demitir funcionários. Em junho, a Prefeitura liberou a hospedagem. Para além das fases definidas para a reabertura de hotéis e *hostels*, e da permissão do uso dos espaços públicos para atividades físicas, a presença de visitantes na Urca sempre exerceu impacto no bairro, dada a dimensão reduzida do mesmo. Tal fato na pandemia acabou por repercutir em um contexto de risco aumentado. Os espaços públicos do bairro mais usados na pandemia e fora dela, e que em diversos momentos tiveram sua utilização flexibilizada, são o Pão-de-Açúcar, as praias e a Mureta da Urca.

Durante a pandemia de COVID-19, o Bondinho do Pão-de-Açúcar esteve fechado de março a agosto de 2020. Houve uma implementação inicial de redução pela metade no número de passageiros por viagem nos bondes a partir de 13 de março de 2020, mas isto resultou em longas filas para os visitantes sem o uso de máscaras, e logo depois as atividades foram interrompidas (G1, 2020). Em 15 de agosto de 2020, o Bondinho retomou as atividades com o número de passageiros reduzidos e adotando as medidas de restrição vigentes.

Em toda a cidade, as praias foram um foco de atenção do poder público, com propostas de afastamento para conter aglomerações e eventuais fechamentos. No feriado de setembro de 2020, as praias continuaram a registrar aglomerações. Na Praia da Urca, de faixa de areia estreita, era inviável o distanciamento requerido de 2 metros entre os banhistas. Na Praia Vermelha, no mesmo bairro, apesar de estar cheia, a situação apresentou-se um pouco menos intensa. A elevação do número de casos, mesmo abaixo de outros bairros, se manteve constante até o momento do surgimento da cepa Ômicron, que também afetou a curva proporcional em outros bairros (ver figura 1). Na Urca, isto coincide com o relato de moradora que observou, em 2021, agentes de segurança pública ordenarem que pessoas saíssem das praias devido ao decreto do Governo do Estado.

Uma preocupação recorrente dos moradores durante a pandemia se deveu aos ruídos, à presença de pessoas sem máscara, e à presença gradativa de grupos de pessoas na denominada “Mureta da Urca”. Carrer (200, p.150), que a observou em 2019, aponta que “A amurada da Urca é certamente o local mais visitado e frequentado pelos “forasteiros” do bairro. Toda sua extensão se apresenta como interessante local para vislumbrar a paisagem da Baía e realizar uma boa pescaria, a qualquer hora do dia ou noite, e a qualquer dia da semana”.

Mesmo com a flexibilização das medidas de isolamento social no Rio de Janeiro, observou-se aglomeração na Mureta da Urca. A ocupação da mureta se estendeu por um largo perímetro entre a rua e a baía. Ela é heterogênea e se concentra em dois pontos, que têm relação direta com lugares de comida e bebida lindeiros. Como descreve Carrer (2020, p.155): “O final da amurada, em frente ao mais antigo restaurante do bairro, o Bar Urca, faz-se como point tradicional para a cerveja ao pôr do sol, conhecida como “Mureta da Urca”. Ao final do contorno, (...) se encontra a maior concentração de pessoas, ao que se apelidou de “pobreta” em oposição à “mureta”, já que o bar que abastece os visitantes desse lado oferece a cerveja com menor custo que o bar Urca”. Durante a pandemia, estas diferenças entre os dois pontos da mureta se mantiveram. Na parte do bar Urca, moradora relatou que a mureta esteve esvaziada. Na parte mais “barata” da mureta, tivemos relato de que houve seguidos descumprimentos das diretrizes relativas ao isolamento, uso de máscaras e resguardo de aglomerações. Porém, a relação com a presença de pessoas de

fora do bairro nos espaços, associada às mudanças na flexibilização das regras de isolamento, não afetou significativamente os gráficos do contágio ao longo dos anos de 2020 e 2021, exceto nos períodos da variante Ômicron, em que a elevação foi contínua (ver figura 2). Talvez as aglomerações relatadas pelas mídias e pelos entrevistados tenham afetado, na verdade, os próprios bairros de origem dos visitantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia promoveu no Brasil um duplo curto-circuito de desorientação, que agravou seus impactos. O primeiro se referiu à incompatibilidade do roteiro político e econômico ultraliberal do Planalto, à época, às urgências de enfrentamento do contexto pandêmico, que demandaram robustos aportes de recurso em medidas protetivas das mais diversas ordens (Carvalho, 2020). O segundo residiu na desarticulação e na disputa de discursos entre entes federativos, expressas; por parte da União, na relativização das orientações emitidas pelas autoridades sanitárias; e por parte de estados e municípios, na promoção do isolamento social, na prestação de serviços e na condução das medidas restritivas de circulação - o que inclusive colocou em xeque o próprio pacto federativo.

Enquanto em outros países, o risco e o grau de contágio vigente eram anunciados, dando a noção de quantas pessoas poderiam se encontrar em determinados lugares em alguns períodos, na cidade do Rio de Janeiro a desinformação grassava. Em 2020, ainda sem vacinas, as ações públicas estiveram mais voltadas para as pressões do comércio e serviços, e algumas diretrizes para o espaço público e o uso de máscaras, com a adoção de fases de flexibilização para estes. Nos dois casos estudados, notou-se que o comportamento pandêmico dos entrevistados, de conhecidos e de visitantes, dependeu de avaliações próprias feitas por indivíduos e/ou seus grupos de amigos e familiares.

Neste recorte da pesquisa, a seleção desses dois pequenos bairros, Paquetá e Urca, como territórios referenciais, repercutiu em bons encaminhamentos para a investigação da pandemia na Cidade do Rio de Janeiro. Primeiro, por suas particularidades geográficas marcantes para o contexto de crise sanitária, tendo em vista o fato de Paquetá ser uma ilha e a condição peninsular da Urca, o que inicialmente sugeriria um maior controle do contágio. E também pelos notáveis e recorrentes usos e apropriações dos seus espaços livres públicos, tanto por moradores quanto por visitantes, em que se inclui o grande fluxo de turistas em ambos.

Assim, Paquetá e Urca se revelam como casos exemplares para explorarmos a intersecção entre contexto geográfico, resiliência urbana e a propagação de doenças nas cidades. Os resultados alcançados até o momento apontam para a relevância da forma urbana e da vida social para uma compreensão da propagação da pandemia. Porém, consideramos que a contribuição do trabalho está em apontar como aspectos qualitativos da vida pública; como o comportamento pandêmico, as ações e inações sanitárias individuais e públicas, e a presença de lugares de encontro e aglomeração nos bairros; podem vir a ser fatores mais relevantes para a disseminação da pandemia do que aspectos da forma urbana, como grau de acessibilidade e integração ou densidades - demográfica ou do espaço construído.

A Ilha de Paquetá, com sua separação natural e limitada conectividade com o restante da cidade, e a Urca, ponto em extremidade no território central da cidade, oferecem uma oportunidade única para investigar como a disponibilidade de acessos pode moldar a dinâmica da pandemia. Mas isto não significa que estiveram mais isolados do que outros

bairros, até porque seus espaços livres públicos adequados e agradáveis aos pedestres, especialmente aqueles com o frescor e a sedução dos passeios à beira mar, se tornaram atraentes como refúgios da pandemia. A relevância da atividade turística em seus lugares e a presença de visitantes os conectaram ao resto da cidade de um modo especial e intenso. Pudemos então notar que esses bairros, mesmo relativamente isolados, enfrentaram desafios e adotaram estratégias diferentes em comparação às áreas mais densamente povoadas. Assim, observá-los contribui para um entendimento mais amplo da resiliência urbana em face de eventos de saúde pública.

Agradecimentos ao PIBIC- Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo apoio.

7 REFERÊNCIAS

Cerbino-Neto J et al. (2022) Seroepidemiology of SARS-CoV-2 on a partially vaccinated island in Brazil: Determinants of infection and vaccine response, **Front. Public Health 10:1017337**. Disponível em: www.frontiersin.org/articles/ 10.3389/fpubh.2022.1017337/full (Acesso: 06/ 05/ 2024)

Coelho, H, (2020). Rio inicia 6ª fase de flexibilização e autoriza museus, galerias de artes, parques e bibliotecas, **G1-Rio, 31/08/2020**, Disponível em:g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/ 2020/08/31/prefeitura-detalha-inicio-da-fase-6-do-plano-de-reabertura-das-atividades-economicas-no-rio.ghtml (Acesso: 06/ 05/ 2024)

Índio-do-Brasil, C. (2021) Projeto vai vacinar população em massa na Ilha de Paquetá. **Agencia Brasil, 08/06/2021**, Disponível em: agenciabrasil.ebc.com.br/saude/ noticia/2021-06/projeto-vai-vacinar-populacao-em-massa-na-ilha-de-paqueta-no-rio

Leitão, W. M. (2013) **Sob um céu de flamboyants: Cotidiano e história social na Ilha de Paquetá**. Editora Interciência Ltda, Rio de Janeiro.

Maya Monteiro, P.; Marino, F.; Rufino W. (2021) Ligações Perigosas – notas sobre a forma espacial e o conteúdo social na análise das taxas de contaminação de COVID-19 em bairros da cidade do Rio de Janeiro, **Anais do PLURIS 2021. 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Bauru: UNESP/FAAC, 2021. Disponível em https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper1422.pdf

O GLOBO (2020) Coronavírus: confira o que volta a ser permitido hoje na 2ª fase de flexibilização da quarentena do Rio, **O GLOBO, 17/06/2020**. Disponível em: oglobo.globo.com/rio/coronavirus-confira-que-volta-ser-permitido-hoje-na-2-fase-de-flexibilizacao-da-quarentena-do-rio-1-24483377 (Acesso: 02/04/2024).

Paquetásemfome (2020) **Campanha Paquetá sem fome**. Disponível em: www.paquetasemfome.meurio.org.br/#block-33338 (Acesso: 02/04/2024).

PCRJ-1 (s.d.) **Painel Rio COVID-19**. Disponível em: experience. arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4. (Acesso: 03/05/2024).

PCRJ-2 (s.d.) **Bairros Cariocas**. Disponível em: www.data.rio/apps/bairros-cariocas/explore. (Acesso: 03/03/2024).

Rolnik, R. (2020). Circulação para trabalho explica concentração de casos de Covid-19, **Labcidade / USP. 2020**. Disponível em: www.labcidade.fau.usp.br/circulacao- para-trabalho-inclusive-servicos-essenciais-explica-concentracao-de-casos-de-covid

Sampaio, L. (2021) De olho no Transporte: sumiço de ônibus no Rio vive um dos seus piores momentos na pandemia. **Casa Fluminense, 2021**. Disponível em: https://casafluminense.org.br/de-olho-no-transporte-sumico-de-onibus-no-rio-vive-um-dos-seus-piores-momentos-na-pandemia/Último acesso: 10/09/2021.

Santos, B. de S. (2020) **A cruel pedagogia do vírus**. Edições Almedina, Coimbra.

Spiegel, Murray R. **Estatística: Coleção Schaum**. São Paulo, Editora McGraw Hill do Brasil, 1979.

REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS VERSUS REGIÕES METROPOLITANAS OFICIAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO: UM ESTUDO LONGITUDINAL COMPARATIVO

A. C. D. Cabral, G. G. Manzato e A. N. Rodrigues da Silva

RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar e analisar as mudanças nas Regiões Urbanas Homogêneas do estado de São Paulo entre as décadas de 1960 e 2020, comparando-as com Regiões Metropolitanas (RMs) oficialmente constituídas pelo estado. A metodologia proposta é centrada na análise de dois elementos-chave: densidade populacional e índice de cobertura rodoviária, devido à sua importância intrínseca na compreensão da dinâmica espacial e da composição estrutural das áreas urbanas. A análise se baseou em técnicas de estatística espacial e modelagem espacial. Os resultados demonstram um desempenho robusto ao combinar informações dessas variáveis, evidenciando a forte relação entre os padrões de uso do solo e a infraestrutura de transporte. Além disso, observa-se que algumas regiões classificadas pelo estado como metropolitanas apresentam baixa densidade populacional. Isso sugere que as atuais RMs nem sempre são constituídas por municípios com perfil compatível para integrar uma área metropolitana.

1 INTRODUÇÃO

As áreas urbanizadas estão em constante modificação devido a uma série de fatores sociais, econômicos, tecnológicos e políticos, que se moldam às necessidades e demandas da sociedade, bem como das condições ambientais. Os aglomerados urbanos se caracterizam por sua estrutura complexa, com alta densidade populacional, atividades econômicas diversificadas e densa infraestrutura urbana. Esses aglomerados formam arranjos de uso multifuncional que modificam a morfologia das cidades e tornam suas fronteiras cada vez mais difusas. Essas transformações socioespaciais estão relacionadas às estruturas hierárquicas das cidades e às características das infraestruturas disponíveis. Regiões com maior capacidade de atrair pessoas e bens podem se destacar no âmbito regional, nacional e, por vezes, internacional. Como resultado desse processo, surgem as Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs), termo utilizado para englobar, de forma geral, as Regiões Metropolitanas (RMs), as Regiões Urbanas Funcionais (RUFs) e as aglomerações urbanas (Antrop, 2004; Marcotullio, 2003; Sun *et al.*, 2023).

Entretanto, os desafios enfrentados pelos planejadores e gestores urbanos ao orientar políticas públicas de desenvolvimento e resolver problemas em uma escala metropolitana são significativos. Isso decorre da complexidade envolvida na delimitação das RUHs. Essas áreas frequentemente ultrapassam as fronteiras administrativas individuais dos municípios que as compõem, ao mesmo tempo em que não se alinham em divisões administrativas mais

amplas, como os estados. No Brasil, muitos municípios estão inseridos em Regiões Metropolitanas Oficiais, entretanto não há critérios padronizados no âmbito nacional para determinar quais são elegíveis para ingressar em uma região metropolitana (Costa e Tsukumo, 2013). De acordo com o artigo 25 da Constituição Federal de 1988, é incumbência de cada estado a definição das RUHs. Isso resulta em RMs com regulamentações diversas, o que enfraquece a identidade metropolitana, e por vezes, a molda de acordo com interesses políticos-administrativos locais. No entanto, uma definição coesa é fundamental para a estruturação de políticas públicas eficazes.

Diante dessa questão, a literatura oferece ampla variedade de sugestões sobre como abordar essa delimitação. Breitung (2011), por exemplo, propõe que esse processo leve em consideração aspectos políticos, físicos, socioespaciais, psicológicos e funcionais. Diversos estudos exploram a relação de alguns desses aspectos com a delimitação das RUHs, como aqueles que investigam as relações político-administrativas (Arellano Ríos, 2015, 2014), uso de recursos de sensoriamento remoto (Huang *et al.*, 2014; Niemeyer *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2023), fatores econômicos como preços de terras e distribuição de empregos (Bode, 2008; Combes e Overman, 2004; Duranton e Puga, 2015), métricas espaciais para avaliar a configuração urbana e sua morfologia (Debbage *et al.*, 2017), além da análise de movimentos pendulares (Aguiar e Manzato, 2017; Aguiar *et al.*, 2020; Williams *et al.*, 2012).

Em contraponto, esses aspectos são complexos de serem mensurados, o que pode resultar em resultados dúbios (Kourtit *et al.*, 2015). Por isso, os indicadores de distribuição populacional continuam sendo os mais recomendados para medir o grau de urbanização (United Nations Human Settlements Programme, 2022). Os dados censitários são regularmente coletados em muitos países e possuem alto grau de confiabilidade. Dessa forma, a densidade populacional pode servir como uma variável de fácil acesso e confiável para a delimitação das RUHs, especialmente na ausência de outras medidas consistentes. A viabilidade desse indicador foi analisada por Ramos e Rodrigues da Silva (2007) e Santos *et al.* (2014), que exploraram essa variável utilizando técnicas de análise espacial, como estatística espacial e modelagem espacial.

Outras pesquisas avançaram ao incorporar dados de infraestrutura nas técnicas de análise espacial, com o intuito de compreender melhor a interação entre diferentes municípios. Considerando que a interação entre regiões depende da presença de infraestrutura, é razoável assumir que a oferta de infraestrutura reflete as demandas regionais, podendo ser um critério relevante para definir as RUHs. Manzato e Rodrigues da Silva (2006) e Dias *et al.* (2014) propuseram indicadores compostos por dados de infraestrutura e demográficos para essa finalidade. Essa abordagem tem sido explorada em estudos posteriores, os quais destacam o potencial desses indicadores na delimitação das RUHs (ver Manzato e Rodrigues da Silva, 2010; Ajauskas *et al.*, 2012; Rodrigues da Silva *et al.*, 2014; Matiolli *et al.*, 2017)

Com base nas pesquisas mencionadas, o propósito deste estudo foi implementar os modelos propostos por Manzato e Rodrigues da Silva (2010) para delinear as RUHs, integrando dados demográficos e de infraestrutura viária mais recentes, relacionados à década de 2020. Além disso, buscou-se contrastar as RUHs delineadas neste estudo com as RMs oficialmente estabelecidas pelo estado de São Paulo, visando comparar o grau de aderência entre elas. Mais especificamente, avaliou-se o cenário antes e após a inclusão das regiões de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, considerando-se o fato delas não serem adjacentes (ou serem as únicas não conurbadas) com as demais RM oficiais. Nesse sentido, pretende-se responder às seguintes questões de pesquisa:

1) Qual a implicação da inclusão dos novos dados no desempenho dos modelos espaciais?
2) As RUHs identificadas neste estudo são semelhantes às definidas pelo estado?
3) Qual a influência da inclusão das regiões de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto nessa análise de similaridade?

2 METODOLOGIA

Este estudo adotou a metodologia proposta por Manzato e Rodrigues da Silva (2010), os quais desenvolveram modelos para a definição de RUHs por meio de técnicas de análise espacial. Na aplicação da técnica ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*), concebida por Anselin (1995), os municípios são classificados com base no valor do atributo analisado em relação ao valor médio global (*Z*) e ao valor médio das zonas adjacentes (*Wz*). Os resultados são apresentados em quatro quadrantes de dispersão de Moran ou em mapas denominados "*Box Maps*", que podem ser classificados da seguinte forma:

- Alto-Alto (ou HH, de *High-High*): nesse quadrante estão representados os municípios em que o atributo do próprio município possui valor superior à média global, e onde o valor médio dos vizinhos contíguos também é superior à média global. No caso do atributo densidade populacional, os centros das regiões metropolitanas se enquadram nesse quadrante;
- Baixo-Baixo (ou LL, de *Low-Low*): nesse quadrante, tanto o atributo do município quanto o de seus vizinhos possuem valores inferiores à média global. Quando a densidade populacional é considerada como atributo, normalmente observa-se a maioria dos municípios classificados nesse quadrante, caracterizados por serem de pequeno porte e estarem situados distantes dos grandes centros urbanos;
- Baixo-Alto (ou LH, de *Low-High*): nesse quadrante estão representados os municípios em que o atributo do próprio município tem um valor inferior à média global, porém os vizinhos contíguos têm valor superior à média global. Ao considerar a densidade populacional como atributo, nota-se que os municípios localizados nas adjacências de regiões metropolitanas são classificados nesse quadrante;
- Alto-Baixo (ou HL, de *High-Low*): nesse quadrante estão representados os municípios em que o atributo do próprio município possui um valor superior à média global, enquanto o valor médio dos vizinhos contíguos é inferior à média global. Para o caso de se considerar a densidade populacional como atributo, as grandes cidades do interior do estado são classificadas nesse quadrante, representando polos regionais.

Foram considerados dois atributos neste estudo: densidade populacional e um índice de cobertura espacial de estrutura de circulação viária (*vide* Magalhães, 2016), na Equação 1.

$$IC_x = \frac{\sum_1^n \gamma(i) A_i}{A_x} \quad (1)$$

em que:

IC_x índice de cobertura espacial de estrutura de circulação viária para zona *x*;
$\gamma(i)$ função que determina o peso do atributo à *i*-ésima faixa de cobertura (*buffer*) tal que $\gamma(i) \in [0,1]$, tendo sido aqui empregada uma função polinomial;
A_i área da *i*-ésima faixa contida em uma zona *x*;
A_x área da zona *x*;
n número de faixas (foram adotadas neste estudo 10 faixas com 4 km de equidistância cada).

A "zona x" mencionada se refere aos limites oficiais dos municípios que compreendem as unidades de observação onde os atributos foram calculados. Os quadrantes do gráfico de Moran foram determinados tanto para a densidade populacional (*PDx*) quanto para o índice de cobertura viária (*ICx*), resultando nas variáveis *QPDx* e *QICx*, respectivamente. Na Figura 1, apresenta-se um resumo das atividades desenvolvidas.

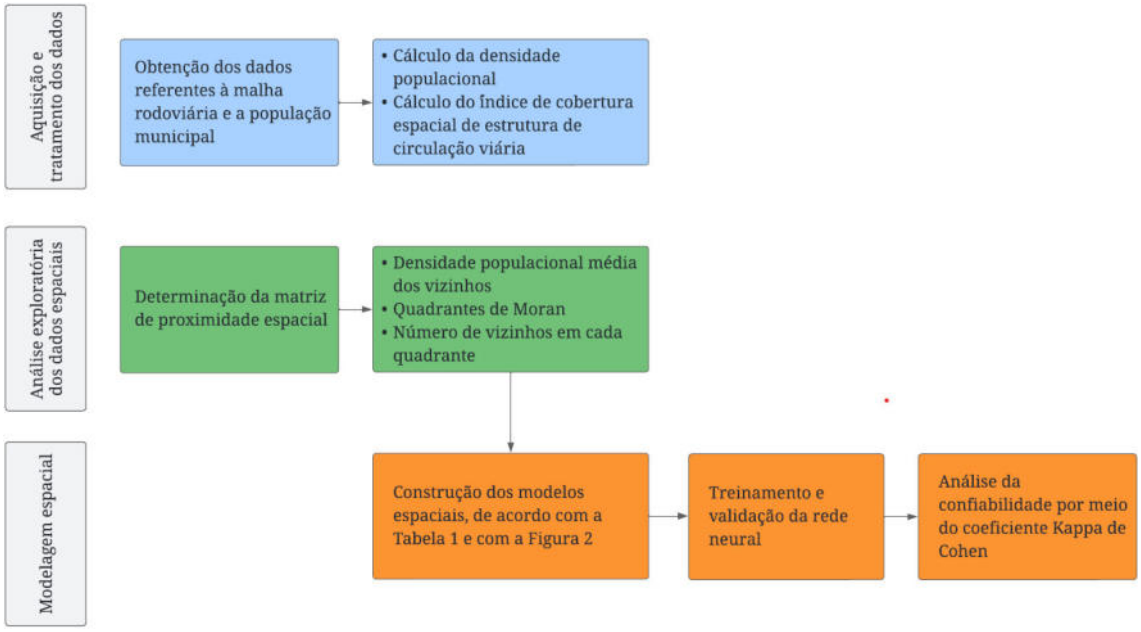
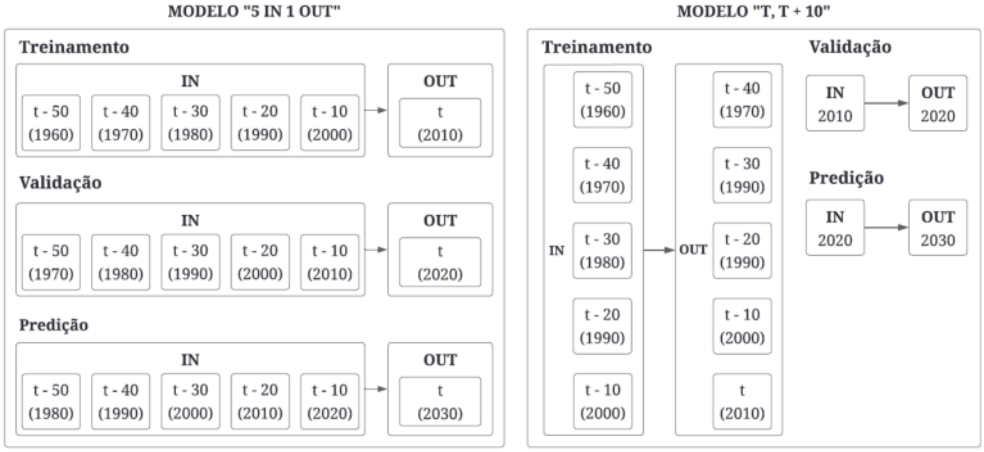


Fig. 1 Etapas metodológicas para definição das Regiões Urbanas Homogêneas

Duas estruturas de modelos foram aplicadas. A primeira, denominada "5 IN 1 OUT", utiliza como dados de entrada as variáveis de cinco períodos consecutivos e igualmente espaçados. O dado de saída, por sua vez, corresponde ao período seguinte. Assim, se o dado de saída for "t" e os intervalos entre os dados forem de 10 anos, os dados devem ser "t - 50", "t - 40", "t - 30", "t - 20", "t - 10" anos. A segunda estrutura, denominada "T, T + 10", consiste em utilizar os dados de um período como entrada e outro como saída. No entanto, ela é organizada de modo que as informações de dois ou mais períodos também sejam consideradas neste modelo. Para isso, os dados de diferentes períodos são armazenados na mesma coluna de uma planilha, formando blocos. Dessa forma, se a primeira estrutura possui "y" observações, a segunda apresenta "5y" observações. A Figura 2 ilustra o esquema das estruturas dos modelos aplicados.

Com base nas estruturas ilustradas acima e nas variáveis definidas previamente, foram delineados seis modelos, agrupados em três categorias, conforme apresentado na Tabela 1. No primeiro grupo, os modelos 1 e 2 consideram apenas as variáveis relacionadas à densidade populacional, que representam o uso do solo. Assim, embora a intenção fosse combinar indicadores populacionais e de infraestrutura rodoviária, esses modelos atuam como balizadores, permitindo a avaliação do impacto da inclusão da infraestrutura nos modelos espaciais. Os modelos 3 e 4, pertencentes ao segundo grupo, incorporam o índice de oferta viária (*ICx*). Nesses modelos, o índice não foi usado em seu valor absoluto, conforme obtido pela Equação 1; em vez disso, foi considerada a variação calculada entre dois períodos. Essa variação foi normalizada entre 0,1 e 0,9 para evitar valores nulos ou extremamente altos, o que poderia resultar em inconsistências durante a modelagem. Por fim, no terceiro grupo, os modelos 5 e 6 buscaram uma abordagem simplificada, reduzindo o número de variáveis de entrada. Nestes modelos, foram considerados apenas os quadrantes

do gráfico de Moran obtidos para densidade populacional e índice de oferta rodoviária, *QPDx* e *QICx*, respectivamente. Com saída, os modelos fornecem o valor do quadrante de Moran referente à densidade populacional (*QPDx*).



NOTA: os dados de 1990 e 2020 se referem, respectivamente, aos censos realizados em 1991 e 2023

Fig. 2 Esquema das estruturas dos modelos espaciais, adaptados de Manzato e Rodrigues da Silva (2010)

Tabela 1 Resumo dos modelos espaciais em função de sua estrutura e variáveis consideradas

Modelo	Grupo	Estrutura	Variáveis de Entrada	Variável de Saída
1	1	5 IN 1 OUT	PD_x, QPD_x, PD_j, $n_{HH_x}^{PDx}$, $n_{LL_x}^{PDx}$, $n_{LH_x}^{PDx}$ e $n_{HL_x}^{PDx}$	PD_x
2		T, T + 10 com 5 períodos		
3	2	5 IN 1 OUT	PD_x, QPD_x, PD_j, $n_{HH_x}^{PDx}$, $n_{LL_x}^{PDx}$, $n_{LH_x}^{PDx}$, $n_{HL_x}^{PDx}$ e ΔIC_x	PD_x
4		T, T + 10 com 5 períodos		
5	3	5 IN 1 OUT	QPD_x, QIC_x	QPD_x
6		T, T + 10 com 5 períodos		

PD_x Densidade populacional
PD_j Densidade populacional média dos vizinhos adjacentes
QPD_x Quadrante da densidade populacional
QIC_x Quadrante do indicador de oferta viária
ΔIC_x Variação do índice de oferta viária
$n_{HH_x}^{PDx}$ Número de vizinhos classificados como Alto-Alto
$n_{LL_x}^{PDx}$ Número de vizinhos classificados como Baixo-Baixo
$n_{LH_x}^{PDx}$ Número de vizinhos classificados como Baixo-Alto
$n_{HL_x}^{PDx}$ Número de vizinhos classificados como Alto-Baixo

Os modelos espaciais foram desenvolvidos utilizando uma estrutura de redes neurais artificiais do tipo *Multilayer Perceptron*, implementada por meio da linguagem de programação Python. A escolha dessa estrutura foi fundamentada em sua alta flexibilidade e na capacidade de capturar relações complexas e não lineares entre os dados. Durante a fase de treinamento, os pesos e valores de *bias* foram ajustados, com as observações divididas aleatoriamente entre os conjuntos de treinamento (70%) e teste (30%). A proporção destinada ao treinamento garante uma quantidade adequada de dados para capturar a variabilidade do conjunto, permitindo que a rede neural desenvolva uma compreensão robusta do problema. Por outro lado, a proporção destinada à etapa de teste fornece um

conjunto de avaliação substancial para medir o desempenho do modelo. Na fase de validação dos parâmetros, todas as observações foram empregadas. Além disso, o *software* GeoDa foi usado para aplicar a técnica ESDA.

Com o intuito de conferir maior robustez aos resultados, utilizou-se o coeficiente Kappa de Cohen, uma métrica de confiabilidade que avalia a concordância entre os dados considerando a concordância esperada ao acaso (Cohen, 1960). Esse coeficiente é especialmente útil em situações de desbalanceamento entre as classes, como é o caso deste estudo, em que prevalecem os valores Baixo-Baixo. Em tais circunstâncias, a precisão geral pode ser tendenciosa. Assim, o Kappa busca corrigir esse viés ao considerar a distribuição a priori das classes preditoras. A interpretação do coeficiente Kappa é comumente realizada conforme a escala estabelecida por Landis e Koch (1977), como detalhado na Tabela 2, a qual foi adotada neste estudo para avaliar os resultados.

Tabela 2 Escala proposta por Landis e Koch (1977) para valores de Kappa

Valor de Kappa	Força de Concordância	
< 0,00	Fraca	(*Poor*)
0,00 - 0,20	Leve	(*Slight*)
0,21 - 0,40	Razoável	(*Fair*)
0,41 - 0,60	Moderada	(*Moderate*)
0,61 - 0,80	Substancial	(*Substancial*)
0,81 - 1,00	Perfeita	(*Perfect*)

O coeficiente Kappa também foi utilizado para avaliar o grau de "aderência" entre as RUHs, delineadas por meio das técnicas de ESDA, e as RMs estabelecidas pelo estado de São Paulo. Essa avaliação foi conduzida em duas circunstâncias distintas: uma considerando as RMs antes e depois da incorporação de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto. O propósito ao analisar esses dois cenários foi não apenas medir o grau de concordância entre as RUHs e as RMs, mas também compreender as implicações das novas regiões na concordância geral.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da concordância percentual dos modelos espaciais desenvolvidos. Essa medida de desempenho foi calculada com base nos dados de validação dos parâmetros, referentes ao ano que representa a década de 2020, e consiste na comparação entre os dados estimados e os dados reais. Para garantir coesão entre as análises, os resultados dos modelos 1 a 4, que têm como variável de saída a densidade populacional, foram submetidos à técnica ESDA para a obtenção do respectivo quadrante. Dessa forma, os resultados são fornecidos tanto em termos globais de cada modelo quanto parciais em cada quadrante.

Tabela 3 Concordância percentual parcial e global dos modelos espaciais obtidas na etapa de validação

Modelo	Grupo	Q1 (HH)	Q2 (LL)	Q3 (LH)	Q4 (HL)	Global
1	1	94,74	100,00	84,62	82,46	93,33
2		76,27	98,90	87,50	88,24	96,12
3	2	95,00	99,82	95,83	94,12	99,07
4		98,31	99,82	91,67	94,12	99,22
5	3	73,33	100,00	66,67	82,35	95,66
6		76,67	100,00	79,17	82,35	96,43

Com base na Tabela 3, é possível observar que os modelos classificados como “T, T + 10 com 5 períodos” (2, 4 e 6) apresentam um desempenho ligeiramente superior em comparação com os modelos caracterizados como “5 IN 1 OUT” (1, 3 e 5), quando se examina os conjuntos de modelos dentro de cada agrupamento. Ao analisar a concordância global em termos percentuais, nota-se que os modelos 4 e 3 demonstraram, nesta ordem, os melhores desempenhos, seguidos pelo modelo 6, que apresentou um desempenho comparativamente mais modesto.

Ao analisar os três modelos com melhor desempenho, nota-se uma confluência entre eles, uma vez que todos integraram dados de indicadores populacionais com dados de infraestrutura rodoviária. Essa constatação endossa a consistência das afirmações de Manzato e Rodrigues da Silva (2010), os quais defendem a inclusão de dados relacionados à oferta de infraestrutura de transporte como uma estratégia eficaz para a definição de RUHs nesse tipo de abordagem baseada em técnicas de análise espacial.

Outro aspecto relevante a se considerar é o percentual de concordância nos quadrantes Alto-Alto (HH) e Baixo-Alto (LH), que identificam as regiões com altas densidades populacionais e as regiões em potencial de crescimento, respectivamente. Os modelos que inicialmente estimam a densidade e, em seguida, aplicam técnicas de ESDA, como os modelos 3 e 4, apresentam resultados mais promissores. Além dos percentuais de concordância parcial e global, também foi calculado o índice de confiabilidade Kappa. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Valores de Kappa para os modelos espaciais

Modelo	Valor Kappa
1	0,82
2	0,86
3	0,96
4	0,97
5	0,83
6	0,85

De acordo com os resultados da Tabela 4, todos os modelos apresentaram valor de Kappa superior a 0,8, indicando uma força de concordância perfeita conforme a escala apresentada na Tabela 2. Isso demonstra que os modelos desenvolvidos alcançaram ajustes satisfatórios durante a etapa de validação. Cabe ressaltar o desempenho proeminente dos modelos 3 e 4 em comparação aos demais.

Em paralelo à avaliação do desempenho dos modelos, é imprescindível examinar a distribuição espacial dos resultados, os quais estão ilustrados na Figura 3. Essa figura corresponde aos modelos 3 e 4, por terem apresentado os melhores desempenhos, como discutido anteriormente. Cada figura apresenta os dados referente à densidade populacional real e estimada pelos modelos para a fase de validação, referente ao ano que representa a década de 2020, por meio de *Box Maps*.

Os mapas plotados também incluem o contorno das Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs) oficiais do estado de São Paulo, possibilitando comparações com os resultados da metodologia empregada. Além disso, uma análise prospectiva é realizada, estimando a densidade populacional para o ano de 2030, com o intuito de explorar o potencial preditivo dos modelos.

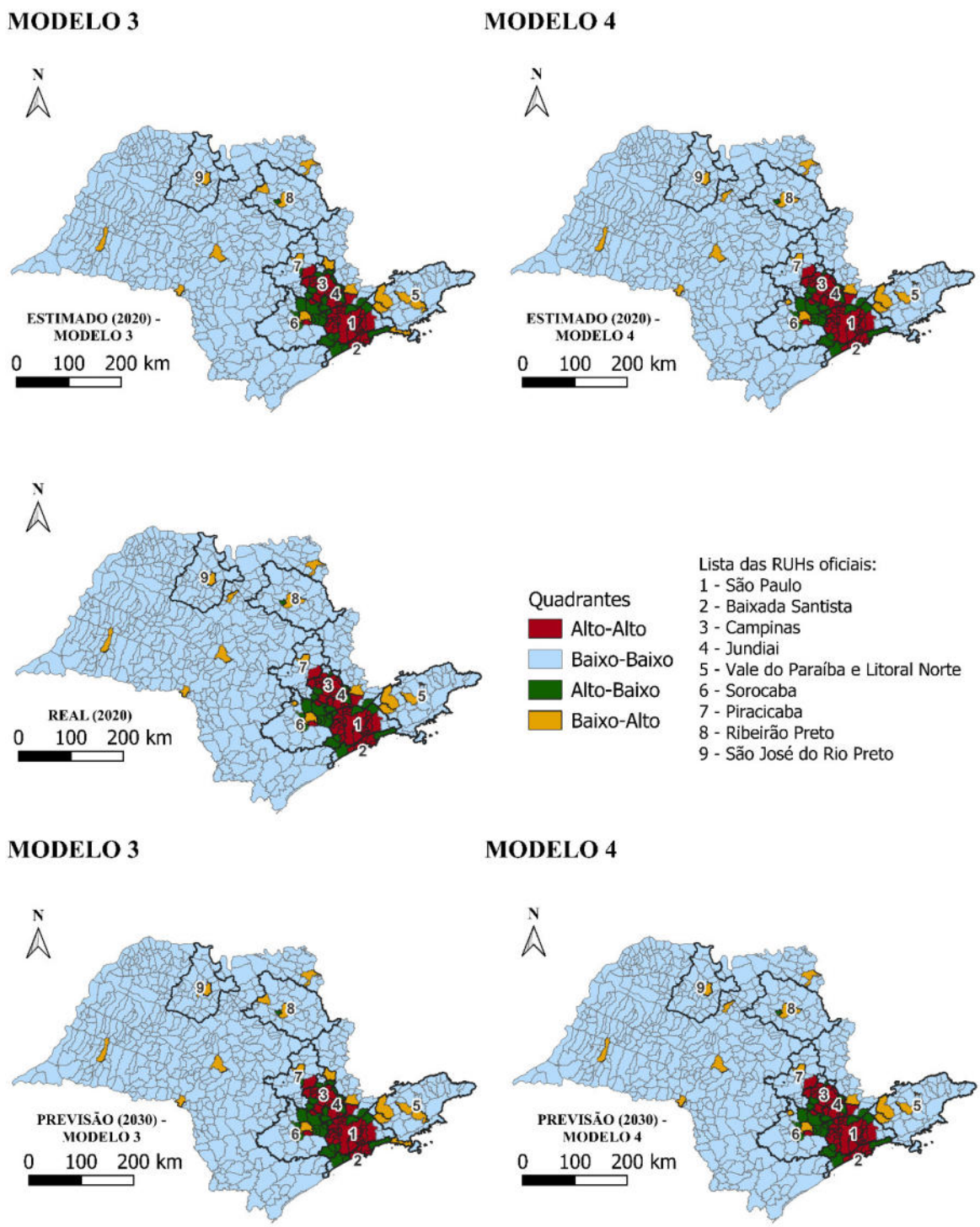


Fig. 3 *Box maps* da densidade populacional real e a estimada para os dados de 2020, além da projeção da densidade populacional para 2030, obtida pelos modelos 3 e 4

Quanto à comparação entre as RUHs obtidas pela abordagem aqui apresentada e as RMs oficiais, também foi realizada uma análise de concordância global e dos valores calculados pelo Kappa, cujos resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Comparação dos valores de Kappa entre as RUHs e RMs antes e depois da inclusão de novas RMs

Regiões Metropolitanas	Global	Valor Kappa	Força de Concordância
Antes: São Paulo, Baixada Santista, Campinas, Jundiaí, Vale do Paraíba e Litoral Norte, Sorocaba e Piracicaba	84,2%	0,46	Moderada
Depois: adição de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto	73,5%	0,30	Razoável

Os resultados mostram que a inclusão de novas regiões teve um impacto negativo na concordância, dado que áreas não classificadas como Alto-Alto na aplicação da técnica ESDA foram designadas como regiões metropolitanas. Essa discrepância também é perceptível na Figura 3. Além disso, nota-se que as forças de concordância, classificadas pelos valores de Kappa, não alcançam níveis tão satisfatórios quanto os observados na concordância global. Isso se deve ao fato de que regiões como Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Vale do Paraíba e Litoral Norte não apresentam municípios pertencentes ao quadrante Alto-Alto, uma imprecisão melhor capturada pelo Kappa em comparação com a concordância geral.

4 CONCLUSÕES

As técnicas de análise espacial têm sido fundamentais para compreender as dinâmicas urbanas. Este artigo teve dois objetivos principais: avaliar o desempenho dos modelos propostos por Manzato e Rodrigues da Silva (2010) ao incorporar dados demográficos e de infraestrutura de 2020, e comparar as RUHs identificadas neste estudo com as definidas pelo estado de São Paulo. Além disso, este trabalho introduz um índice de confiabilidade não utilizado anteriormente, aumentando a robustez dos resultados.

A inclusão dos dados da década de 2020 resultou em modelos espaciais com desempenhos semelhantes aos apresentados pelos autores mencionados. Especificamente, os modelos que consideraram dados de oferta rodoviária demonstraram resultados superiores, especialmente no quadrante Alto-Alto, associados às RUHs conforme a metodologia adotada neste estudo, e no quadrante Baixo-Alto, que representa os municípios potencialmente ingressantes na região homogênea. Assim, os resultados ratificam a abordagem metodológica proposta, que preconiza a combinação de indicadores de infraestrutura de transporte e demográficos, por meio de recursos de análise espacial, para a definição das RUHs.

Dentre os modelos desenvolvidos, dois se destacaram: o modelo 3 e o modelo 4. Ambos possuem um maior número de variáveis de entrada se comparados aos demais modelos e estimam a densidade populacional, proporcionando assim, o aprimoramento do processo de aprendizado da rede neural. O modelo 4, com a configuração “T, T+10”, demonstra uma robustez levemente superior ao modelo 3, sugerindo que considerar a temporalidade dos dados é uma estratégia eficaz.

Quanto à institucionalização das novas RMs estabelecidas pelo estado de São Paulo e, quiçá, em outras unidades federativas do Brasil, nota-se uma baixa dinâmica demográfica. Isso é evidente ao observar que as RMs destacadas na análise, que não estão conurbadas com as demais, nomeadamente Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, não possuem municípios

classificados com Alto-Alto e Baixo-Alto. Essas inconsistências suscitam críticas, especialmente em relação aos critérios utilizados, ou à ausência deles, na definição das RMs. Como consequência, tem-se uma dificuldade na instrumentalização de políticas e deliberações de recursos que atendam às necessidades individuais e coletivas dos municípios.

É importante ressaltar que o estudo não incorporou aspectos políticos e econômicos em sua análise, o que pode ser reconhecido como uma limitação, dada a influência significativa dessas variáveis. Sendo assim, sugere-se que análises futuras incluam parâmetros como o produto interno bruto dos municípios nos modelos espaciais para uma abordagem mais abrangente, de forma a incluir esses aspectos. Além disso, sugere-se a inclusão futura de modelos baseados em regressão espacial e em técnicas de *krigagem* para fins comparativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Programa PrInt USP - Programa de Apoio a Missões Acadêmico/Cientificas no Exterior - PAME) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processos 306548/2022-4, 130614/2023-8 e 305386/2021-2) pelo apoio para o desenvolvimento e divulgação deste estudo.

5 REFERÊNCIAS

Aguiar, L. L. e Manzato, G. G. (2017) Análise Exploratória de Dados de Viagens Pendulares Visando a Definição de Regiões Urbanas Homogêneas. **Transportes**, 25, 1.

Aguiar, L. L., Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2020) Combining travel and population data through a bivariate spatial analysis to define Functional Urban Regions. **Journal of Transport Geography**, 82, 102565. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102565

Ajauskas, R., Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2012) The Definition of Functional Urban Regions: Validation of a Set of Spatial Models with Recent Census Data and Analysis of an Additional Model Specification. **Proceedings of CAMUSS, the International Symposium on Cellular Automata Modeling for Urban Spatial Systems**, Porto, Portugal.

Anselin, L. (1995) Local Indicators of Spatial Association - LISA. **Geographical Analysis**, 27, 93-115.

Antrop, M. (2004) Landscape Change and the Urbanization Process in Europe. **Landscape and Urban Planning**, 67, 9-26. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00026-4

Arellano Ríos, A. (2015) Metropolitan Coordination in Mexico. **Current Urban Studies**, 3, 11-17. https://doi.org/10.4236/cus.2015.31002

Arellano Ríos, A. (2014) La Definición Jurídica del Fenómeno Metropolitano en el Ámbito Subnacional Mexicano. **Opinión Jurídica**, 13, 91-108.

Bode, E. (2008) Delineating Metropolitan Areas Using Land Prices. **Journal of Regional Science**, 48, 131-163. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2008.00544.x

Breitung, W. (2011) Borders and the City: Intra-Urban Boundaries in Guangzhou (China). **Quaestiones Geographicae**, 30, 55-61. https://doi.org/doi:10.2478/v10117-011-0038-5

Cohen, J. (1960) A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. **Educational and Psychological Measurement**, 20, 37-46. https://doi.org/10.1177/001316446002000104

Combes, P. P. e Overman, H. G. (2004) The Spatial Distribution of Economic Activities in the European Union, in: Henderson, J.V., Thisse, J.-F. (Eds.), **Handbook of Regional and Urban Economics**, 2845-2909. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80021-X

Costa, M. A. e Tsukumo, I. T. L. (2013) 40 anos de Regiões Metropolitanas no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Brasília, Brasil.

Debbage, N., Bereitschaft, B. e Shepherd, J. M. (2017) Quantifying the Spatiotemporal Trends of Urban Sprawl Among Large U.S. Metropolitan Areas Via Spatial Metrics. **Applied Spatial Analysis and Policy**, 10, 317-345. https://doi.org/10.1007/s12061-016-9190-6

Dias, R. S., Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2014) A Capacidade de Infraestrutura Rodoviária e sua Relação com o Processo de Metropolização. **Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**, Curitiba, Brasil.

Duranton, G. e Puga, D. (2015) Urban Land Use, **Handbook of Regional and Urban Economics**, Elsevier, 467-560. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59517-1.00008-8

Huang, X., Lu e Q., Zhang, L. (2014) A Multi-Index Learning Approach for Classification of High-Resolution Remotely Sensed Images Over Urban Areas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 90, 36-48. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.01.008

Kourtit, K., Nijkamp, P. e Partridge, M. D. (2015) Challenges of the New Urban World. **Applied Spatial Analysis and Policy** 8, 199-215. https://doi.org/10.1007/s12061-015-9155-1

Landis J. R e Koch G. G (1977) The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, 33, 159-174. https://doi.org/10.2307/2529310

Magalhães, M. T., (2016) Spatial Coverage Index for Assessing National and Regional Transportation Infrastructures. **Journal of Transport Geography**, 56, 53-61. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.08.015

Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2006) Incorporando um Indicador de Oferta de Infraestrutura de Transportes na Definição de Regiões Metropolitanas. **Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, Brasília, Brasil, 341-352.

Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2010) Spatial-Temporal Combination of Variables for Monitoring Changes in Metropolitan Areas. **Applied Spatial Analysis and Policy**, 3, 25-44. https://doi.org/10.1007/s12061-009-9028-6

Marcotullio, P. J. (2003) Globalization, Urban Form and Environmental Conditions in Asia-Pacific Cities. **Urban Studies**, 40, 219-247. https://doi.org/10.1080/00420980220080261

Matiolli, J. A. C., de Oliveira Junior, M. A. e Manzato, G. G. (2017) Modelagem Espacial para a Definição de Regiões Urbanas Homogêneas Incorporando Recentes Dados Demográficos e de Oferta de Infraestrutura Rodoviária. **Transportes,** 25(3), 12-23. https://doi.org/10.14295/transportes.v25i3.1306

Niemeyer, J., Rottensteiner, F. e Soergel, U. (2014) Contextual Classification of Lidar Data and Building Object Detection in Urban Areas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 87, 152-165. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.11.001

Ramos, R. A. R. e Rodrigues da Silva, A. N. (2007) A Spatial Analysis Approach for the Definition of Metropolitan Regions - The Case of Portugal. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 34, 171-185. https://doi.org/10.1068/b31117

Rodrigues da Silva, A. N., Manzato, G. G. e Pereira, H. T. S. (2014) Defining Functional Urban Regions in Bahia, Brazil, Using Roadway Coverage and Population Density Variables. **Journal of Transport Geography**, 36, 79-88. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.03.001

Santos, S. P., Manzato, G. G. e Rodrigues da Silva, A. N. (2014) Estratégias para a Determinação da Densidade Populacional Visando a Definição de Regiões Urbanas Homogêneas por Meio de Técnicas de Análise Espacial. **Anais do 6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Lisboa, Portugal.

Sun, X., Zhang, C. e Tan, Q. (2023) Factors Influencing the Coordinated Development of Urbanization and Its Spatial Effects: A Case Study of Beijing-Tianjin-Hebei Region. **Sustainability**, 15(5). https://doi.org/10.3390/su15054137

United Nations Human Settlements Programme (2022) Envisaging the Future of Cities, **World Cities Report**, Nairobi, Kenya. https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf

Wang, G., Wang, Y., Li, Y. e Chen, T. (2023). Identification of Urban Clusters Based on Multisource Data - An Example of Three Major Urban Agglomerations in China. **Land**, 12 (5). https://doi.org/10.3390/land12051058

Williams, A. M., Foord, J. e Mooney, J. (2012) Human Mobility in Functional Urban Regions: Understanding the Diversity of Mobilities. **International Review of Sociology**, 22, 191-209. https://doi.org/10.1080/03906701.2012.696961

O EFEITO DA MOBILIDADE NA CONFIGURAÇÃO DA CENTRALIDADE NA ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA, PORTUGAL

F. Serdoura, M. FoadMarashi, J. Young

RESUMO

Este artigo explora as propriedades morfológicas da rede viária na demonstração de centralidades na Área Metropolitana de Lisboa (AML). O objetivo foi o de obter uma melhor compreensão sobre como essa entidade pode agilizar o aparecimento de centralidades em diferentes escalas de análise (global, intermédia e local). O método baseia-se em SIG e na modelação estatística para permitir uma análise comparativa entre a totalidade da área metropolitana, as subáreas metropolitanas (norte e sul) e as municipalidades. Para a rede viária, processou-se o mapa de segmentos de vias (linhas centrais) para obter um modelo de rede claro. Em complemento, realizou-se a análise angular e a análise topológica do segmento para calcular as medidas de sintaxe espacial de intermediação em diferentes *raios* métricos e de mudança de direção. Os tipos de centralidade foram legitimados através de análise de *cluster's* decorrente da Análise em Componentes Principais (ACP). O resultado foi um sistema, com diferentes tipos de centralidade e densidade entre escalas. A distribuição espacial e a presença desses tipos de centralidade forneceram um resumo objetivo sobre a estrutura de movimento e de acessibilidade espacial, em diferentes escalas na AML.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto geral e objetivo

A construção da Ponte Vasco da Gama e a conclusão da Circular Regional Interior da Península de Setúbal (CRIPS) vieram conferir outra dinâmica na mobilidade e desenvolvimento na Área Metropolitana de Lisboa (AML). Isso definiu o quadro de crescimento nas subáreas metropolitanas (norte e sul), apresentando expetativas sem precedentes sobre a(s) centralidade(s) na área metropolitana, no crescimento das cidades, na acessibilidade ao centro tradicional (Lisboa) e entre aglomerados urbanos.

O projeto investigação, visa apresentar e testar metodologias e processos consistentes e sólidos capazes de medir e comparar variáveis de '*centro*' de âmbito metropolitano, submetropolitano e municipal, focalizado em elementos como a estrutura viária, e atributos espaciais conferidos pela estrutura morfologia da AML.

O desígnio do trabalho é o de estudar e avaliar a rede viária (estrutura de mobilidade) da AML, com o propósito de averiguar se a área metropolitana, as subáreas metropolitanas (norte e sul) e as áreas municipais possuem vantagens comparativas em diferentes *raios topológicos*, *métricos* e *geométricos*, desvendando a(s) acessibilidade(s) espacial(ais) nas várias tipologias de centralidade (global-intermédia-local).

1.2 Área de estudo

A área de estudo é a Área Metropolitana de Lisboa (AML) no seu todo, território constituído por dezoito (18) municípios dos quais, oito (8) localizam-se na margem norte do Tejo, e, nove (9) concelhos distribuem-se pela margem sul do Tejo. Uma (1) municipalidade desenvolve-se equitativamente por ambas as margens do rio (Figura 1). As subáreas metropolitanas da AML apresentam características socioeconómicas similares, mas, no entanto, variam na constituição topológica da rede viária, atributo que influencia a demonstração de centralidades, no âmbito global, intermédio e local. A análise da *configuração*[1] da rede viária da AML, requer o uso de uma metodologia que investigue o *layout* espacial da rede viária como um elemento estruturador do território metropolitano.



Fig. 1 Área Metropolitana de Lisboa (AML) - Concelhos

2 METODOLOGIA

A metodologia da *Space syntax* utilizada nesta investigação explora a configuração espacial da rede viária da AML para analisar a ***economia do movimento***[2] *espacial* com o propósito de avaliar quantitativamente a '*acessibilidade espacial*'. Este enfoque utiliza indicadores de acessibilidade da teoria dos grafos, que medem a separação espacial. O foco central deste procedimento é o de avaliar os fatores topológicos que separam os assentamentos, medindo a acessibilidade de um determinado lugar a todos os outros lugares na área de estudo ou a todos os outros lugares que estejam a um certo *raio* métrico do lugar em estudo. Todos os

[1] Em termos de *Space syntax*, configuração espacial significa as relações que levam em conta outras relações, ou mais precisamente, um conjunto de relações entre partes (por exemplo, estradas/ruas urbanas), todas as quais interdependentes numa estrutura global de algum tipo. Este conceito aborda o todo de um complexo e não as suas partes (Hillier, Hanson, Graham, 1987).

[2] A teoria da economia do movimento , construída sobre a noção de movimento natural, propõe que a evolução da organização espacial nos assentamentos gera em primeiro lugar o padrão de distribuição de fluxos de padrão de movimento mais ativos e mais tranquilos, que influenciam as escolhas de localização de atividade económicas, e estes, por sua vez, geram efeitos multiplicadores sobre movimento com mais preferência sobre as escolhas de usos urbanos e a rede local à medida que esta se adapta a um desenvolvimento mais intensivo (Hillier, 2007).

destinos são contabilizados como iguais. Outras variáveis como por exemplo os usos urbanos não são considerados durante esta análise inicial.

Para analisar o sistema metropolitano da AML recorreu-se a um processo de representação de segmentos de vias (estradas/ruas), que permite analisar e avaliar três (3) tipos de dimensões; *a)* ***Topológica*** (caminhos com menor número de passagens), *b)* ***Métrica*** (caminhos mais curtos), e, *c)* ***Geométrica*** (caminhos de menor mudança de ângulo). Deste modo foi possível calcular a acessibilidade em diferentes *raios* (global, intermédio e local), relacionando-os com a dimensão da área de estudo e o meio de mobilidade (veículo motorizado). A Tabela 1, sintetiza a sequência metodológica de relacionamento entre os vários processos utilizados no presente trabalho.

Tabela 1 Síntese da sequência metodológica utilizada

Passos Metodológicos	Descrição das Ações
1) Correção do Mapa (*Road Centre Lines*)	***a)*** Remover erros; - linhas duplicadas, - linhas isoladas, - remover espaços viários privados,
2) Análise Espacial (*space syntax*)	***a)*** Topológica *(raios 5 - 100),* ***b)*** Métrica *(raios 5km - 75km),* ***c)*** Geométrica *(angular - raios 5km - 75 km),*
3) Análise Estatística	***a)*** Análise em Componentes Principais (ACP) ***b)*** Uniformização de resultados

2.1 Análise da rede viária

A representação da AML por meio de linhas centrais das vias (*Road Centre Lines*), foi proveniente da plataforma de acesso aberto *OpenStreetMap*. A sua extração (*download*) foi feita em janeiro de 2024, e revista em março do mesmo ano. A rede viária utilizada baseou-se na base de dados rodoviários nacional, embora simplificada, mas exibe detalhes e cobertura suficientes da rede rodoviária, mantendo princípios representacionais eficazes e estáveis. Todas as vias (estradas/ruas) da rede são representadas por uma linha, independentemente do número de faixas de rodagem, exceto as autoestradas, que são representadas por duas linhas, uma para cada sentido, independentemente do número de faixas de rodagem que possuem. Para minimizar o '*efeito de fronteira/limite*', sem condicionar as análises da rede viária foi descarregada conjuntamente uma cintura envolvente (*buffer*) à AML, constituída por 24 freguesias (14 na subárea metropolitana norte, e 10 na subárea metropolitana sul). A área acrescida à AML é pelo menos 50 km para além dos seu limite em todas as direções.

O processamento das linhas centrais das vias (*Road Centre Lines*) compreendeu processos de classificação e edição. Foram aplicadas as mesmas regras em toda a AML e respetiva cintura envolvente. Numa área de dimensão metropolitana, como é o caso da AML, foram tidos em consideração os seguintes procedimentos: ***1)*** separaram-se as vias (estradas/ruas) onde os carros não têm acesso (ex: ruas para peões, vielas, caminhos, ciclovias); ***2)*** foram igualmente separadas as vias (estradas/ruas) privadas (ex: arruamentos de condomínios fechados) desconectadas do sistemas viário público; ***3)*** o procedimento de edição e generalização para toda a AML teve por objetivo remover erros, mas mais importante, foi o permitir a otimização da representação e reduzir o tempo de cálculo, através da redução do número de segmentos de linha. Este processo, de verificação e edição, incluiu a remoção de linhas duplicadas e isoladas. Um dos primeiros objetivos desta análise foi o de alcançar uma

representação detalhada da acessibilidade espacial em diferentes *raios* (global – intermédio – local), tendo sido realizada a análise da rede viária, calculando a centralidade espacial de intermediação ***topológica***, em diferentes *raios* (número de viragens) de 5 a 100, com intervalos de 5 em 5. Isto resultou numa série de 21 raios por segmento de via (estrada/rua). A acessibilidade espacial de intermediação ***métrica***, calculada a partir de *raios* (distâncias) de 5km a 75km, com intervalos de 5 em 5km, resultou numa série de 16 raios por segmento de via (estrada/rua). A acessibilidade espacial de intermediação ***geométrica*** (angular) foi calculada com os mesmos *raios* utilizados na análise métrica, tendo resultado uma série de 16 raios por segmento de via (estrada/rua).

2.2 Análise estatística

Para descrever a AML com base em resultados da *economia do movimento espacial* multidimensional (global – intermédia – local), e, da *acessibilidade espacial* multidimensional (global – intermédia – local), recorreu-se à análise estatística de dados, explorando as possíveis relações entre os diferentes *raios* (variáveis), permitindo um estudo completo, evidenciando grupos amorfos de dados, muitas vezes pouco coerentes, sujeitos a erros e justaposições. O método de análise de relação de dependência e/ou de interdependência entre variáveis, permitiu a inferência estatística, através da '*Análise de Componentes Principais*' (ACP). A análise ACP permitiu estabelecer relações que ajudaram a explicar os dados, encontrando um modo de os combinar tendo em conta a sua totalidade. O estudo das variáveis ajudou a explicitar alguma da informação que estava '*camuflada*' no conjunto de dados. A estatística multivariada constituiu um precioso assistente nesse aspeto, possibilitando analisar e descrever dados como um todo. A análise dos dados, também possibilitou retirar informações mais finas que de outro modo permaneceriam ocultas, pelo que, foi possível explorar o que cada componente rodada representa em termos de *economia do movimento espacial* e *acessibilidade espacial*, tirando a informação nelas contidas (ou seja, as correlações entre cada componente e as variáveis originais) no eixo Y e o raio no eixo X. Cada componente corresponde a uma faixa específica nas diferentes escalas de economia do movimento espacial e de acessibilidade espacial no âmbito metropolitano (global), no âmbito das subáreas metropolitanas (intermédio) e, no âmbito concelhio/municipal (local).

3 ANÁLISE DA REDE VIÁRIA

O modelo da rede viária da área de estudo foi analisado e os seus resultados da *economia do movimento espacial* -global, intermédio, local-, e da *acessibilidade espacial* -global, intermédia, local- foram processados estatisticamente, seguindo os processos narrados no capítulo anterior, expondo de modo claro o *movimento espacial* (percursos/caminhos) e a *acessibilidade espacial* (espaços mais movimentados), que conjuntamente evidenciam as diferentes configurações de ***centralidade***[3]. Esses resultados e a relação entre esses conjuntos são apresentados a seguir.

[3] Segundo Hillier (1999) a centralidade considera os centros dos aglomerados como o resultado de um processo histórico de longo prazo de formação e localização de centros. Este processo implica a configuração da rede viária moldando os padrões de fluxo de movimento, que subsequentemente têm um impacto na distribuição dos usos do solo para formar as áreas mais movimentadas e áreas mais tranquilas da rede e a subsequente influência que isto tem nas escolhas de uso do solo, e no desenvolvimento da área como atrator no traçado do assentamento como um todo. Responde a propriedades configuracionais bem definidas do *layout* do assentamento, mas também inicia mudanças nele, adaptando as condições da rede local.

3.1 Movimento espacial

Por meio da medida sintática ***escolha*** (*Choice*) foi possível analisar quão intenso pode ser a *economia do movimento espacial* (deslocação) dentro da AML. Foram analisados diversos *raios métricos* para as possíveis deslocações (global – intermédia – local), em veículo motorizado (carro), na AML. Para resolver a contradição de que redes viárias menos acessíveis (*mais segregadas*) acrescentam mais ***escolha***[4] global e intermédia ao sistema viário do que redes viárias, mais acessíveis (*mais integradas*) (Hillier, Iida, 2005), utilizou-se a normalização da medida (*normalized angular choice - NACH*). Segundo Hillier, Yang, Turner (2012), por meio da *escolha angular normalizada* é executável analisar o sistema viário, através da ponderação da probabilidade de se passar pelo segmento de via em viagens, medindo o seu potencial como rota, de todos os segmentos de via para todos os outros. Para desvendar as escalas de movimento espacial que melhor descrevem os percursos mais recorrentes nas deslocações de carro (global-intermédia-local) na AML, realizaram-se análises separadas incorporando variações em *raio* (distância).

A Figura **2**, revela os percursos (caminhos) mais recorrentes nas deslocações na AML. Mostram-se os *raios* da medida NACH, para movimentos de carro de âmbito: global (**A** - *raio* 60 kms), intermédio (**B** - *raio* 30 kms) e local (**C** - *raio* 10 kms). Os percursos (caminhos) mais recorrentes nos movimentos (deslocações) na AML mostram que no *raio* global (**A** - 60 kms) os segmentos de vias (estradas/ruas) que apresentam maior probabilidade de utilização nas deslocações em veículo motorizado são as autoestradas. As deslocações entre os dois hemisférios (norte e sul) da AML, são as autoestradas que formalizam o '*anel rodoviário*' em torno do estuário do Tejo. A análise de âmbito global confirma que a probabilidade de deslocação na margem norte da área metropolitana, será mais frequente através dos eixos viários radiais, complementados por uma rede de vias circulares que os liga entre si. Na margem sul da área metropolitana a probabilidade de deslocação de maior intensidade ocorre, para além do arco sul do '*anel rodoviário*', pelo eixo viário de ligação a sul e em menor intensidade pela circular que liga mais aquele eixo a Lisboa.

Os movimentos de *raio* intermédio (**B** - 30 kms) mostram uma probabilidade de deslocação na AML, que utiliza igualmente segmentos de vias (estradas/ruas) anteriormente descritos, complementados por segmentos de vias de maior proximidade. Este efeito é identificado em ambas as subáreas metropolitanas norte e sul. Ou seja, percebe-se um incremento nas deslocações interconcelhias.

Por outro lado, as deslocações previstas com base no *raio* local (**C** - 10 kms) mostram que os fluxos de carro são percurso de proximidade. Embora na subárea metropolitana norte esses movimentos se relacionam com os eixos radiais observados em **A** (*raio* global), eles refletem deslocação de maior intensidade dentro dos concelhos. A sul do Tejo, os movimentos aparentam ser ainda de maior proximidade (concelho/município), não sendo possível identificar com clareza uma rede viária estruturante de ligação entre municípios.

[4] Descreve a probabilidade de se passar por um qualquer segmento de via (estrada/rua) em viagens (deslocações), evidenciando o seu potencial como trajeto (rota), entre todos os segmentos de via para todos os outros (Hillier, Burdett, Peponis, Penn, 1987).

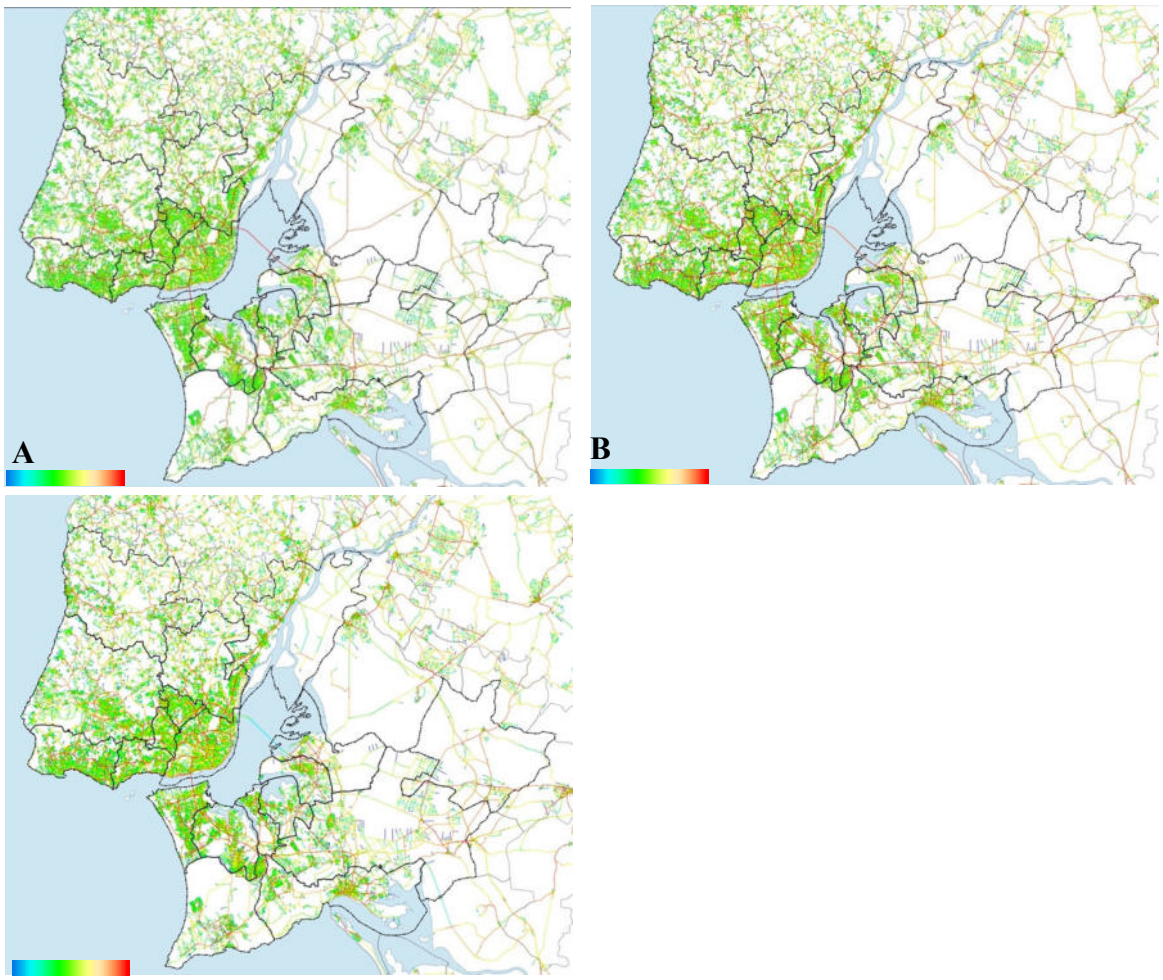


Fig 2 Percursos mais utilizados nas deslocações dentro da AML

3.2 Acessibilidade espacial

A *Space Syntax* permite analisar a rede viária para aferir quantitativamente a *acessibilidade espacial*. É possível medir a acessibilidade espacial de um determinado segmento de via (estrada/rua) a todos os outros na área de estudo ou a todos os outros que estejam a uma certa distância do segmento de via em estudo.

Através daquela análise foi possível calcular a acessibilidade comparada a cada segmento de via (estrada/rua). Para se obter uma análise mais prudente da acessibilidade espacial métrica recorreu-se à normalização da medida (*normalized angular integration - NAIN*), que normaliza a profundidade (*depth*) angular total do sistema viário comparando cada segmento de via (estrada/rua) com a média da AML.

Em termos práticos, isto significa que os veículos motorizados (carros) chegariam a esse segmento de via (estrada/rua) com mais frequência e mais facilmente. Identifica a acessibilidade espacial de cada segmento de via (estrada/rua). A *Análise de Componentes Principais* (PCA) permitiu resumir os 16 raios (distâncias) por segmento de via (estrada/rua), relativos à análise de intermediação da ***integração espacial angular***, em três componentes principais que explicam entre 83% a 89% da diversidade das variáveis originais.

A Figura **3**, revela as acessibilidades espaciais de maior intensidade de movimentos dentro da AML. Mostra os *raios* da medida NAIN, para *raios*: global (**A** - *raio* 65 kms), intermédio (**B** - *raio* 45 kms) e local (**C** - *raio* 15 kms). É perceptível a importância na acessibilidade

espacial global (**A**) na AML, que o '*anel rodoviário*' que une as subáreas metropolitanas norte e sul possui.

Na subárea metropolitana norte, Lisboa é o centro urbano de maior acessibilidade espacial global, com destaque para a área central da cidade. Também assumem alguma ênfase áreas mais periféricas da cidade. Ainda, na subárea metropolitana norte é possível visualizar outros aglomerados de acessibilidade espacial global elevada, ao longo dos eixos Lisboa-Cascais, Lisboa-Sintra, Lisboa-Loures e Lisboa-Vila Franca de Xira.

A sul do Tejo, sobressaem dois aglomerados que emergem ao longo do eixo definido pela A2. Organizados pelo troço sul do '*anel rodoviário*' que envolve o estuário do Tejo, também sobressaem outros aglomerados que evidenciam elevada acessibilidade espacial.

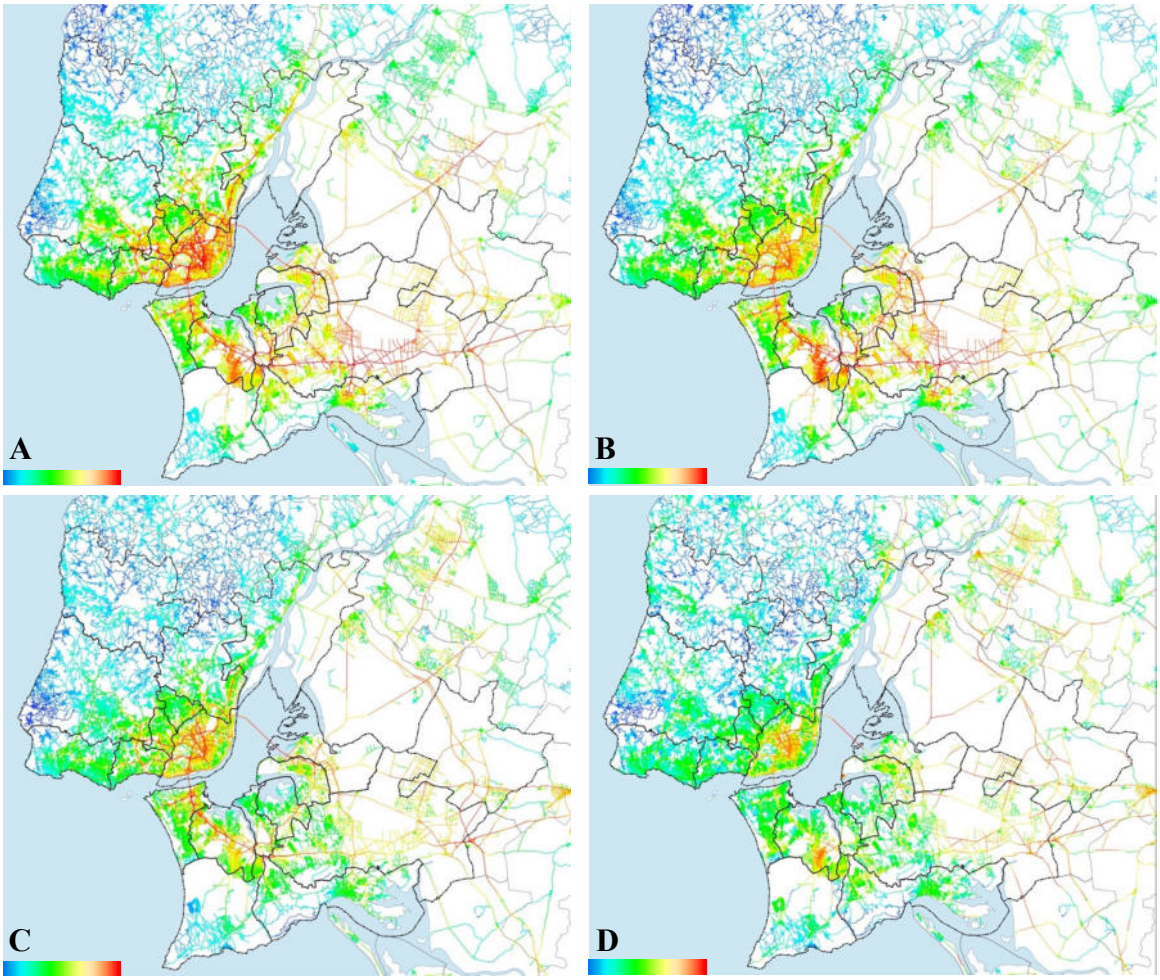


Fig 3 Acessibilidade espacial métrica na AML (NAIN)

A acessibilidade espacial intermédia (**B**), continua a realçar Lisboa, como o aglomerado com maior número de espaços de maior movimento. Para além deste aglomerado, mantém-se outros nos eixos de estruturação de acessibilidade como; Lisboa-Cascais; Lisboa-Sintra e Lisboa-Vila Franca de Xira. Na subárea metropolitana sul, a acessibilidade espacial revela um conjunto de aglomerados conectados ao eixo da autoestrada para sul (A2).

A norte apenas um aglomerado revela espaços (estradas/ruas) mais movimentados. Essa circunstância, aparenta estar relacionada pela acessibilidade conferida pelo atravessamento rodoviário a norte do estuário (Ponte Vasco da Gama).

O cartograma (**C**) da Figura 3, destaca Lisboa, como o aglomerado de boa acessibilidade espacial, mas surge mais contido e menos denso quando comparado com os cartogramas anteriores. Os eixos viários radiais identificados anteriormente apenas revelam acessibilidade espacial a alguns aglomerados. Na subárea metropolitana sul da AML, as acessibilidades espaciais de alguns aglomerados mantêm-se relacionadas com a acessibilidade espacial do eixo viário da A2.

O cartograma (**D**) na Figura 3, revela uma análise da acessibilidade espacial de proximidade (*raio* 5 kms) na AML. Lisboa na margem norte do estuário do Tejo evidencia um conjunto significativo de espaços (estradas/ruas) espacialmente bastante acessíveis. No lado sul do rio destaca-se um conjunto de espaços de elevada integração que formalizam um assentamento no centro geográfico da Península de Setúbal.

4 CENTRALIDADES

A teoria da ***centralidade*** como processo nota que os assentamentos são o resultado de um procedimento de desenvolvimento de longo prazo de formação e localização de núcleos urbanos (Hillier, 1999). Esta hipótese sugere que a configuração da rede viária molde os padrões de movimento, que subsequentemente têm um impacto na distribuição dos usos do solo para formar áreas mais movimentadas (*mais integradas*[5]) e áreas mais tranquilas (*mais segregadas*[6]) da rede e a subsequente influência que elas têm nas escolhas de movimento e de definição de uso do solo (Hillier, 1999).

Por outro lado, a ***centralidade de intermediação*** surge como uma medida para quantificar a probabilidade de um segmento de via (estrada/rua) fazer parte de um caminho (percurso) mais curto selecionado aleatoriamente ligando qualquer par de segmentos (Hillier, Burdett, Peponis, Penn, 1987; Freeman, 1977). A centralidade de intermediação (*betweenness centrality*) responde a características configuracionais bem definidas do traçado (*layout*) do assentamento, mas também informa mudanças nele, adaptando as condições da rede viária local. Essa adaptação consiste na identificação da formação de núcleos de menor escala, o que leva a configurações permeáveis e mais eficientes para deslocações de curta distância.

Recorreu-se ao método de rotação *varimax*, para se explicar as relações entre os componentes principais extraídos e as variáveis de centralidade originais. Isso facilitou a interpretação de como cada variável contribui para as variantes espaciais na centralidade observadas na ACP. Cada componente representa um intervalo específico dentro do *continuum* de centralidade captada na ACP e oferece informações sobre a configuração da rede viária subjacente.

A Figura 4, representa as concentrações de espaços (estradas/ruas) de maior intensidade de movimentos na AML, revela que o '*anel ribeirinho*' em torno do estuário do Tejo se assume como uma grande centralidade polinuclear. O centro (*core*) é formado pelo aglomerado de Lisboa (**1**) e por uma cintura de municipalidades nomeadamente, Oeiras (**2**), Amadora (**3**), Odivelas (**4**) e Loures (**5**) na margem norte, mas também a área nascente do município de Almada (**6**), o eixo central que atravessa o município do Seixal (**7**), na margem sul.

[5] A ***integração*** é uma medida sintática de proximidade que avalia quão próximo cada segmento de via (estrada/rua) está de todos os outros sob diferentes raios de distância e em diferentes escalas, isso é conhecido como '*to-movement*' (Hillier, Yang, Turner, 2012).

[6] A ***segregação***, identifica os espaços (estradas/ruas) mais profundos de todos os outros espaços. Espaços mais segregados têm valores médios de profundidade (*depth*) mais elevados (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, Xu, 1993).

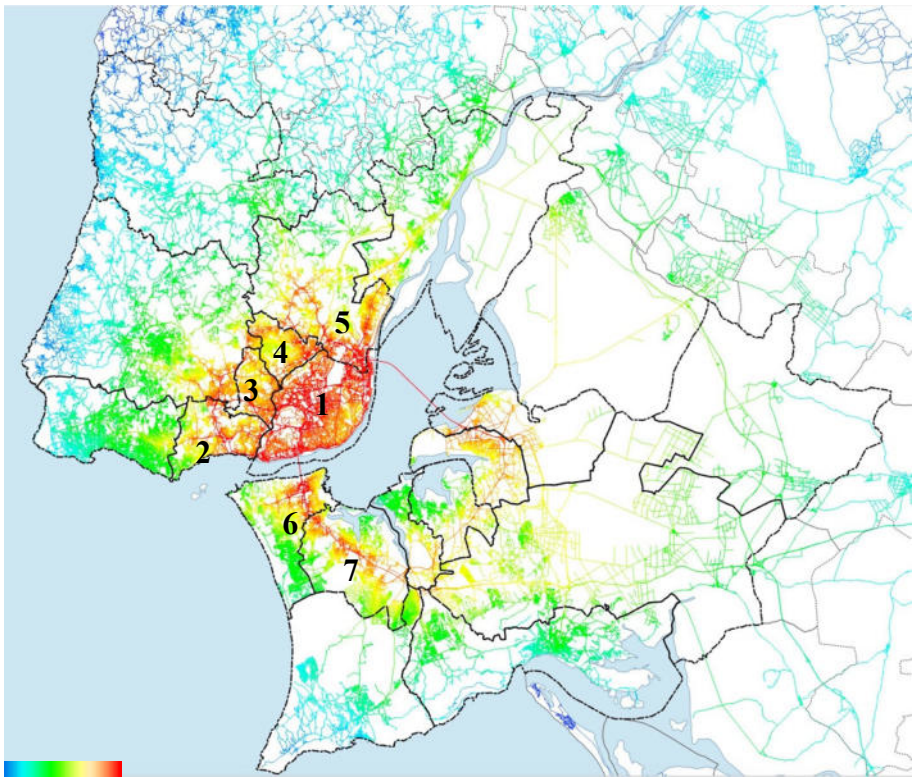


Fig 4 Centralidade topológica (rn) na Área Metropolitana de Lisboa

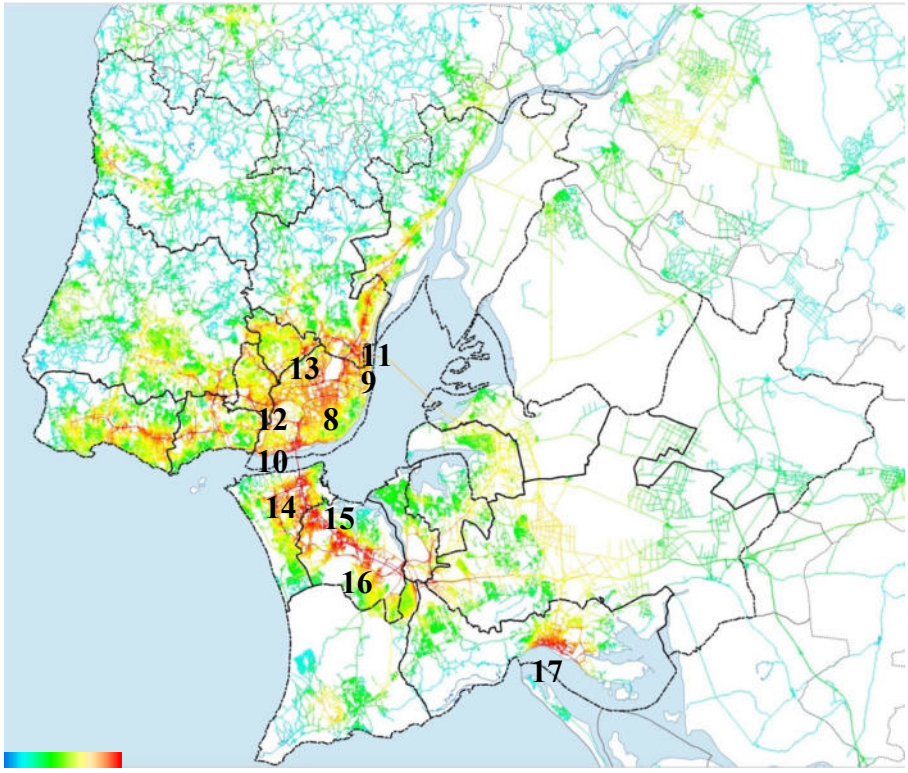


Fig 5 Centralidades topológicas secundárias (r85) na Área Metropolitana de Lisboa

Com base numa análise *topológica* global (r85) é possível confirmar um conjunto mais definido de centralidades nas duas subáreas metropolitanas (norte e sul) da AML (ver Figura 5). Na margem norte do Tejo o centro (*core*) da AML apresenta três polos de centralidade, Avs. Novas (**8**), Olivais/Parque das Nações (**9**) e Alcântara (**10**). Núcleos como o Prior

Velho/Sacavém (**11**), o eixo Benfica/Amadora (**12**) e o centro de Odivelas (**13**), assumem-se como centralidades secundárias no entorno de Lisboa. Na margem sul do Tejo os eixos Almada/Caparica (**14**), Corroios/Cruz de Pau/Fogueteiro (**15**) e o núcleo do Casal do Marco (**16**) também se assumem como centralidades secundárias fortemente relacionadas com o núcleo central (Lisboa). Ainda na margem sul do Tejo, surge uma centralidade predominante, mas isolada, o núcleo antigo da cidade de Setúbal (**17**).

Analisando a AML a partir de um *raio topológico* intermédio (r40) foi possível identificar um conjunto de centralidade camufladas por raios mais globais. Essas centralidades desvendam uma rede de âmbito concelhio/municipal (ver Figura 6).

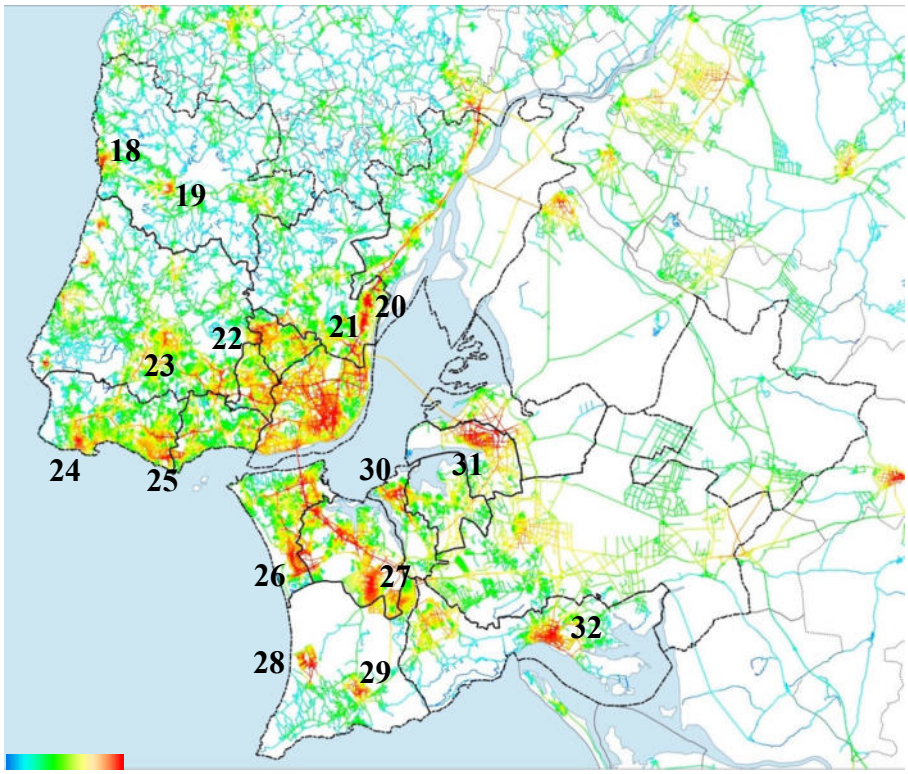


Fig 6 Centralidades topológicas de raio intermédio (r40) na AML

Na subárea metropolitana norte, o estudo revelou centralidades como a Ericeira (**18**), Mafra (**19**), Póvoa de Santa Iria (**20**), São João da Talha (**21**), Famões (**22**), Algueirão/Mem Martins (**23**), Cascais (**24**), Carcavelos/Sassoeiros (**25**). Na subárea metropolitana sul, surgem aglomerados como Aroeira (**26**), Fernão Ferro/Qta. do Conde (27), Lagoa de Albufeira (**28**), Cotovia/Santana (**29**), Barreiro/Lavradio (**30**), Montijo (**31**) e Setúbal (**32**).

Por último considerando um *raio topológico* local (r15, ver Figura 7), a AML organiza por uma rede fina de pequenos centros (*cascos*) que revelam as áreas de maior movimento. Sem se pretender ser exaustivo, algumas dessas áreas podem ser de atratividade funcional, podem corresponder a concentrações de atividades económicas essenciais no quotidiano das populações. Na margem norte merecem destaque os núcleos centrais dos assentamentos Assafora (**32**), Magoito (**33**) e Fontanelas (**34**), no concelho de Sintra; Alhandra (**35**) e Vila Franca de Xira (**36**) no concelho de Vila Franca de Xira. A sul do Tejo os cascos dos aglomerados da Trafaria (**37**) e da Costa da Caparica (**38**) no concelho de Almada, a vila de Palmela (**39**) no concelho de Palmela, a vila de Sesimbra (**40**), a Quinta do Conde (**41**), no concelho de Sesimbra; e casco da vila de Moita (**42**), no concelho da Moita.

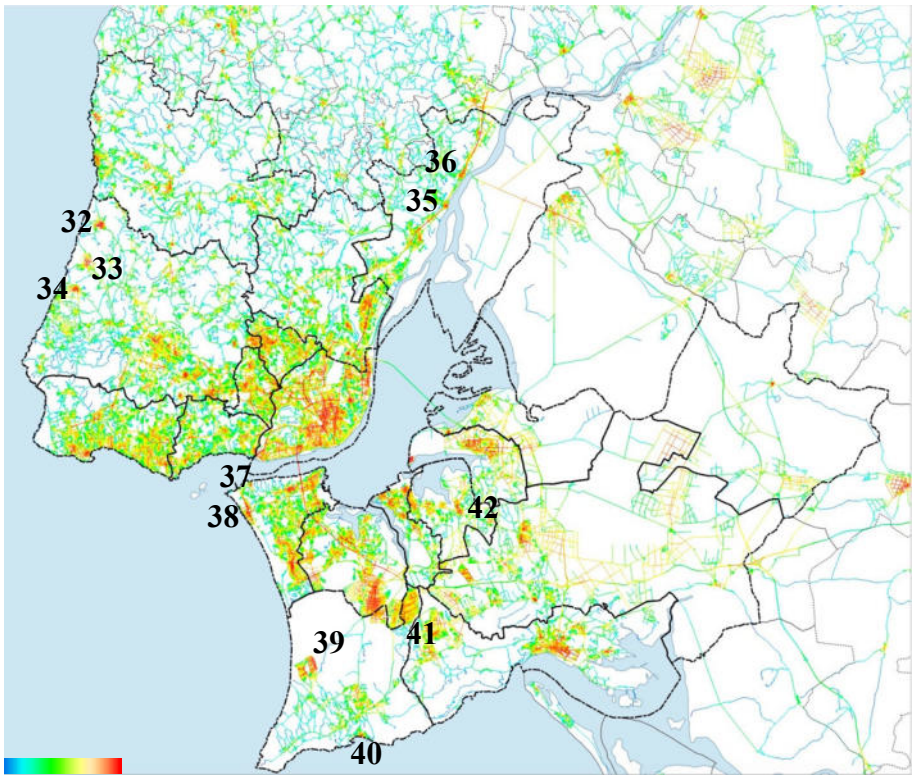


Fig 7 Centralidades topológicas locais (r15) na AML

4 DISCUSSÃO

A investigação indicou quão possível foi identificar, através do estudo do movimento espacial (caminhos) e da acessibilidade espacial, definida através da análise dos segmentos de via, centralidades de intermediação através de múltiplos *raios* (topológicos, métricos e geométricos). Este tipo de conceitos abrangentes presentes na rede viária resumem a complexidade das várias escalas (*raios*) de análise. A análise estatística executada com recurso à ACP permitiu conhecer e explicar os caminhos mais utilizados nas deslocações dentro da AML (ver Figura 8).

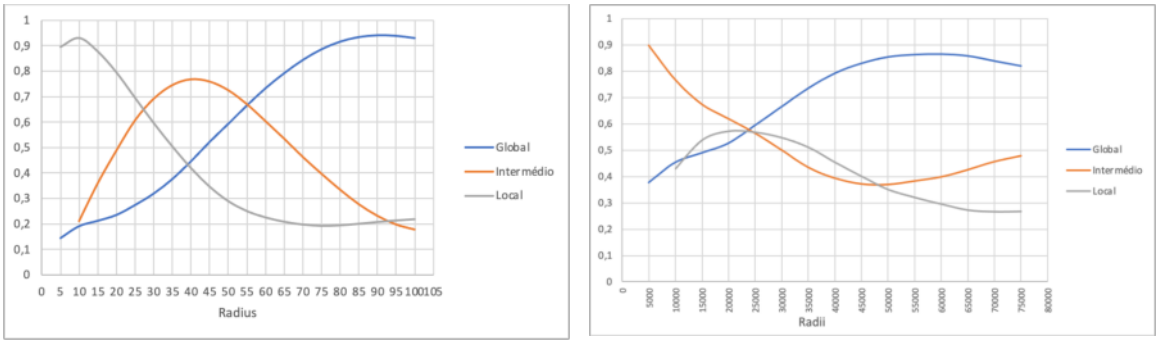


Fig 8 Componentes topológicas e métricas na AML

A identificação discreta da representação dos caminhos (movimento) permitiu que a análise de *cluster* capturasse a sobreposição de *raios*. Os segmentos de vias (espaços) apresentam, nalguns casos sobreposição tanto com um *raio* maior como com um *raio* menor.

Os mapas da análise de acessibilidade espacial da rede viária mostram, em todos os raios, as maiores concentrações de espaços (segmentos de via) com maior acessibilidade (mais integrados) presentes na AML. Os resultados mostram uma nítida afinidade entre circuitos espaciais mais sobrecarregados (aglomerados) e passagens de ligação entre concentrações urbanas. Os movimentos (caminhos) de tipo metropolitano são frequentemente localizados em combinação/atravessamento com locais de grande concentração de aglomerações em ambas as subáreas da AML.

Deste estudo, importa realçar que foram identificadas três categorias de centralidade: global, intermédia e local, que dependem da riqueza morfológica da rede viária. A primeira (global) corrobora a importância que um centro de elevada concentração de espaços (segmentos de via) muito integrados como é o caso da cidade de Lisboa relativamente a outras localidades que gravitam no seu entorno. Neste caso parece existir um '*efeito de sucção*' conferido pela acessibilidade espacial.

A segunda categoria de centralidade (intermédia), revela uma forte relação submetropolitana entre as aglomerações que possuem elevados índices de integração. Por último, a terceira categoria de centralidade (local), revelou lugares com desempenho muito diversificado em termos de atratividade social e provavelmente económica. Esta observação levanta a hipótese de se puder investigar as relações entre fluxos de veículos e os usos do solo.

5 FILIAÇÃO

CiAUD, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa

6 REFERÊNCIAS

Freeman, L. (1977) A set of measures of centrality based on betweenness, **Sociometry 40**, 35-41.

Hillier, B., Burdett, R., Peponis, J., Penn, A. (1987) Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything?, **Architecture et Comportement/Architecture and Behaviour**, 3 (3) 233-250.

Hillier, B., Hanson, J., Graham, H. (1987) Ideas are in things: an application of the space syntax method to discovering house genotypes, **Environment and Planning B: Planning and Design**, v14, 363-385.

Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., Xu, J. (1993) Natural Movement: or. Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment Planning B**, 20(1) 29-66.

Hillier, B. (1999) Centrality as a process: accounting for attraction inequalities in deformed grids, **Urban Design International**, 4 (3/4) 107–127.

Hillier, B., Iida, S. (2005) Network and psychological effects in urban movement, in: A.G. Cohn and D.M. Mark (Eds.): **COSIT 2005**, LNCS 3693, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 475-490.

Hillier, B. (2007) **Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture**. Space Syntax: London, UK.

Hillier, B., Yang, T., Turner, A. (2012) Advancing depthmap to advance our understanding of cities. in: Greene, M and Reyes, J and Castro, A, (eds.) **Proceedings 8th International Space Syntax Symposium**, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 3-6 January 2012.

VAZIOS DE INFORMAÇÃO & INFORMALIDADE: WEB-SCRAPING PARA IDENTIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

A. C. C. Carneiro, F. F. Feitosa, L. F. B. da Cunha

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo exploratório para testar a utilização de dados alternativos, provenientes de web-scraping na construção de modelos voltados para a identificação de assentamentos precários (AP). Dado o caráter informal das transações imobiliárias em AP, nos quais predominam situações de insegurança da posse, partiu-se da hipótese de que áreas caracterizadas por baixa densidade e até mesmo ausência de anúncios de imóveis em portais web especializados, estão associadas à presença de AP. Assim, tais "vazios de informação" representam, na verdade, informação relevante para a identificação de AP. A metodologia utilizada consistiu na mineração de 21.067 anúncios imobiliários da cidade de São Bernardo do Campo (SP) no portal ImovelWeb. A partir desses dados, foram construídos modelos logísticos para estimar a probabilidade de presença de AP. Os testes realizados confirmaram que as dinâmicas do mercado imobiliário formal se dão de forma concentrada no território e majoritariamente fora dos perímetros dos AP, confirmando a hipótese inicial do trabalho.

1 INTRODUÇÃO

Os assentamentos precários (AP) diferem ao longo de todo o território nacional no que se refere à tipologia, métodos construtivos, localização, cultura e nível de precariedade. Este fato dificulta sua identificação e caracterização com base em um único método para todo o país, o que impacta o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a regularização fundiária e programas habitacionais (DENALDI *et al*., 2020). Em que pese a relevância dos problemas habitacionais brasileiros, o país apresenta escassez de informação sobre seus AP, o que vem mobilizando o desenvolvimento de distintas metodologias para sua identificação e caracterização – (MARQUES *et al*., 2007); (DENALDI; FEITOSA, 2016); (FEITOSA *et al.*, 2019); (FEITOSA *et al*., no prelo). Em âmbito internacional, os AP também mobilizam esforços de identificação, com destaque para a pesquisa de (MAHABIR *et al*., 2020) de Detecção e Mapeamento de favelas utilizando dados abertos no Quênia, que buscou identificar fontes de dados abertos alternativos, incluindo a mineração de dados imobiliários, que poderiam ser associados a dados de sensoriamento remoto para identificar favelas com carência de dados.

O presente trabalho busca verificar se dados imobiliários extraídos de portais web podem ser úteis no contexto brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento das metodologias existentes. Com o alcance cada vez maior da internet, aumenta-se o volume, variedade e

velocidade de dados gerados a todo instante, os quais podem subsidiar inúmeras aplicações. Cabe salientar, entretanto, que estes dados – muitos deles denominados "big data" – apresentam limitações, entre as quais destaca-se o fato de estarem restritos a usuários e mercados (SHEARMUR, 2015). Ao tratar do uso destes dados em estudos urbanos, Feitosa (2020) ressalta que tal característica pode restringir nossa visão de "urbano", assim como de sociedade. A autora afirma que estes dados são tendenciosos por natureza e ignoram pessoas que estão alheias aos mercados e atividades específicas que estão sendo rastreadas; excluem boa parte da sociedade e contribuem para deixar invisível aqueles que mais precisam de visibilidade (Feitosa, 2020, p. 4). Ao mesmo tempo, a vasta gama de dados geoespaciais disponíveis, criam um potencial para geovisualização capaz de apoiar o planejamento urbano voltado para esta parcela invisível da sociedade (MACEACHREN, 2004)

Buscando dar outro sentido para estas considerações, o presente trabalho, parte da hipótese de que a baixa concentração ou até mesmo a ausência de dados pode representar informação relevante para a identificação de áreas precárias. Para tanto, apresenta um estudo exploratório similar ao realizado por (MAHABIR *et al*., 2020) para a cidade de São Bernardo do Campo. O estudo testa a utilização de dados imobiliários extraídos de portais web de imóveis (web scraping) na construção de modelos para identificar AP. Acredita-se que, ao construir uma representação da 'formalidade urbana', constituída pela concentração de imóveis anunciados em portais web por imobiliárias, seja possível identificar vazios de informação que caracterizam a informalidade. Busca-se, assim, verificar se tais vazios representam um aspecto territorial relevante para estudos sobre a precariedade habitacional.

2 MÉTODO

O estudo consistiu na construção de modelos de regressão logística para a identificação de AP a partir da densidade de endereços de imóveis anunciados na internet. A regressão logística é um modelo estatístico formulado para prever e explicar uma variável categórica binária (dependente) a partir da sua relação com variáveis independentes. As etapas do estudo foram:

i. Coleta de dados;
ii. Tratamento e integração dos dados;
iii. Criação de superfícies de densidade Kernel;
iv. Construção de modelos de regressão logística;
v. Mapeamento da superfície de probabilidade[1].

A coleta de dados primários foi realizada através da mineração de dados de anúncios imobiliários do portal ImóvelWeb ("imovelweb", 2022), entre os meses de julho e agosto de 2022, com o auxílio do software Power Automate. Os anúncios coletados foram tratados, filtrados e geocodificados com o auxílio da Interface de Programação de Aplicação (API) do Google Planilhas. Em seguida, foram estimadas duas superfícies de densidade kernel a partir destes dados, ambas com largura de banda de 150, sendo uma delas simples (Dens_Simples) e a outra ponderada pelo valor do imóvel anunciado (Dens_Pond). Estas superfícies de densidade de anúncios de imóveis serviram como variáveis independentes dos modelos logísticos.

[1] Superfícies de probabilidade são obtidas pela regressão logística e apresentam uma visão mais informativa do que que apenas o mapa de classificação (sim ou não), obtido pela análise discriminante (FEITOSA *et al*., 2019).

Para representar a presença de AP (variável dependente dos modelos), considerou-se o mapeamento realizado pelo Diagnóstico Habitacional da Região do Grande ABC – DHABC (DENALDI; FEITOSA, 2016). Este levantamento identifica quatro tipologias de AP:

i. T1: assentamentos urbanizados, consolidados e irregulares, que demandam ações de regularização fundiária;
ii. T2: AP, irregulares e consolidáveis, que demandam obras de infraestrutura, podendo necessitar de alguma remoção;
iii. T3: AP, irregulares e consolidáveis, que demandam obras complexas de urbanização e/ou percentual elevado de remoção;
iv. T4: AP, irregulares e não consolidáveis, cuja solução é a remoção total dos domicílios.

A partir dos kernels, foram construídos quatro modelos de regressão logística com o auxílio do Software R para estimar a probabilidade da presença de AP a partir da densidade de anúncios imobiliários, considerando-se a densidade de ocupação das células (Figura 1). Para construção dos modelos, considerou-se duas alternativas de variável dependente: a primeira inclui apenas as tipologias T2, T3, T4 (AP_234), ao passo que a outra inclui todas as tipologias, inclusive a T1, que abarca assentamentos já urbanizados, que aguardam apenas regularização (AP_1234). As variáveis geradas foram integradas em uma base celular vetorial com resolução de 100m e utilizadas para a construção de 4 modelos de regressão logística, conforme apresentado na tabela 1.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Variável Dependente (Y)	AP_1234	AP_234	AP_1234	AP_234
Variável Independente (X)	Dens_Simples	Dens_Simples	Dens_Pond	Dens_Pond

Fig. 1 Variáveis consideradas nos modelos de regressão logística

Os modelos de regressão logística foram construídos para estimar a probabilidade de uma área (célula) ser (1) ou não (0) um AP a partir de sua relação com a densidade de imóveis anunciados em portais web. Para cada modelo de regressão logística foram geradas e mapeadas superfícies de probabilidade.

3 RESULTADOS

A mineração de dados obteve um retorno de 58.007 anúncios, dos quais 21.067 puderam ser geocodificados, por possuírem endereços completos. Os anúncios válidos e geocodificados são apresentados na Figura 2. A partir destes dados gerou-se a estimativa de densidade Kernel apresentada na Figura 3, na qual se encontram sobrepostos os assentamentos precários de São Bernardo do Campo (DENALDI; FEITOSA, 2016). Os resultados apresentados na Figura 3 apontam uma concentração dos anúncios imobiliários em áreas sem assentamentos precários.

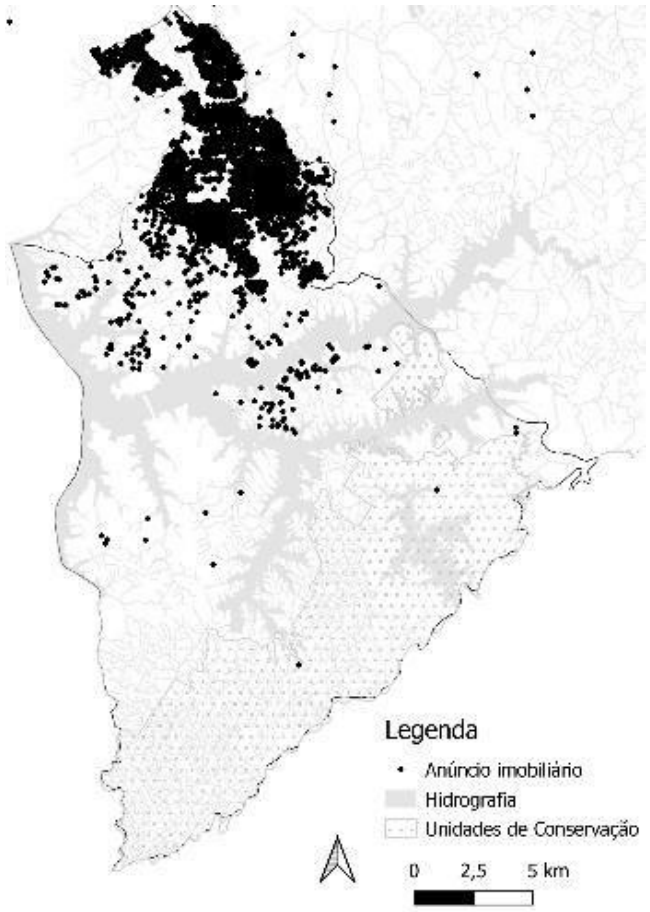


Fig. 2 Mapeamento dos anúncios imobiliários coletados para São Bernardo do Campo

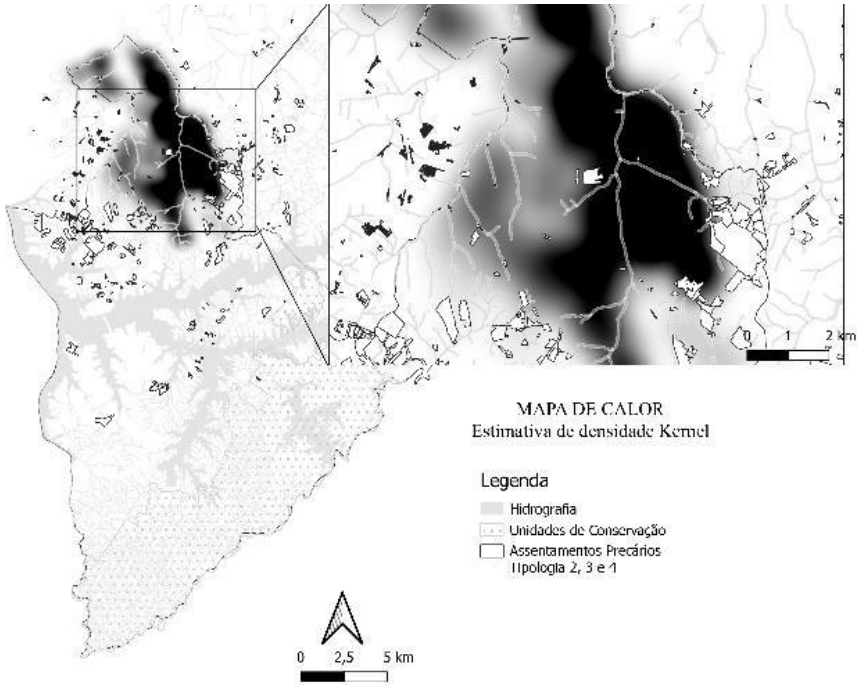


Fig. 3 Estimativa de densidade Kernel

Os resultados dos quatro modelos logísticos estimados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Coeficientes Estimados

	Coeficientes			
	Modelo 1	**Modelo 2**	**Modelo 3**	**Modelo 4**
Constante	-1,566 ***	-2,058 ***	-1,563 ***	-2,057 ***
Dens_Simples	-0,044 ***	-0,056 ***	-	-
Dens_Pond	-	-	$-6{,}546.10^{-8}$ ***	$-7{,}852.10^{-8}$ ***
Erro Padrão (EP)	0,016	0,019	$1{,}605.10^{-2}$	$1{,}922.10^{-2}$
AIC	26552	20176	26515	20158

*** *indica nível de significância estatística de 0,001*

Em todos os modelos, os coeficientes estimados para a variável independente (Dens_Simples ou Den_Ponderada) foram negativos e significativos, o que corrobora a hipótese inicial de que os dados de anúncios de imóveis estão negativamente correlacionados com a presença de assentamentos precários.

O Akaike Information Criterion (AIC) fornece um método para avaliar a qualidade do modelo por meio de comparação com outros relacionados, sendo o mais indicado aquele que apresentar o menor coeficiente. No caso deste estudo, os modelos que apresentaram os melhores resultados foram os que desconsideram a tipologia 1 de AP na análise (Modelos 2 e 4), restringindo-se aos assentamentos mais precários. Entre os dois modelos, o Modelo 4, que considera a superfície de densidade kernel ponderada pelos preços dos imóveis (Dens_Pond) apresentou resultados melhores.

A Figura 4 apresenta a superfície de probabilidade de presença de AP gerada a partir dos resultados do Modelo 4. No mapa da Figura 4, as células mais escuras estão mais próximas de 1 e apresentam maiores probabilidades de serem AP, ao passo que as células mais claras apresentam menores probabilidades. Uma análise qualitativa foi conduzida a partir da sobreposição dos polígonos dos AP (em vermelho), indicando a concentração de AP em áreas escuras, ou seja, apontadas pelo modelo como de baixa probabilidade.

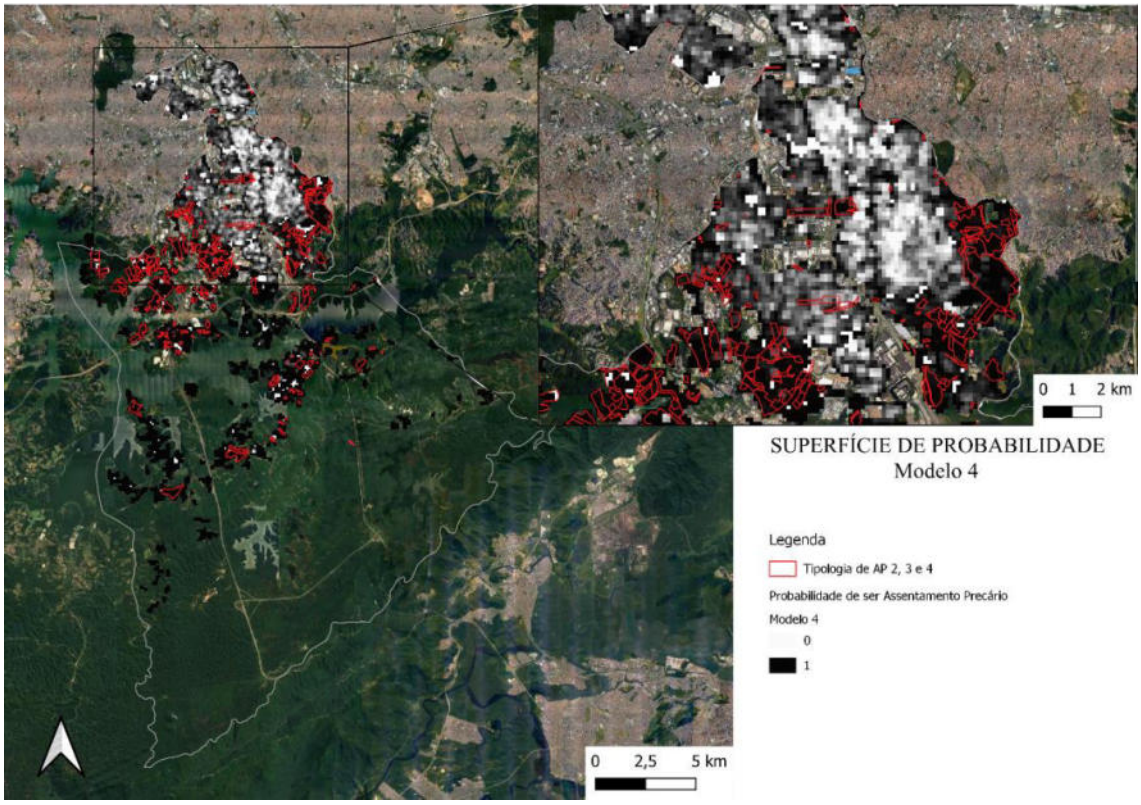


Fig. 4 Mapa de superfície de probabilidade para o modelo 4

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de assentamentos precários é uma tarefa essencial na elaboração de programas habitacionais, definição de prioridades e adequação de financiamento a distintas realidades. Apesar de seu caráter essencial, as metodologias de identificação de AP são fortemente impactadas pelas inúmeras limitações existentes na produção de informações e até mesmo pela escassez de informações (FEITOSA *et al*., 2019). Dentro deste cenário, este estudo se mostrou eficaz ao trazer a possibilidade de uma nova variável que possa auxiliar na identificação de assentamentos precários brasileiros. Devido ao aumento exponencial da produção de dados e o seu carácter desigual dentro do território, verifica-se que é possível extrair informações importantes através da espacialização destes dados, incluindo, os vazios informacionais gerados.

Ao analisar a relação entre a densidade de imóveis anunciados em portais web e a presença de assentamentos precários, verifica-se que a movimentação do mercado formal em ambiente online é concentrada no tecido urbano e não engloba grandes porções da periferia da cidade, onde, geralmente, encontram-se os assentamentos precários. Os resultados encontrados, corroboram a hipótese inicial.

Pelo caráter exploratório do estudo, entende-se que há uma vasta possibilidade de aperfeiçoamento da abordagem proposta, como o aumento do tempo de coleta de dados de modo a capturar as dinâmicas espaço-temporais do mercado imobiliário formal online e a elaboração de modelos utilizando outras variáveis, como renda e uso e ocupação do solo.

4 REFERÊNCIAS

Denaldi, R.; Romeiro, P.; Castro, A.; Krause, C.; Chaer, T.; Bomtempo, R. (2020). Produto 1 – Estudo conceitual e metodológico: Pesquisa de Núcleos Urbanos Informais no Brasil. [S.l.]: SNH/MDR e IPEA.

Denaldi, R.; Feitosa, F. (2016). **Diagnóstico Habitacional Regional do Grande ABC.pdf**. Santo André: Consórcio Intermunicipal Grande ABC; Universidade Federal do ABC.

Feitosa, F.; Denaldi, R.; Pinho, C.; Vasconcelos, V.; Brandão, A.; Silva, G.; Petrarolli, J.; Jacovine, T.; Danna, L.; Lisboa, F.; Gonçalves, G.; Silva, G.; Lima, M.; Chaves, I.; Almeida, M.; Moraes, G. (2019). ***MAPPA: Metodologia para Identificação e Caracterização de Assentamentos Precários em Regiões Metropolitanas Paulistas***. ABC: UFABC.

Feitosa, F.; Cunha, L.; Gonçalves, G.; Simões, P. **Modelagem para a Identificação de Núcleos Urbanos Informais: Uma Proposta Metodológica**. Em: *Núcleos Urbanos Informais - abordagens territoriais da irregularidade fundiária e da precariedade habitacional.* Brasília: [s.n.].

imovelweb. Portal Imobiliário. Consultado entre junho e agosto de 2022. Disponível em: <https://www.imovelweb.com.br/>.

MACEACHREN, A. et al. (2004) **Geovisualization for Knowledge Construction and Decision Support**. IEEE Computer Graphics and Applications, 2004

Mahabir, R.; Agouris, P.; Stefanidis, A.; Croitoru, A.; Crooks, A. (2020). **Detecting and mapping slums using open data: a case study in Kenya**. International Journal of Digital Earth, (v. 13, n. 6) p. 683–707.

Marques, E.; Gomes, S. (Eds.). (2007). **Assentamentos precários no Brasil urbano**. São Paulo, Brazil: Centro de Estudos da Metrópole / CEBRAP; Secretaria Nacional de Habitação / Ministério das Cidades.

Mitchell, R. E. (2018). **Web scraping with Python: collecting more data from the modern web** (2nd ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Shearmur, R. (2015). **Dazzled by data: Big Data, the census and urban geography.** Urban Geography, 36(7), 965–968.

ANÁLISE INTEGRADA DA DENSIDADE URBANA E DA OFERTA DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS DE EDUCAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

G. M. Moraes e K. R. C. Marins

RESUMO

O planejamento e gestão urbanos vinculam-se à promoção de melhores condições de equidade e acessibilidade a equipamentos públicos urbanos. Todavia, a legislação brasileira e as políticas públicas não detalham métricas para a avaliação da oferta de tais equipamentos. Este trabalho analisa as relações entre o adensamento populacional e a localização de equipamentos públicos urbanos do setor educacional, para os distritos da Região Metropolitana de São Paulo, a partir de análises espaciais da densidade demográfica, matrículas e taxas de escolarização bruta aplicadas ao estudo de caso. Dentre os resultados, destaca-se que a área central de São Paulo alcançou taxas abaixo de 1,0 matrícula por habitante em idade escolar, enquanto os distritos periféricos apresentaram taxas acima de 1,0. O trabalho evidencia a necessidade de uma análise integrada de parâmetros que quantifiquem, como insumos apoiando a tomada de decisão, as relações entre densidade e a oferta de equipamentos públicos urbanos de educação.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as legislações urbanísticas têm apresentado incentivos para o adensamento populacional em certas porções do território, nas cidades brasileiras. Um caso nacional emblemático é o Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo de 2014, que aponta, dentre suas diretrizes, o adensamento em áreas próximas ao transporte de massa de alta e média capacidades, associado à diversidade do uso do solo (PMSP, 2023). Recentemente, o plano teve sua revisão intermediária aprovada por meio da lei nº 17.975/2023, na qual se regulamentou uma ampliação das áreas de influência próximas ao transporte de massa de alta capacidade (PMSP, 2023), antes com raios mais restritos, permitindo aumentar o potencial construtivo no município, ainda que sem inovações em infraestruturas, serviços e qualificações locais.

A ideia de incentivar o adensamento é amplamente discutida na literatura, na qual se destaca o conceito do Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), que essencialmente compatibiliza aspectos de uso e ocupação do solo e mobilidade urbana visando ao incentivo ao transporte público e a criação de múltiplas centralidades. O DOT alinha-se a princípios de promover o adensamento populacional próximo ao transporte de massa, mediante diversidade social e usos mistos do solo (Jacobson and Forsyth, 2008; Suzuki *et al.,* 2013). O adensamento das cidades pode gerar uma série de qualidades e benefícios ao proporcionar regiões compactas e conectadas, evitando o espraiamento

urbano e contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Maria Devecchi, 2014; Mcfarlane, 2023). Outra grande vantagem associada ao adensamento populacional diz respeito ao acesso às atividades urbanas, que, ao estarem mais concentradas e acessíveis, incentivam a caminhada, por permitirem viagens com distâncias mais curtas, beneficiando-se do uso misto do solo, como aponta Fonseca *et al*. (2022).

A importância de acesso a equipamentos e serviços públicos urbanos é assegurada pela Constituição Federal Brasileira, que enuncia, no Artigo 6º: "são direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados" (Brasil, 1988). Tal ponto também é referendado pelas diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas de 2015, em especial o ODS 11, segundo o qual os países signatários se comprometeram, até 2030, a "proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência" (ONU, 2015). Dentre os diversos equipamentos urbanos que se constituem para assegurar direitos aos cidadãos, destacam-se aqueles referentes à educação, em especial, as escolas públicas.

Assim, a integração entre o planejamento e a gestão de equipamentos urbanos de educação e a análise da demanda de matrículas escolares é fundamental para uma leitura clara do território e um diagnóstico acurado sobre as reais necessidades dos municípios. Entretanto, tanto no cenário nacional como no mundo, os incentivos ao adensamento e as diretrizes da política urbana pouco incorporam o tema dos equipamentos urbanos e seus desdobramentos na garantia de acesso a serviços. As práticas de DOT postulam o estabelecimento de métricas claras que assegurem a efetividade de tais diretrizes, para que, em um contexto de promoção de acesso universal, conforme estabelecido nos ODS, os municípios garantam os direitos sociais aos cidadãos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar, a partir de parâmetros e análises exploratórias, quais são os padrões espaciais presentes nas relações entre demanda e oferta de equipamentos públicos urbanos, por meio de métricas de adensamento populacional e da localização dos equipamentos, especificamente no recorte do setor educacional, adotando-se os distritos situados na área urbana dos municípios integrantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Busca-se verificar a existência de áreas com alto adensamento populacional e baixa oferta de equipamentos, e vice-versa, que poderiam ser consideradas prioritárias para a articulação e atuação de políticas públicas urbanas.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

No âmbito brasileiro, a Lei Federal nº 9.394 de 1996 das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, com acréscimos pela Lei nº 11.700 de 2008, estabelece o dever do Estado em garantir educação escolar pública que será efetivado mediante a oferta de "vaga na escola pública de educação infantil ou de ensino fundamental mais próxima de sua residência a toda criança a partir do dia em que completar 4 (quatro) anos de idade" (Brasil, 1996; Brasil, 2008). Tal direito também é reiterado pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069, de 1990), que prevê, em seu Artigo 53, alterado em 2019 (Lei nº 13.845/2019), o "acesso à escola pública e gratuita, próxima de sua residência, garantindo-se vagas no mesmo estabelecimento a irmãos que frequentem a mesma etapa ou ciclo de ensino da educação básica" (Brasil, 2019).

No nível municipal, a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo estrutura sua política educacional, com base nas leis federais, a partir da organização administrativa das chamadas Diretorias Regionais de Educação (DREs), que consistem em divisões que coordenam as atividades em territórios da cidade. O município de São Paulo está dividido em 13 DREs, a partir de seus limites distritais. Em 2021, a mesma secretaria aprovou uma nova instrução normativa, a fim de melhor detalhar as regras para o atendimento e o acesso dos estudantes às escolas públicas, definindo que a matrícula seja realizada a partir do georreferenciamento das residências dos estudantes e do endereço da Unidade Educacional preferencial, considerada a partir da distância máxima de um raio de até 1,5 km para turmas de Berçário e até 2 km para os demais agrupamentos (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2021). Dessa forma, identifica-se um avanço inicial na tratativa legal de diferenciar as etapas de ensino por faixas etárias e a capacidade de autonomia de deslocamento dos alunos.

Entretanto, ainda que no caso de São Paulo haja diretrizes mínimas para o atendimento de serviços de educação à população, as mesmas não se inserem em um contexto amplo da política urbana, isto é, não há articulações entre as DREs e a regulamentação urbanística. Parâmetros técnicos ou métricas de densidade urbana não são utilizados para avaliação da demanda, nem se identifica diálogos claros com as diretrizes e normativas presentes no Plano Diretor, no que tange à evolução do crescimento populacional em certas áreas, por exemplo. Tal ponto também é visto em outras experiências internacionais, como apresentado por Ghiorma e Gurrutxaga San Vicente (2023), que avaliaram os planos de ordenamento territorial de todas as regiões da Espanha e concluíram haver uma escassez de análises e diretrizes que guiem os planejadores e governantes para a implementação de novos equipamentos e atendimento às necessidades dos cidadãos.

Em contraste, a organização do sistema educacional de Lisboa define uma delimitação de agrupamentos de escolas, isto é, unidades territoriais básicas de análise e ordenamento da rede de equipamentos de ensino junto à política urbana (Lisboa, 2008). Todas as residências localizam-se em freguesias, equivalentes à dimensão de bairros nas cidades brasileiras, e que pertencem a um agrupamento, sendo os agrupamentos definidos pela Carta Educativa do Município - o principal instrumento de planejamento e ordenamento prospectivo de equipamentos educativos (Lisboa, 2008). A carta também aponta indicadores que permitem avaliar a qualidade e a evolução das métricas do ensino, por agrupamento, com destaque à taxa de escolarização, que compreende a razão entre o número de alunos matriculados no nível de ensino em análise e número de habitantes da faixa etária do respectivo nível. Além disso, a programação de equipamentos coletivos é organizada pela Direção-Geral do Território (DGT), antiga Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU). Em 2002, o DGOTDU divulgou os indicadores que devem ser considerados para o planejamento de equipamentos, abrangendo a população-base, que, de modo genérico, consiste no número de habitantes ou estrato populacional, que utilizará o equipamento. Dessa forma, a população-base orienta a "unidade mínima" de planejamento de equipamentos, ou seja, indica o limiar das suas condições de viabilidade econômica, técnica e funcional (DGOTDU, 2008).

De maneira geral, diversos municípios apontam a carência ou necessidade de documentos técnicos que orientem diretrizes para a construção de novas unidades educacionais e a requalificação das existentes, em consonância às legislações urbanas (Neves, 2015). Isto é, para a elaboração de políticas públicas de ordenamento do território, faz-se primordial a

caracterização e a análise das condições de acessibilidade a tais equipamentos, para promoção da integração espacial e justiça social.

3 MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho utiliza uma sequência de processamento de dados, via Sistemas de Informação Geográficas (SIG) e Análises Espaciais Exploratórias de Dados (ESDA), para gerar métricas de análise conjunta entre a demanda e a oferta de equipamentos públicos urbanos, com base no adensamento populacional e na localização dos equipamentos públicos de educação, conforme sequência ilustrada na Figura 1. O SIG permite o tratamento computacional de dados geográficos por meio da manipulação, mapeamento e geoprocessamento de dados, utilizando sua localização espacial, ao passo que a ESDA permite uma descrição acurada do dado relacionado ao processo que se opera no espaço, bem como auxilia na exploração de padrões e relações do dado em questão. A ESDA relaciona-se às estratégias para encontrar explicações, a partir da exploração do dado, por diferentes perspectivas (De Smith *et al.*, 2007). Ela se baseia no conceito de dependência espacial, isto é, a condição em que pontos próximos entre si no espaço estão mais relacionados do que pontos distantes, de forma que em análises exploratórias permite a visualização de possíveis agrupamentos e padrões espaciais no espaço.

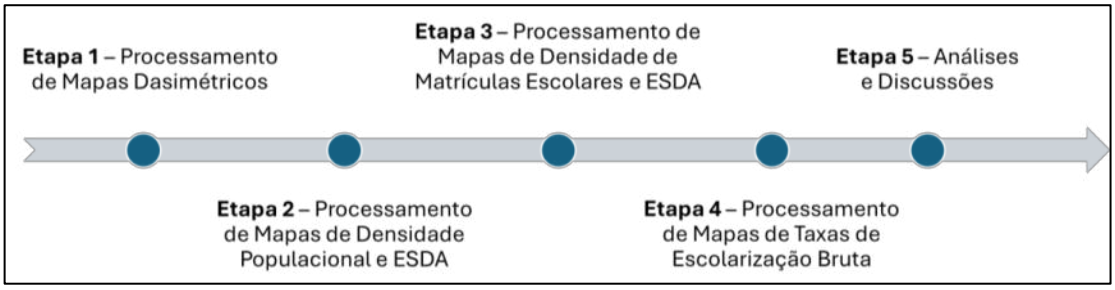


Fig. 1 Fluxograma dos principais processos do método

Inicialmente (**Etapa 1**), por meio de operações espaciais em SIGs, são elaborados mapas dasimétricos a partir da área urbanizada dos municípios e distritos analisados. Isto é, produzem-se mapas que consideram apenas a mancha urbana da área analisada, de forma que, ao invés de considerar toda a área do polígono dos limites territoriais, utilizam-se apenas as áreas efetivamente ocupadas com urbanização, evitando-se massas d'água e áreas verdes.

Na **Etapa 2** são processados e analisados mapas de densidade populacional, tanto da população urbana total de cada distrito, como também da população em idade escolar (PIE), assumindo-a entre 4 e 14 anos, que corresponde ao intervalo obrigatório de início da vida escolar e término do ensino fundamental. Destaca-se que a PIE pode ser estratificada por nível de ensino, segundo a lei que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394, de 20/12/1996), sendo a educação infantil de pré-escola para crianças entre 4 e 5 anos, o ensino fundamental I para as idades entre 6 e 10 anos e o ensino fundamental II para as idades entre 11 e 14 anos (Brasil, 1996). Uma vez que há casos de reprovações e distorções entre a série e a idade dos estudantes, posto que as crianças podem completar os ciclos escolares no início ou no fim das idades estipuladas, foi considerado um ano a mais para cada intervalo descrito, respectivamente 4 a 6 anos para o ensino infantil, 6 a 11 anos para o ensino fundamental I e, por fim, 11 a 15 anos para o ensino fundamental II.

Também na **Etapa 2**, procede-se à ESDA. Para a exploração de *hotspots* (áreas com alta autocorrelação) e *coldspots* (áreas com baixa autocorrelação) são avaliados mapas de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), que auxiliam na compreensão dos processos de dependência espacial tanto para os resultados de densidade populacional, quanto para a densidade de matrículas escolares, bem como o Índice de Moran (I). O *LISA Significance Map* ou mapa LISA de significâncias pode ser utilizado para determinar o nível de significância de cada uma das áreas (polígonos) mapeadas. Tal mapa apresenta quatro grupos, classificando os dados em: não significativos, significativo a 5%, significativo a 1% e significativo a 0,1% (Anselin *et al.*, 2006). Já o Índice de Moran fornece um valor único como medida da associação espacial, cujos valores variam entre -1 e +1, isto é, pode-se assumir uma autocorrelação espacial negativa ou inversa e positiva ou direta, respectivamente. O valor de I igual a 0 significa aleatoriedade, ou seja, não há autocorrelação nem mesmo estrutura espacial na amostra.

Após as análises de densidade populacional, avaliam-se as informações referentes à oferta de equipamentos públicos urbanos de educação, realizando-se o recorte das escolas exclusivamente em áreas urbanas e associando o total de matrículas por unidade educacional e por nível de ensino. Assim, pode-se obter a densidade de matrículas escolares por distrito analisado, bem como a identificação de padrões explorados pela ESDA (**Etapa 3**).

A **Etapa 4** diz respeito à avaliação entre os parâmetros processados anteriormente: a razão entre a PIE e o total de matrículas escolares relativo a PIE, denominada taxa de escolarização bruta. Tal taxa é avaliada por nível de ensino (ensino infantil, fundamental I e fundamental II) e corresponde a uma síntese das relações entre oferta e demanda.

Por fim, da posse de tais resultados, na **Etapa 5** são identificados e analisados os distritos que possuem déficits de oferta de equipamentos, bem como as regiões que apresentam baixas demandas, mas grande oferta de equipamentos, resultados esses confrontados com as diretrizes de adensamento urbano, na qual se busca verificar a existência de áreas prioritárias para a articulação e atuação de políticas públicas urbanas.

3.1 Configuração do estudo de caso

Visando aplicar o método de análise e discutir os principais conceitos relacionados ao tema frente a uma dada realidade, realizou-se um estudo de caso cujo escopo territorial abrange a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O recorte proposto, apresentado na Figura 2, proporciona a comparação de diversos municípios e distritos com relação a métricas de adensamento populacional e distribuição de equipamentos urbanos de educação. A RMSP apresenta 39 municípios, com uma população igual a 22 milhões de habitantes e uma densidade demográfica igual a 2.610,29 hab/km² (IBGE, 2022).

Dado o foco da pesquisa nas áreas urbanas, considerou-se como área de estudo apenas a mancha urbana da RMSP, obtida a partir da Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil produzidas pela MapBiomas (2022). Os demais dados utilizados consistiram nos limites administrativos dos municípios e distritos da RMSP, processados pelo Centro de Estudos da Metrópole (CEM), o Censo Demográfico elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que fornece as informações referentes à população por faixa etária para cada setor censitário, a localização dos centroides das escolas da RMSP, divulgadas pelo CEM, e informações referentes às

matrículas escolares por nível de ensino divulgadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Todos os dados mencionados são abertos e estão disponíveis na *internet*, sendo sua relação e respectivas referências bibliográficas reunidas na Tabela 1. Os processamentos geoespaciais foram desenvolvidos no *software* QGIS 3.22 (QGIS, 2023), ao passo que as ESDA foram realizadas pelo *software* GeoDA (Anselin *et al.*, 2006).

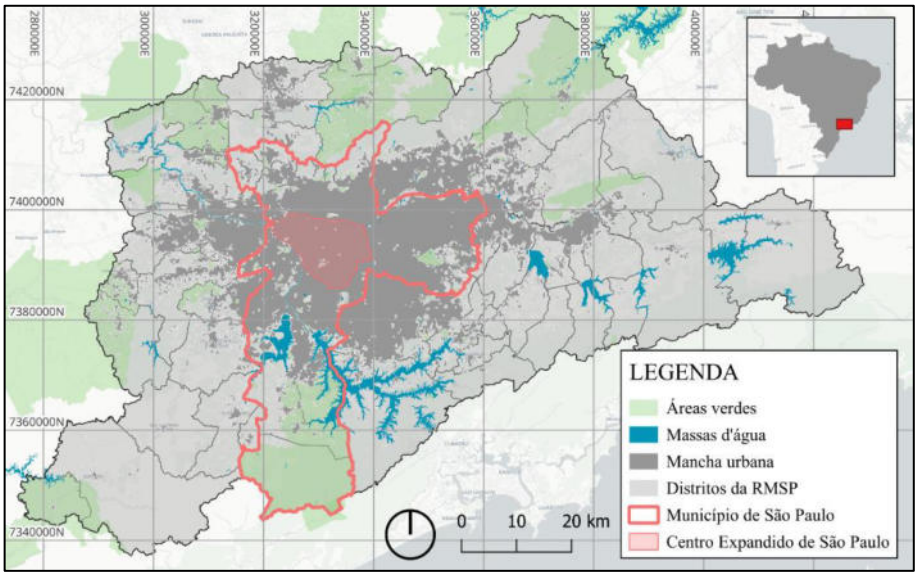


Fig. 2 Localização e elementos gerais da área de estudo da RMSP

Tabela 1 Fontes de dados utilizadas para aplicação no estudo de caso

Nome	Descrição	Fonte	Ano
Área urbanizada	Mancha urbana de todo o território brasileiro	MapBiomas	2022
Municípios e Distritos	Limites administrativos municipais e distritais	CEM	2010
Setores Censitários	Áreas delimitadas pela pesquisa do censo demográfico	IBGE	2010
Equipamentos de Educação	Localização dos centróides das escolas da RMSP	CEM	2022
Matrículas Escolares	Número de matrículas escolares por escola e nível de ensino	INEP	2022

Vale ressaltar que o Censo Demográfico do IBGE de 2022 não foi divulgado integralmente até a finalização deste trabalho, impossibilitando a atualização e comparação dos dados entre os resultados do ano de 2010 e o último dado em processamento pelo instituto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Densidade Populacional

A partir da elaboração de mapas dasimétricos de densidade demográfica é possível observar que a maior concentração da população na RMSP está em áreas semiperiféricas, além de em alguns distritos localizados na área do centro expandido do município de São Paulo (Figura 3). O mapa permite visualizar vazios demográficos, que em geral acompanham as orlas fluviais dos rios que cruzam a RMSP, bem como as maiores

densidades populacionais em áreas próximas aos mananciais e áreas de preservação ambiental, em especial no extremo sul e norte da mancha urbana, respectivamente.

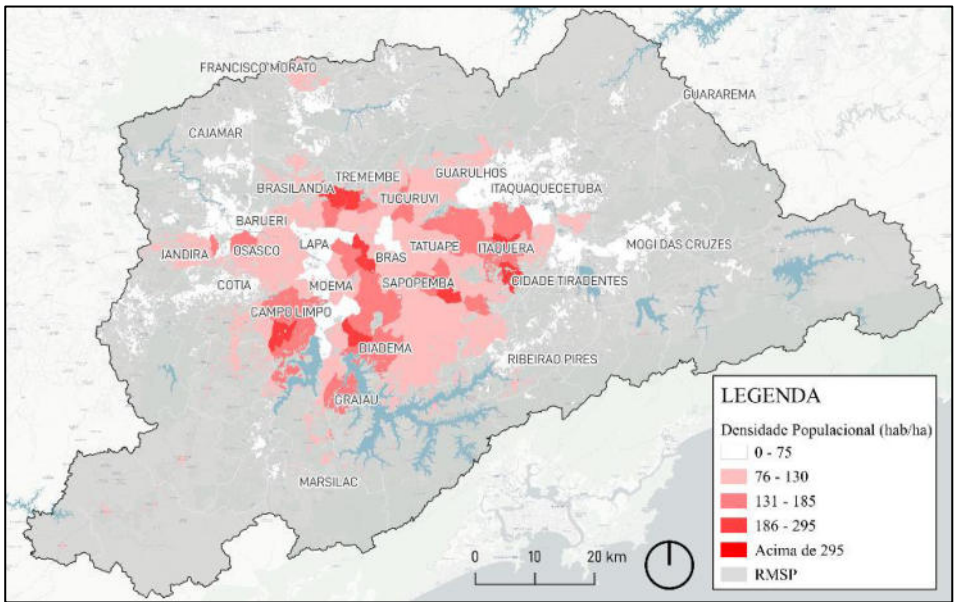


Fig. 3 Mapa dasimétrico de densidade populacional por distrito da RMSP

Para a análise espacial exploratória para o parâmetro de densidade populacional, mostrada na Figura 4, foram desenvolvidos o mapa de LISA, o mapa de significâncias e o Índice de Moran, cujo valor é de 0,457 (Figura 4c). Uma vez que o índice resultou em valor próximo de +1, pode-se considerar que há autocorrelação positiva do parâmetro de densidade populacional, isto é, há grupos com maiores e menores densidades na RMSP. As áreas menos densas são localizadas no mapa como *low-low*, situando-se principalmente nas franjas urbanas e nos distritos dos municípios mais afastados da capital São Paulo, enquanto as mais densas, indicadas como *high-high*, encontram-se na região mais central da RMSP, na direção sul, leste, sudoeste e norte, conforme mapa LISA (Figura 4a). Nas áreas mencionadas, a significância alcançada foi maior que 99%, isto é, *p-value* menor que 0,01, conforme os testes estatísticos (Figura 4b). Interessante notar que os distritos Lapa e Tatuapé, próximos à região central do município de São Paulo conforme mostrado na Figura 3, bem como às áreas densamente povoadas da RMSP, apresentaram baixas densidades populacionais e não mostraram significância estatística na ESDA (Figura 4), evidenciando os vazios demográficos no entorno das massas d'água, que também apresentam grande potencial para aumento e diversidade do uso e ocupação do solo.

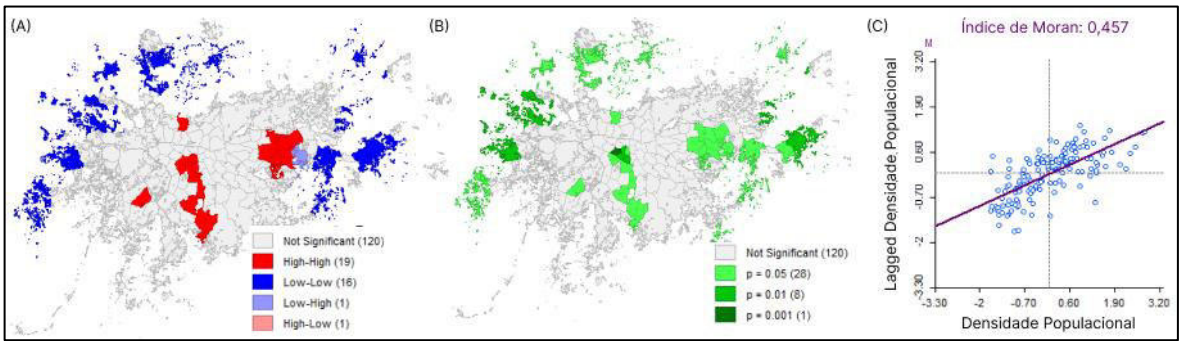


Fig. 4 ESDA para o parâmetro de densidade populacional

De maneira análoga, a densidade de população avaliada em idade escolar, apresentada na Figura 5, também se concentra nos distritos mais periféricos, principalmente no que diz respeito à faixa etária de 6 a 14 anos, que corresponde aos matriculados na rede de ensino fundamental. Para os três casos, nota-se que os valores do Índice de Moran estão em torno de 0,4, evidenciando a autocorrelação espacial positiva na distribuição da densidade da PIE (Figura 6). Também para os níveis avaliados, os mapas evidenciam áreas de baixas densidades junto à região de Pinheiros, Itaim Bibi, Vila Olímpia e Moema, representadas pelo *coldspot* (*low-low*) nos mapas de LISA, com significância acima de 95%. Os distritos mencionados formam o chamado Quadrante Sudoeste do município de São Paulo, região que historicamente recebe grandes aportes para a construção de infraestruturas urbanas, mas que se mantém como uma área com baixa densidade demográfica.

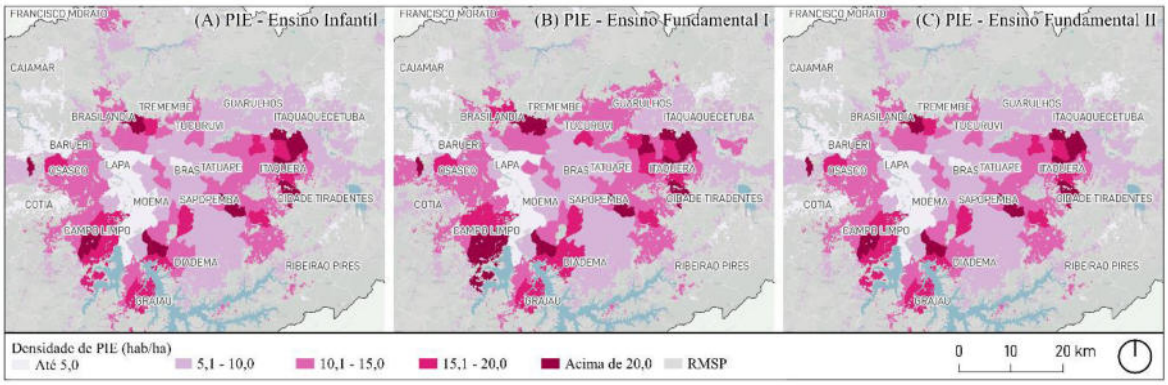


Fig. 5 Mapas dasimétricos de densidade de PIE por distrito da RMSP

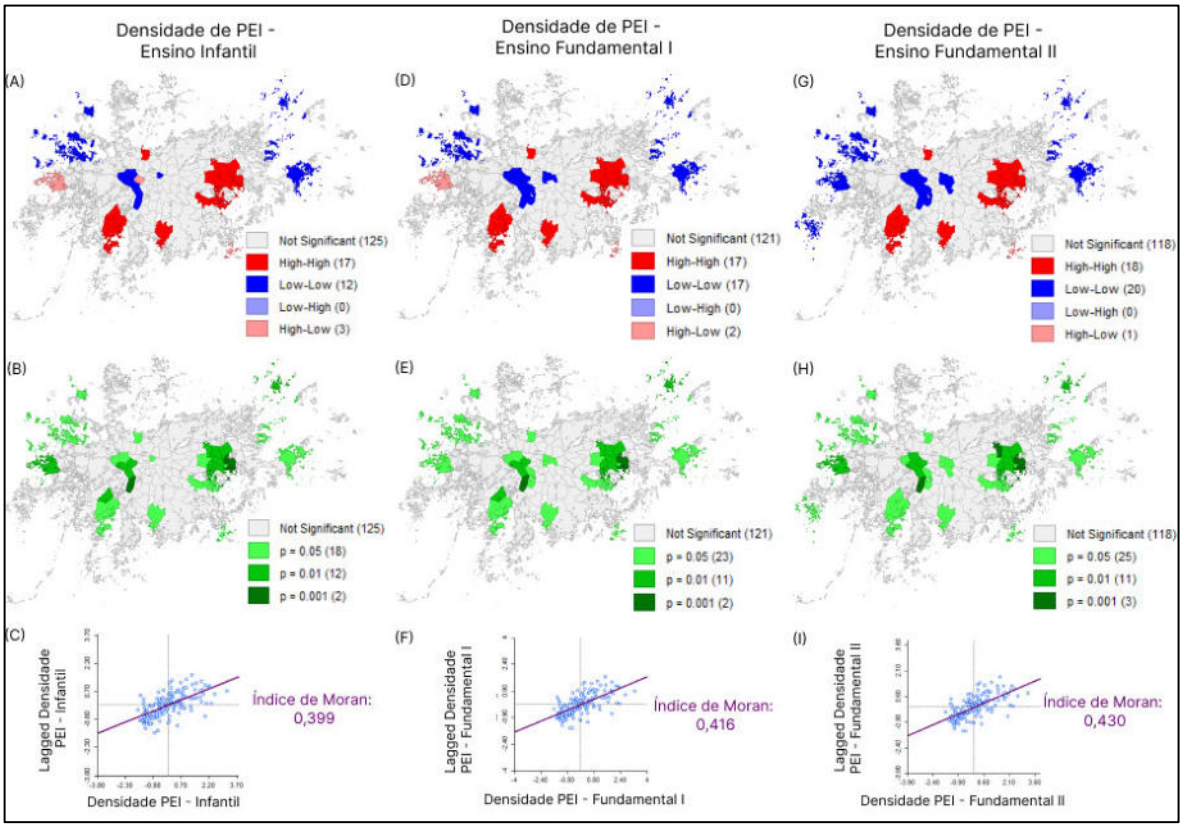


Fig. 6 ESDA para o parâmetro de densidade da população em idade escolar

4.2 Matrículas escolares

Os resultados de densidade de matrículas escolares são apresentados na Figura 7. Para a rede de ensino infantil, o Índice de Moran foi calculado em torno de 0,371, ao passo que para a rede de ensino fundamental I e II o índice ficou em 0,446 e 0,404, respectivamente, indicando maior autocorrelação espacial positiva para tais grupos. Observa-se que os três níveis de ensino apresentam um grande *coldspot* na região do centro expandido do município de São Paulo, representado pelos distritos em azuis nos mapas LISA, todas com significâncias acima de 95% (Figura 8). Além disso, observam-se três áreas de maiores destaques (*hotspots*) no extremo da zona leste, em Cidade Tiradentes, na porção sudoeste, em Campo Limpo, bem como em distritos da zona oeste da RMSP, como Osasco, Barueri e Jandira. Nos três mapas produzidos, nota-se que os distritos de Lapa, Moema e Brás possuem as menores densidades de matrículas, com valores locais significativos.

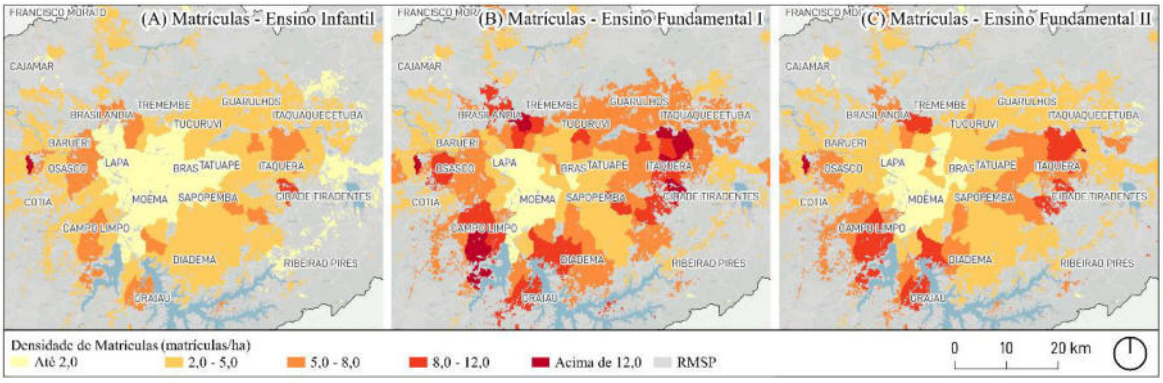


Fig. 7 Mapas dasimétricos de densidade de matrículas por distrito da RMSP

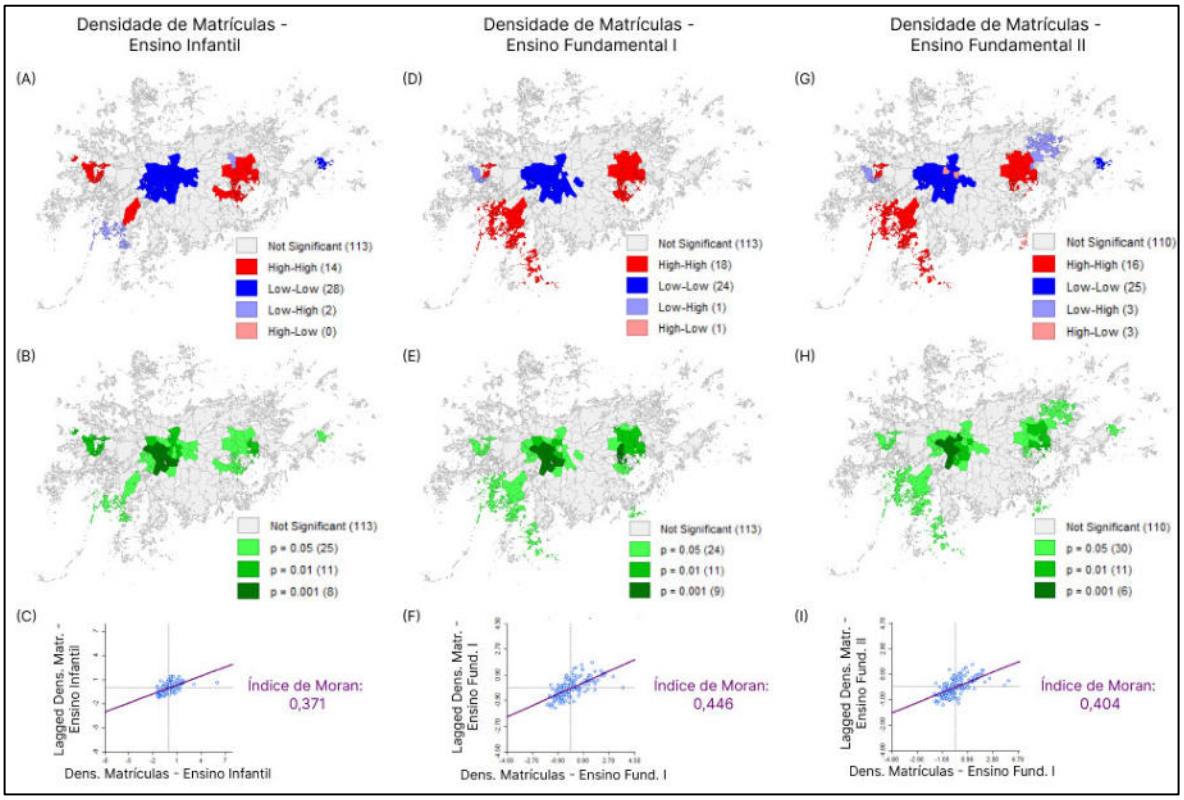


Fig. 8 ESDA para o parâmetro de densidade de matrículas escolares

4.3 Taxa de escolarização bruta

Os mapas temáticos da Figura 9 apresentam os cálculos da taxa de escolarização bruta por distrito para cada uma das redes de ensino, representando a síntese das análises. Nota-se um maior déficit da taxa na região central do município de São Paulo e na maior parte dos distritos da RMSP. Deve-se levar em conta que este trabalho considera apenas os equipamentos públicos, de forma que parte da demanda é atendida pela rede privada não mapeada. Além disso, a rede fundamental considera como PIE as crianças e adolescentes entre 6 e 12 anos para ensino fundamental I e 11 a 15 anos para ensino fundamental II.

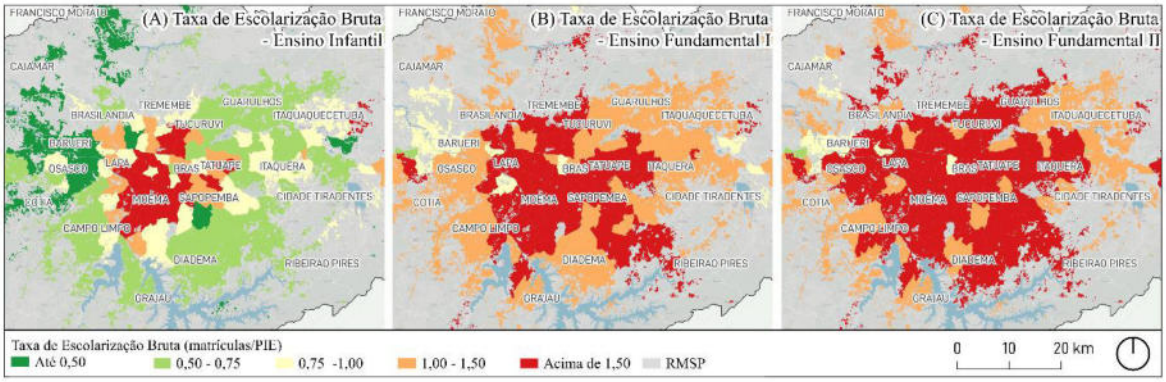


Fig. 9 Mapas dasimétricos sínteses de taxa de escolarização bruta por distrito da RMSP

Salienta-se que os mapas consideram uma maior abrangência de faixas etárias, uma vez que há casos de reprovação e distorções de ano/série, de forma que as taxas tendem a apresentar valores menores, representando a situação mais crítica do atendimento da rede pública de ensino. A Prefeitura de São Paulo, especificamente, tende a contornar tal déficit por meio de acordos e convênios com a rede privada de ensino, para atender os estudantes nas localidades sem matrículas suficientes nos estabelecimentos públicos de ensino. Tal política mostra-se satisfatória para cumprir de imediato com os direitos sociais básicos, porém representa limitações para as políticas de adensamento previstas pela prefeitura, uma vez que, se forem necessárias mais vagas escolares para suprir a uma demanda futura, a oferta será insuficiente.

Em suma, os mapas sínteses da Figura 9 evidenciam os padrões descritos nos processamentos geoespaciais anteriores, destacando uma área com grande déficit de vagas em escolas públicas para os três níveis de ensino, englobando a porção sudoeste da RMSP. Villaça (2011) enfatiza que tal área historicamente apresenta uma estrutura espacial marcada pela segregação socioeconômica em relação ao restante do tecido urbano paulista, fruto de uma concentração de empregos formais e investimentos em infraestrutura que acentuam as desigualdades sociais de São Paulo. Os números apontados nas análises desenvolvidas sugerem que há também uma estrutura diferencial no que tange à oferta de equipamentos públicos urbanos de educação. Incrementar políticas de adensamento populacional em tal região tendem a agravar ainda mais a situação, caso não haja investimentos concomitantes que orientem a expansão do atendimento básico da rede de ensino infantil e fundamental próxima ao centro da RMSP. Isto é, a avaliação dos parâmetros e das relações entre a oferta de escolas públicas e a demanda da PIE são fundamentais para o estabelecimento de melhores condições de acesso e redução das

desigualdades socioespaciais das cidades, indicando áreas prioritárias para o direcionamento das políticas públicas.

5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados evidenciam uma estrutura desigual da oferta de equipamentos públicos urbanos de educação nos distritos da RMSP, com destaque a um déficit de matrículas e das baixas taxas de escolarização bruta na área central do município de São Paulo. Ao mesmo tempo, nota-se que as maiores densidades populacionais se encontram em distritos mais periféricos, que por sua vez possuem maiores densidades de matrículas e taxas de escolarização bruta para os três níveis de ensino avaliados. Tais padrões foram corroborados pelas ESDA, cujos valores do Índice de Moran para as análises avaliadas justificaram haver uma autocorrelação positiva.

Em complementação, outras análises exploratórias podem ser desenvolvidas em trabalhos futuros, como recortes de renda e gênero, visando identificar novos padrões de acessibilidade e desigualdade presentes nas cidades e nos distritos urbanos. Além disso, o processamento de dados utilizou as informações do censo demográfico do IBGE de 2010, uma vez que os resultados do universo do último censo de 2022 ainda não estão disponíveis, evidenciando um ponto a ser atualizado em pesquisas futuras. Sugere-se, ainda, a utilização do Índice de Moran bivariado, que permite analisar a dependência espacial entre duas variáveis em um único mapa e, consequentemente, investigar áreas onde há alta densidade populacional próximas de vizinhos com alta taxa de escolarização. Ressalta-se que o trabalho dialoga com os ODS da Agenda 2030 da ONU ao investigar as promoções de acesso e garantia dos direitos sociais aos cidadãos, fundamentais como afirma a Constituição Federal brasileira, através da proposição de análises e parâmetros de avaliação para políticas públicas urbanas que auxiliam na tomada de decisão na área do planejamento e gestão urbanos.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa produtividade em pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

Anselin, L., Ibnu S. and Youngihn K. (2006). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. **Geographical Analysis** 38 (1), 5-22.

Brasil. (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF.

Brasil. (1990). Lei Nº 8.069. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília, DF.

Brasil. (1996). Lei Nº 9.394. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF.

Brasil. (2008). **Lei Nº 11.700, de 13 de junho de 2008**. Brasília, DF.

Brasil. (2019). **Lei Nº 13.845, de 18 de junho de 2019**. Brasília, DF.

De Smith, M. J., Goodchild, M. F., and Longley, P. (2007). **Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools.** Troubador publishing.

Devecchi, A. M. (2014). Políticas de compactação urbana. **arq. urb**, (12), 78-94.

Direcção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano [DGOTDU]. (2008). **Normas para a programação e caracterização de equipamentos colectivos.**

Fonseca, F., Ribeiro, P. J., Conticelli, E., Jabbari, M., Papageorgiou, G., Tondelli, S., & Ramos, R. A. (2022). Built environment attributes and their influence on walkability. **International Journal of Sustainable Transportation**, 16(7), 660-679.

Ghiorma, A., and Gurrutxaga San Vicente, M. (2023). Estudio comparado de los planes regionales de ordenación territorial en materia de análisis de la población y directrices sobre servicios para grupos de edad, **Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales**, 55(215): 211-222.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. (2022). **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro, RJ.

Jacobson, J., and Forsyth, A. (2008). Seven American TODs: Good practices for urban design in transit-oriented development projects. **J. of transport and land use**, 1(2), 51-88.

Lisboa. (2008). **Carta Educativa de Lisboa**. Recuperado em 05 de junho de 2023, em: https://www.lisboa.pt/fileadmin/cidade_temas/educacao/documentos/Carta_Educativa.pdf.

McFarlane, C. (2023). Density and the compact city. **Dial. in Human Geog**, 13(1), 35-38.

Neves, F. H. (2015). Planejamento de equipamentos urbanos comunitários de educação: algumas reflexões, **Cad. Metrop**., 17(34), 503-516.

Organização das Nações Unidas [ONU]. (2015). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Recuperado em 01 de julho de 2023, em https://brasil.un.org/pt-br/sdgs.

Prefeitura do Município de São Paulo [PMSP]. (2021). Instrução Normativa Nº 42 – SME. 6016.2021/0103367-5, **Secretaria Municipal de Educação**, de 28 de outubro de 2021.

Prefeitura do Município de São Paulo [PMSP]. (2023). Lei nº 17.975 de 8 de julho de 2023. Dispõe sobre a revisão intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo.

QGIS [software GIS]. (2023). Versão 3.22. QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project**, em http://qgis.osgeo.org.

Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2013). Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development. **World Bank Publications**.

Villaça, F. (2011). São Paulo: segregação urbana e desigualdade. **Estudos avançados**, (25), 37-58.

ANÁLISE DO DÉFICIT HABITACIONAL INTRAMUNICIPAL: JACAREÍ-SP COMO ESTUDO DE CASO

P. K. B. Forcel, T. A. da Cunha, G. A. Cuerva, E. L. Miyasaka, A. M. de Almeida, J. C. da Silva e F. A. Moreno

RESUMO

O método para cálculo do déficit habitacional foi desenvolvido pela Fundação João Pinheiro (FJP) e traz consigo uma série histórica de análise do fenômeno. A possibilidade de calculá-lo e compará-lo no decorrer do tempo é considerado de suma importância. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar o déficit habitacional intramunicipal de Jacareí-SP, a partir dos microdados da amostra do Censo Demográfico de 2010. Utiliza-se o método de cálculo consolidado pela FJP, a partir de seus componentes: 1) Domicílios precários; 2) Coabitação Familiar; 3) Ônus excessivo com aluguel; 4) Adensamento Excessivo de Moradores em Domicílios Alugados. Os resultados evidenciam uma predominação espacial do déficit ao longo do eixo demarcado pela conurbação urbana entre as cidades de Jacareí e São José dos Campos. Foi constatado que o principal déficit habitacional de Jacareí é por coabitação familiar, seguido de ônus excessivo com aluguel.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil está intrinsecamente ligado à relação entre o capital industrial e a formação das cidades. Em busca de melhores condições de vida e de trabalho, as pessoas se mudaram para as cidades, o que ocasionou uma maior demanda por casas, transportes e infraestrutura urbana (Maricato, 2002). Morar na cidade para trabalhar e viver são opções mais comuns para a população brasileira, no entanto, muitas vezes, o salário não é suficiente para custear uma moradia formal. Retto Júnior e Maricato (2021) evidenciam que uma parte da população brasileira mora ilegalmente, não por querer, mas por não ter acesso ao mercado privado legal. Resta a essa parcela da população o acesso à moradia junto às áreas irregulares de várzea e aos eixos de expansão urbana.

A implantação da moradia desses grupos não é, portanto, casual, mas uma constituição social. Aos mais carentes restam as áreas menos valorizadas do espaço intraurbano, o que passa a configurar os vetores de expansão segundo a renda. Não se trata, pois, de opção, mas de constrangimento que direciona os mais pobres para áreas periféricas e desvalorizadas (Bonduki, 1988; Maricato, 1999).

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) em 2015, 84,72% da população brasileira residia em áreas urbanas. O déficit habitacional sofreu um aumento de 4,2% entre 2019 e 2022, e totalizou 6.215.313 domicílios em déficit em 2022, o que representa 8,3% das habitações do país (FJP, 2024). A coleta e análise desses dados são de

extrema importância para orientar as políticas públicas. Sabe-se que o ambiente urbano é um espaço político complexo, moldado por seu contexto e pelas interações sociais que nele ocorrem. E o déficit habitacional é um fenômeno multifacetado, com raízes históricas, políticas e contextuais, profundamente ligado aos processos econômicos influenciados pelo ultraneoliberalismo (Arantes *et al.,* 2002; Maricato, 2015; Rolnik, 2015; Prieto & Laczynski, 2020).

Diante disso, este artigo tem como **objetivo** analisar o déficit habitacional do município de Jacareí-SP, a partir dos microdados da amostra do Censo Demográfico de 2010. Esta pesquisa identifica e analisa a espacialização do déficit habitacional a partir de seus componentes, segundo as porções urbanas das áreas de ponderação.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Déficit habitacional

A construção do indicador déficit habitacional é datada desde 1990 e envolve a análise e reflexão sobre a carência habitacional. Segundo Russo (2016), o indicador indica a falta de moradias adequadas e suficientes para atender às necessidades da população em uma determinada região, e reflete a carência de habitação digna, segura e acessível e, considera em seus aspectos como a precariedade das moradias, a superlotação dos domicílios e a falta de infraestrutura urbana. Ainda segundo o autor, ao analisar o indicador do déficit habitacional, é possível identificar áreas ou grupos populacionais mais vulneráveis e com maior necessidade de intervenção por parte das políticas públicas. Isso pode auxiliar na definição de prioridades e na alocação de recursos para programas habitacionais que visem reduzir a carência de moradias e melhorar as condições de vida da população.

Russo (2016) aborda que a metodologia da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) envolve a somatória de três componentes principais, a saber: 1) precariedade – refere-se às condições das moradias, ou seja, domicílios rústicos, improvisados e cômodos; 2) coabitação – que considera a presença de mais de uma família por domicílio, o que indica a superlotação e a falta de privacidade nas habitações; e por fim a 3) inadequação dos domicílios – aqueles deficientes de infraestrutura básica.

Magnabosco *et al.* (2012) aborda três formas de cálculo do déficit: metodologia desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) que aborda como déficit os 1) domicílios inadequados: considera-se nesse conceito os domicílios rústicos, domicílios improvisados, cômodos alugados e cedidos e, 2) coabitação: famílias que dividem a mesma moradia.

A metodologia de cálculo do Sindicato da Construção Civil de São Paulo (Sinduscon-SP), considera dois conceitos, 1) inadequação: em casos de domicílios rústicos, domicílios improvisados, moradias em favelas, e cortiços e, 2) coabitação – famílias que dividem a mesma moradia; e a metodologia da Fundação João Pinheiro (FJP) define o conceito de déficit habitacional em 1) reposição do estoque: para domicílios rústicos, e, 2) incremento do estoque: para domicílios improvisados, coabitação familiar, ônus excessivo com aluguel e, domicílios alugados com adensamento excessivo de moradores por dormitório. Segundo os autores, Magnabosco *et al* (2012), as duas primeiras metodologias não abordam como déficit o ônus excessivo com aluguel e os domicílios alugados com adensamento excessivo de moradores por dormitórios. Já a FJP não aborda a localidade dos domicílios, mas sim

suas condições de habitabilidade. Logo, as três metodologias se complementam para diagnosticar as carências das moradias e contribuir para a formulação das políticas urbanas e habitacionais.

É notória a presença de diversas metodologias para cálculo do déficit habitacional, no entanto, este trabalho utilizará a metodologia desenvolvida pela FJP. Ela traz consigo uma série histórica de análise do conceito do déficit habitacional, e é considerada um dos trabalhos mais relevantes sobre a temática realizados no Brasil, suas indicações são adotadas como referência para a construção de políticas urbanas e habitacionais no país, no qual qualifica e quantifica a necessidade de discussão sobre o assunto (Magnabosco *et al*, 2012; Miranda-Ribeiro *et al*, 2015; Russo, 2016; Santana, 2020).

Além de que, ao ser aplicada aos microdados do Censo Demográfico possibilita a vantagem de calcular o déficit habitacional e a inadequação de domicílios urbanos a nível municipal (Miranda-Ribeiro *et al*, 2015). O município é o principal local para a intervenção na vida das pessoas; é nele que se vive e se colocam as necessidades. A análise do local, em suas qualidades e quantidades, é a primeira ação para a definição de políticas para a compreensão e organização da cidade.

2.2 Jacareí-SP

A cidade de Jacareí, campo de estudo da pesquisa, está localizada na sub-região 1 da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), a 82 km da capital do Estado. Em 2010, a população do município era de 211.214 habitantes, e totalizava um grau de urbanização de 98,62%, com IDHM 0,777, considerado alto. Segundo o Censo de 2022 a população de Jacareí passou a ser de 240.275 habitantes e densidade demográfica de 517,53 hab./km² (IBGE, 2022). Esses dados atestam que praticamente a totalidade da população jacareiense é urbana. Ilustra, portanto, o intenso processo de concentração espacial da população e presume-se que o desafio de concentrar tamanho contingente em áreas urbanas desdobrou-se em passivos habitacionais igualmente dignos de nota.

A cidade é subdivida cinco macrozonas representadas na **Figura 01**, e a partir da Lei Complementar n° 49/2003, que institui o Plano Diretor de ordenamento territorial do município, é possível entender e classificar as áreas urbanas tratadas nesse trabalho. São consideradas áreas urbanas as seguintes macrozonas: Macrozona de Destinação Urbana, que concentra as funções urbanas do município; Macrozona de Destinação Industrial, pelas limitações e correlação com a área urbana; Macrozona de Mineração, por concentrar atividades de extração mineral e conservar o ambiente das áreas urbanizadas como descrito no Art. 20 da Lei Complementar 49/2003. As Macrozonas de Destinação Rural e a Macrozona de Interesse Ambiental concentram atividades agropecuárias e de recreação voltadas às áreas rurais conforme delimitadas no anexo III da mesma lei.

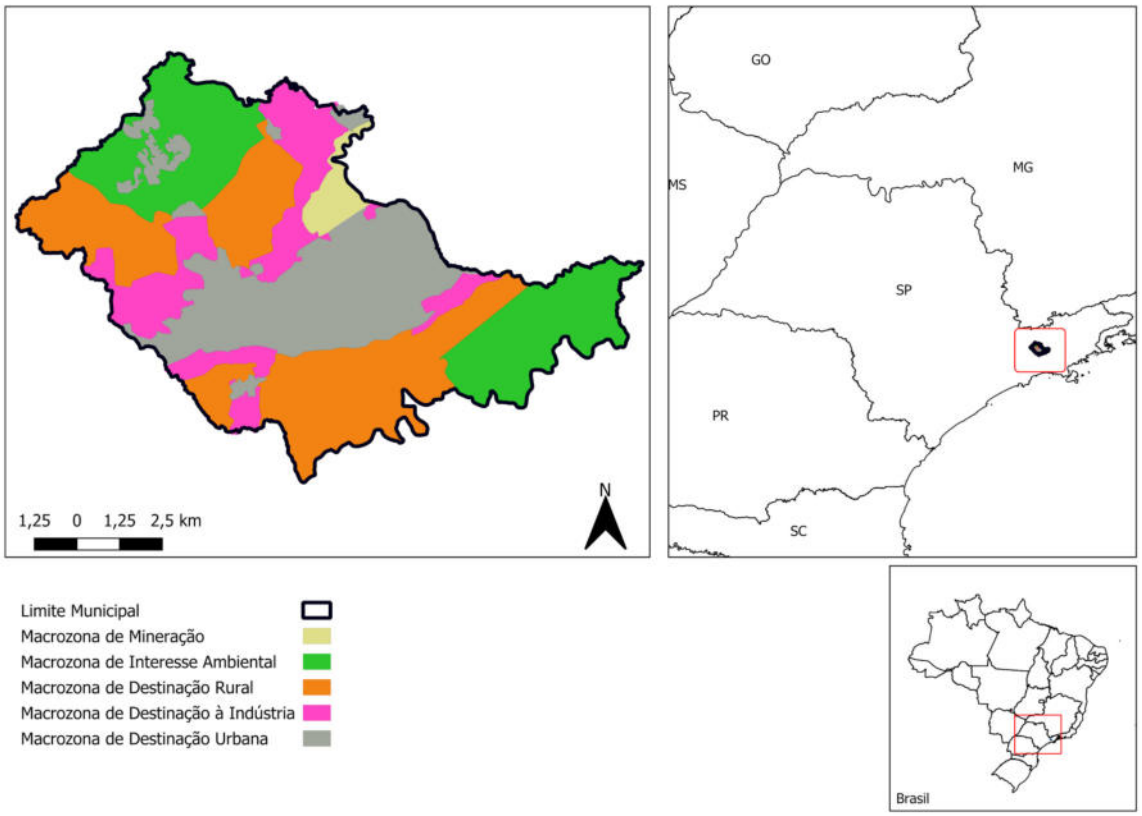


Fig. 1 Mapa de Localização e Delimitação das Macrozonas de Jacareí-SP. Fonte: Anexo I, Lei Complementar n° 49 de 12 de dezembro de 2003, adaptado pelos autores.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Como mencionado anteriormente, o **objetivo** é analisar o déficit habitacional no município de Jacareí-SP, segundo suas Áreas de Ponderação, a partir dos microdados da amostra do Censo Demográfico de 2010 aplicados à metodologia da FJP. A interpretação da distribuição espacial do déficit municipal foi refinada ao mapear especificamente as porções urbanas das áreas de ponderação, o que ajudou a mitigar os efeitos de falácia ecológica, o que permitiu a inferência mais precisa sobre as características do território.

A metodologiada Fundação João Pinheiro caracteriza o déficit habitacional através dos seguintes componentes: 1) Domicílios Precários; 2) Coabitação Familiar não Desejada; 3) Ônus Excessivo com Aluguel; 4) Adensamento Excessivo de Moradores em Domicílios Alugados. E se vale exclusivamente da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). No entanto, a PNAD apresenta limitações no nível de desagregação territorial de análise, devido à sua própria natureza amostral, que permite apenas o cálculo do déficit para Unidades de Federação e, talvez, para Regiões Metropolitanas. Devido a essas limitações e ao paralelismo entre as variáveis da PNAD e Censo Demográfico 2010, optou-se por utilizar os microdados do Censo para cálculo e análise. Esse método de aplicação não é inédito, conforme esclarecido por Miranda-Ribeiro, Viana e Azevedo (2015), que aplicaram a metodologia aos microdados do Censo Demográfico de 2010 dos municípios mineiros.

Este trabalho analisa o déficit habitacional por componentes, através dos microdados do Censo Demográfico 2010, e analisa de forma univariada os quatro componentes do déficit habitacional. A identificação e definição das variáveis para cálculo por componente são descritas a seguir:

3.1 Domicílios Precários

União entre os conjuntos com os critérios de domicílios improvisados e domicílios rústicos. Domicílios improvisados são aqueles imóveis sem fins residenciais e lugares que servem como moradia alternativa, como comércios, pontes, viadutos, barracas, etc. Domicílios rústicos são aqueles sem paredes de alvenaria ou madeira aparelhada, como taipa não revestida, palha, sem parede, etc. As variáveis do Censo Demográfico 2010 utilizadas são:

- V4001-Espécie. Na classificação da informação 5, ou seja, "Domicílio particular improvisado ocupado", e;
- V0202-Material predominante, paredes externas. Nas seguintes classificações de informação: "5: Taipa não revestida", ou; "6: Madeira aproveitada", ou; "7: Palha", ou; "8: Outro material", ou; "9: Sem parede.

3.2 Coabitação Familiar não Desejada

União entre os critérios do tipo de espécie de unidade visitada e a condição da ocupação, compreendida pela soma das famílias conviventes secundárias com intenção de constituir um domicílio exclusivo e das que vivem em cômodos. As variáveis utilizadas são:

- V4002-Tipo de espécie. Na classificação da informação 14, ou seja, "Habitação em: casa de cômodos, cortiços ou cabeça de porco", e;
- V0201-Domicílio, condição da ocupação. Nas seguintes classificações de informação: "1: Próprio de algum morador – já pago", ou; "2: Próprio de algum morador – ainda pagando", ou; "3: Alugado", ou; "5: Cedido de outra forma", ou; "6: Outra condição".

A partir de 2007, tal característica teve uma análise acrescentada pela FJP, de forma que fosse incorporado um fator redutor de famílias conviventes para identificar o desejo das unidades domiciliares em coabitar ou não, calculada da seguinte maneira:

- V5020-Número da família. Nas seguintes classificações de informação: "02 – Família convivente – segunda", ou; "03 – Família convivente – terceira", ou; "04 – Família convivente – quarta", ou; "05 – Família convivente – quinta", ou; "06 – Família convivente – sexta", ou; "07 – Família convivente – sétima", ou; "08 – Família convivente – oitava", ou; "09 – Família convivente – nona".
- V5130-Ordem lógica na família, igual a 1, e;
- V0502-Relação de parentesco ou convivência com a pessoa responsável pelo domicílio. Nas seguintes classificações de informação: "04: Filho(a) do responsável e do cônjuge", ou; "05: Filho(a) somente do responsável", ou; "06: Enteado(a)", ou; "07: Genro ou nora: para o genro ou a nora da pessoa responsável ou do cônjuge", ou; "08: Pai, mãe, padrasto ou madrasta", ou; "09: Sogra(a)", ou; "10: Neto(a)", ou; "11: Bisneto(a)", ou; "12: Irmão ou irmã", ou; "13: Avô ou Avó", ou; "14: Outro parente", ou; "15: Agregado(a)", ou; "16: Convivente", ou; "17: Pensionista".

3.3 Ônus Excessivo com Aluguel

União entre os critérios da situação do domicílio, condição da ocupação do domicílio, valor do aluguel e rendimento familiar. Este componente é determinado pelo número de famílias com renda familiar de até três salários mínimos que residem em domicílios urbanos duráveis e que desembolsam mais de 30% de sua renda com aluguel. As variáveis utilizadas são:

- V1006-Situação do domicílio. Na classificação da informação 1, “Urbano”, e;
- V0201-Domicílio, condição de ocupação. Na classificação da informação 3, “Alugado”, e;
- V2011-Valor do aluguel (em reais), e;
- V6529-Rendimento mensal domiciliar em julho de 2010.

3.4 Adensamento Excessivo de Moradores em Domicílios Alugados

União entre os critérios de condição da ocupação do domicílio e a densidade de moradores por dormitório. As variáveis do Censo Demográfico de 2010 utilizadas são:

- V0201-Domicílio, condição de ocupação. Na classificação da informação 3, “Alugado”, e;
- V6204-Densidade morador/dormitório, considerado superior a três.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em 2010, o município possuía 64.512 domicílios, dos quais 63.603 se localizavam em áreas urbanizadas (98,6%). O componente de domicílios precários evidencia a presença de condições de moradias inadequadas e precárias em determinadas áreas, e engloba em sua contabilização os domicílios improvisados e rústicos. A identificação desses domicílios destaca a urgência de intervenções e políticas públicas voltadas para a melhoria das condições de moradia em determinada região.

Jacareí contabilizou 24 unidades improvisadas e 263 unidades rústicas, que somam 287 domicílios precários, 0,45% dos domicílios urbanizados em 2010. Sabe-se que os domicílios improvisados podem estar subnotificação devido à falta de residências convencionais e à possibilidade de características nômades, dificultando o processo de recenseamento.

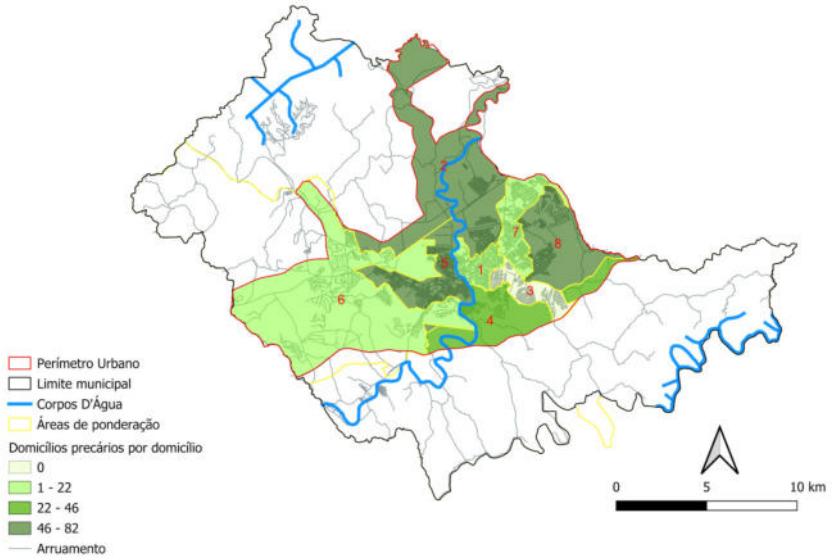


Fig. 2 Déficit Habitacional por Domicílios Precários. Fonte: Elaboração própria, 204

A espacialização dos dados, **Figura 2**, esclarece as características habitacionais do município no componente de Domicílios Precários. Nota-se que a área de ponderação 03 não possui nenhum domicílio em condições precárias, essa área é lindeira à Rodovia Nilo Máximo (SP-077), que dá acesso à cidade. Em contrapartida, a área de ponderação 02 concentra o maior número de moradias com condições rústicas e improvisadas, 82 domicílios. Essa área tem características importantes como a Rodovia Presidente Dutra e o Rio Paraíba do Sul.

O componente de Coabitação Familiar Não Desejada ilustra diferentes famílias que habitam em diferentes cômodos de um mesmo domicílio, em geral que coabitam mais desejam constituir domicílios independentes. Esse cenário pode indicar condições de superlotação, falta de privacidade e desconforto. A **Figura 3** ilustra a espacialização desse componente.

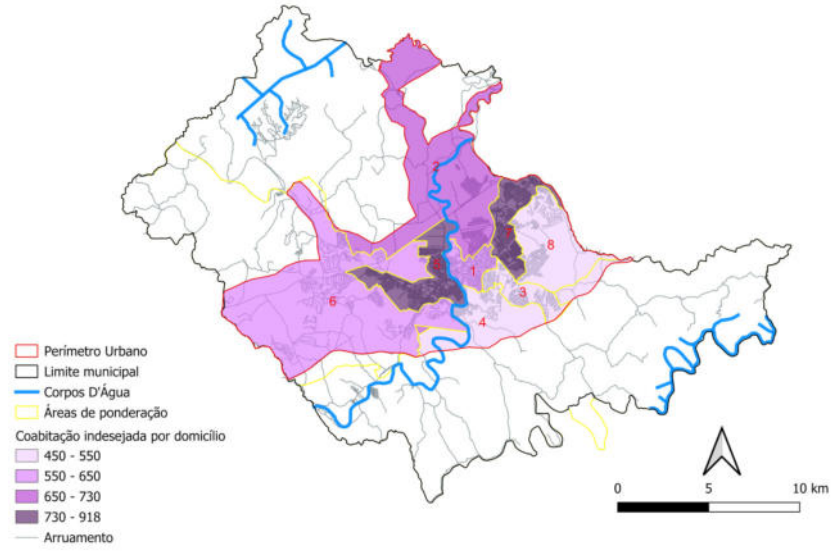


Fig. 3 Déficit Habitacional por Coabitação Familiar não Desejada. Fonte: Elaboração própria, 204

A área de ponderação 05, situada à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, registrou o maior número de coabitações, com crescimento urbano significativo a partir da década de 1960 e intensificação na década de 1990. A área de ponderação 01, com 691 domicílios em coabitação, foi a primeira povoada, em 1938, à margem direita do rio. A área de ponderação 07 faz parte da conurbação entre Jacareí e São José dos Campos, resultado do desenvolvimento ao longo da Rodovia Presidente Dutra após a década de 1990. O bairro Rio Comprido exemplifica essa conurbação, com loteamentos irregulares e áreas comerciais que compartilham o mesmo nome em ambas as cidades, demonstrando a integração regional (PLHIS, 2010; Vieira, 2015).

O componente de Ônus Excessivo Com Aluguel evidencia a sobrecarga financeira que as famílias de baixa renda enfrentam ao destinar uma parcela significativa de seus ganhos para pagar o aluguel. A identificação desse fator ressalta a necessidade de políticas públicas e programas de assistência habitacional. Por vez, o percentual de 30% ou mais da renda familiar destinado ao pagamento de aluguel pode ser excessivo, considerando que mesmo comprometendo 20% da sua renda com aluguel, muitas famílias podem ser consideradas deficitárias. Utilizar uma parte significativa da renda para moradia afeta outras áreas de subsistência, como lazer, mobilidade urbana, alimentação e saúde.

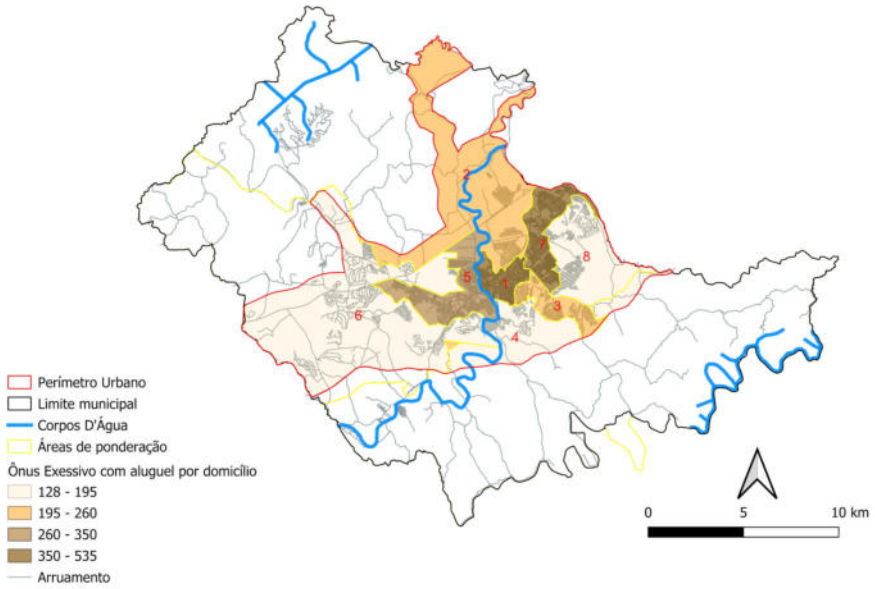


Fig. 4 Déficit Habitacional por Ônus Excessivo com Aluguel. Fonte: Elaboração própria, 204

Em Jacareí, o déficit por ônus excessivo totaliza 2.219 domicílios, dos quais 535 estão localizados na área de ponderação 01. Assim como o déficit por coabitação o déficit por ônus também ganha destaque nas áreas de ponderação 05 e 07, com mais de 300 domicílios nessas condições. O corredor formado por domicílios em condições de ônus excessivo em domicílios alugados é caracterizado desde a conurbação até a área de ponderação 05, além de deslocar-se para a área de ponderação 01 que é o centro de Jacareí. Possivelmente as questões de conurbação urbana afetam as características das áreas centrais dos municípios e impulsionam a formação de periferias (Rosemback *et al*, 2009).

O Adensamento Excessivo de Moradores em Domicílios Alugados destaca a densidade habitacional. Quando apresentado um alto percentual de domicílios alugados com um

número excessivo de moradores, pode indicar uma sobrecarga na infraestrutura local e superlotação.

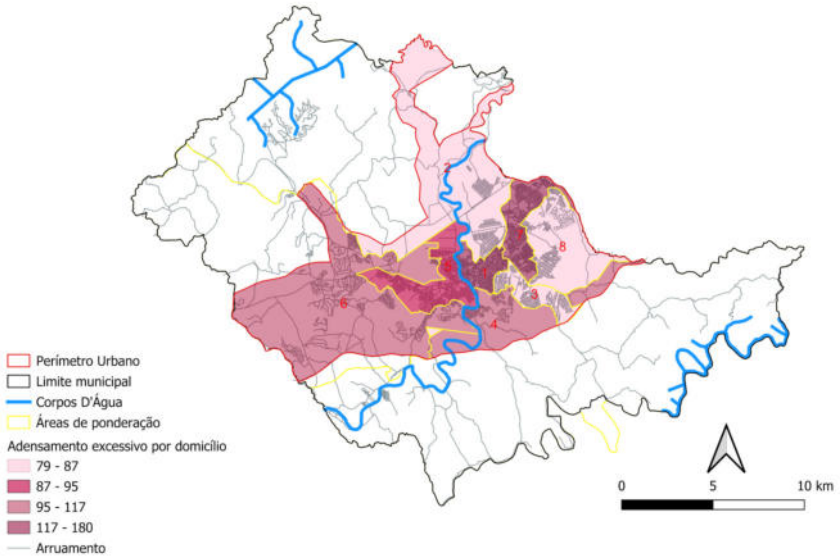


Fig. 5 Déficit Habitacional por Adensamento Excessivo de Moradores em Domicílios Alugados. Fonte: Elaboração própria, 204

Em Jacareí, 891 domicílios se enquadram nesse componente em 2010. Supõe-se que os dados demonstram uma relação não oportuna entre tamanho da unidade familiar e domicílio, possivelmente o programa arquitetônico desses domicílios não são adequados à realidade familiar. Provavelmente trata-se de pequenas residências alugadas com poucos dormitórios, adequadas à realidade financeira das famílias.

A espacialização dos dados mostra uma similaridade com a territorialização do déficit por coabitação familiar e ônus excessivo com aluguel, principalmente nas áreas de ponderação 01 e 07. Do qual, a área de ponderação 01 apresenta 179 domicílios adensados, essa mesma área de ponderação também lidera o quantitativo de ônus excessivo. Já as áreas de ponderação 06 e 07 destacam-se com mais de 100 domicílios nas condições de adensamento.

De forma geral, percebe-se que o principal déficit habitacional de Jacareí é por Coabitação Familiar em 4.456 de domicílios urbanos, 7,06%, seguido de Ônus Excessivo com Aluguel em 2.219 domicílios, 3,51%. A população de Jacareí em 2010 era de 211.214 habitantes, distribuídos em 63.603 domicílios urbanos. Além disso, o trabalho demonstra a sobreposição espacial do déficit habitacional e identifica os principais locais que demandam mais atenção, como as áreas de ponderação 01, 02, 05 e 07. A partir dessas análises, é possível compreender os locais para intervenções públicas, que devem ser analisados de forma mais detalhada no espaço intramunicipal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram uma demarcação espacial do déficit em Jacareí entre o eixo leste e região central. A área de ponderação 07 destaca-se com grande número de domicílios em déficit, a saber, 649 domicílios em coabitação, 374 domicílios em ônus excessivo e 146 domicílios com adensamento excessivo. Essa área também é destaque devido a conurbação entre Jacareí e São José dos Campos, esse processo levou ao surgimento de periferia, com

ambas as cidades padecendo do crescimento e integração ao longo da rodovia. Rosemback *et al* (2009) destaca a existência de um notável eixo de ocupação por famílias de alta renda do centro para oeste de São José dos Campos, bem como o surgimento inicial desse padrão de segregação em larga escala na região central de Jacareí.

A mancha urbana de Jacareí se estruturou a partir do Rio Paraíba do Sul, se desenvolveu em ambas as margens, mas não de forma linear, também em consonância às imediações do Pátio dos Trilhos. Posteriormente, as ocupações passaram a acompanhar linearmente o eixo da Rodovia SP 66, processo intensificado a partir de 1950 com a inauguração da Rodovia Presidente Dutra, que impulsionou a expansão da área urbana (Vieira *et al.*, 2023). As áreas de ponderação 01 e 05, situadas em margens opostas do Rio Paraíba do Sul, se formaram entre 1940 e 1960, respectivamente. A área de ponderação 01 concentra o maior número de déficit por Ônus Excessivo com Aluguel, e é também a região que se localiza o Jacareí Shopping Center, Santa Casa de Misericórdia e Prefeitura Municipal de Jacareí.

A área de ponderação 02 destaca-se com a concentração de domicílios precários e em coabitação, essa área é delimitada pela Lei Complementar n° 49/2003 como macrozona de mineração. Jacareí tem sua história atrelada a indústria de mineração, e a região do Vale do Paraíba é conhecida por sua atividade mineradora desde os tempos coloniais, atualmente a principal atividade de mineração do município é a extração de areias.

O próximo desafio desta pesquisa é analisar o déficit habitacional segundo os microdados do Censo Demográfico 2022, visto sua previsão de lançamento para setembro de 2024, a partir de então será possível identificar a nível municipal os avanços ou retrocessos do déficit de Jacareí-SP.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

7 REFERÊNCIAS

ARANTES, O. (org), VAINER, C., & MARICATO, E. **A Cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos**, Editora Vozes, 3a. ed., Vol. 1, 2002.

AZEVEDO, S.; ARAÚJO, M. B. Questões metodológicas sobre o "déficit habitacional": o perigo de abordagens corporativas. **Cadernos metrópole** 17, p. 241-255. 2007. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8773/6497>

BONDUKI, N**. Origens de Habitação Social no Brasil**. Estação Liberdade, São Paulo. 1988.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil, municípios selecionados e microrregiões geográficas. 2.ed. Belo Horizonte, 2005. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil 2005. Belo Horizonte, 2006

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Déficit habitacional municipal no Brasil 2010. Belo Horizonte, 2013

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Políticos e Sociais. Déficit habitacional no Brasil. Belo Horizonte, 1995.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit Habitacional No Brasil – 2016-2019. 1. ed. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2021.

GIVISIEZ, G. H.; OLIVEIRA, E. L. de.. Privacidade intradomiciliar: um estudo sobre as necessidades de ampliações em residências. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, n. 1, p. 199-223, jan, 2013.

IBGE (RJ). Censo demográfico 2010: dados agregados por setores censitários. Rio de Janeiro, [2012b]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 06 jul, 2022.

IBGE (RJ). Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, [2012a]. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_ Amostra/Microdados/>. Acesso em: 06 jul, 2022.

JACAREÍ. Lei complementar n° 49 de 12 de dezembro de 2003. Institui o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Município de Jacareí, nos termos do Estatuto da Cidade, Lei Federal n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Jacareí, Diário Oficial, 12 dez. 2003.

_____. Prefeitura Municipal Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (PLHIS) Jacareí: Fundação Pró-Lar, 2010.

MAGNABOSCO, A.L.; CUNHA, P.H.F.; GARCIA, F. **Metodologia de mensuração do déficit habitacional no Brasil: Uma comparação conceitual e empírica – 2001 a 2009.** Pesquisa & Debate, SP, volume 23, número 2(42) p. 269-290. 2012. Disponível em: < https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/13072/9572>

MARICATO, E. **Habitação e Cidade**. Atual Editora, São Paulo, 1999.

MARICATO, Ermínia. **As ideias fora do lugar e o lugar fora das idéias: Planejamento urbano no Brasil**. In ARANTES, O.; VAINER, C. MARICATO, E. A cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos, 3ª. Ed., Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

MARICATO, Ermínia. **É preciso repensar o modelo.** São Paulo: Arquitetura e Urbanismo, Setembro/2009, Editora Pini, 2009.

MARICATO, E. **Para Entender a Crise Urbana**, Editora Expressão Popular, 1a. ed., Vol. 1, 2015.

MIRANDA-RIBEIRO, A. D.; VIANA, R. M.; AZEVEDO, S. D. Déficit habitacional municipal em Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, p. 144-162, 2015.

MIRANDA-RIBEIRO, A. DE, VIANA, R. DE M., & SALIS, R. M. Déficit Habitacional no Brasil em 2007 e 2008: notas metodológicas e principais resultados. **Revista Geografias**, 9(1), 97–115. 2013. DOI:https://doi.org/10.35699/2237-549X.13356

PRIETO, G. F. T., & LACZYNSKI, P. (2020). São Paulo à venda: ultraneoliberalismo urbano, privatização e acumulação de Capital (2017-2020). **GeoUSP Espaço e Tempo (On Line)**, 24(2), 1–20. https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892

RETTO JÚNIOR, Adalberto da Silva (org).; MARICATO, E. **Para entender a crise urbana no projeto da cidade contemporânea** / Coordenador Adalberto da Silva Retto Júnior. 1. ed. Bauru. RIBAS, Fernanda. Direito à moradia. 1. ed. Brasília: CÂMARA DOS DEPUTADOS, COMISSÃO DE DIREITOS HUMANOS E MINORIAS, 2021.

ROLNIK, R. **Guerra dos Lugares**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2015.

ROSEMBACK, R.; MONTEIRO, A. M. V.; FEITOSA, F. F.; RAMOS, F.. Segregação sócio-espacial na região conurbada de São José dos Campos e Jacarei, SP. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Natal, 2009. p. 843-850.

RUSSO, E. de O.. O que o indicador indica? O déficit habitacional no Brasil e as disputas em torno de sua elaboração, em meados dos anos 1990. In: CARDOSO, A. L.; JAENISCH, S. M.; ARAGÃO, T. A.. **Vinte e dois anos de política habitacional no Brasil:** da euforia à crise - 1.ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2017. Capítulo 1, p. 51-83.

SANTANA, R. B. (2020). **Análise dos indicadores de déficit habitacional e inadequação de domicílios.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia de Produção do Ambiente Construído, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

VIEIRA, I. G. (2015). **Novas formas de urbanização, estudos de condomínios fechados relacionados ao programa "Minha Casa Minha Vida", Jacareí, São Paulo**, 2015. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional. Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2015. Disponível em: https://biblioteca.univap.br/dados/000014/0000142a.pdf

VIEIRA, E. T. .; SIGRIST, C. R. B.; COSTA, S. L. .; CARNIELLO, M. F. . O impacto da industrialização no processo de urbanização de Jacareí, SP. **Interações** (Campo Grande), [S. l.], v. 24, n. 3, p. 925–942, 2023. DOI: 10.20435/inter.v24i3.3802. Disponível em: https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/3802.

A TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO INTRAURBANO DOS SETORES COMERCIAIS DE BRASÍLIA-DF

N.D.M. Faria, M.A.B. Romero, V.C. Pazos.

RESUMO

Este estudo combina análises detalhadas dos Setores Comerciais Sul (SCS) e Norte (SCN) de Brasília, investigando tanto suas características morfológicas e padrões de urbanização quanto os fatores políticos e econômicos que moldam seus desenvolvimentos. O SCS, estabelecido desde a fundação de Brasília em 1960, se distingue pela diversidade de comércios de rua e lojas integradas aos térreos dos edifícios, enquanto o SCN, erguido aproximadamente 15 anos depois, é dominado por shoppings e prédios corporativos, refletindo diferenças significativas na forma de uso e apropriação dos espaços públicos, influenciadas por políticas territoriais e interesses privados. A temporalidade desempenha um papel crucial na formação desses espaços urbanos, visto que normas e códigos de construção flexíveis em Brasília permitiram um crescimento desordenado e favoreceram interesses privados em detrimento do desenvolvimento equitativo e sustentável. A falta de espaços públicos adequados no SCN e a concentração de atividades introvertidas como shoppings contrastam com a vitalidade e diversidade observadas no SCS. A pesquisa utiliza recursos como a plataforma online elaborada pelo governo do Distrito Federal - Geoportal e o software QGis versão 3.32.1 para mapear a evolução urbana, altura das edificações e morfologia urbana, enriquecendo a análise juntamente com os textos políticos, urbanísticos e reportagens jornalísticas obtidas. Conclui-se que mudanças recentes na legislação e normativas urbanísticas mais flexíveis na área central de Brasília têm contribuído diretamente para a escassez de urbanidade e espaços públicos na região, destacando a necessidade urgente de políticas urbanas inclusivas e participativas para promover um desenvolvimento equitativo e sustentável na capital brasileira. Ao unir esses aspectos, o estudo não só oferece uma compreensão mais profunda das dinâmicas urbanas específicas de Brasília, mas também sublinha a importância de uma gestão urbana que priorize a criação de espaços públicos democráticos e acessíveis, fundamentais para a qualidade de vida e o bem-estar dos cidadãos na cidade.

1. INTRODUÇÃO

Brasília, a capital do Brasil, destaca-se como uma cidade singular que mantém uma conexão especial com o país, explorando diversos aspectos como sua localização geográfica e clima. Projetada por Lucio Costa, é reconhecida como Patrimônio Mundial da UNESCO e sua concepção urbanística se baseia em quatro escalas distintas: monumental, residencial, gregária e bucólica.

No âmbito da escala gregária, o Setor Comercial Norte abrange sete quadras, enquanto o Setor Comercial Sul possui nove quadras, conforme indicado no Relatório do Plano Piloto

(COSTA, L., 2018). Localizados na interseção dos eixos Monumental e Rodoviário, esses setores são centros de atividades comerciais principais da cidade, e abrigam áreas de convívio social e cultural (*Fig. 1*). Apesar de apresentarem poligonais semelhantes no mapa da cidade, a morfologia dessas áreas revela diferentes momentos de construção e utilização do espaço urbano. Isso se reflete em conceitos como urbanidade, revitalização de áreas desocupadas, planejamento e projeto de espaços públicos e privados, bem como em narrativas que exploram o lazer e serviços terciários.



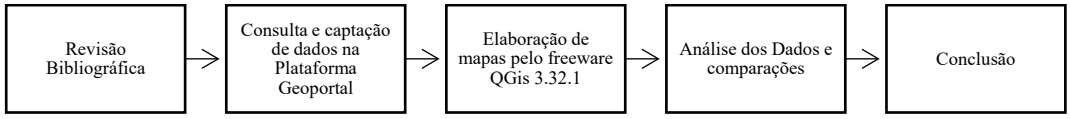
Fig. 1 - Localização Setor Comercial Sul e Setor Comercial Norte. Autoras (2023)

A expressão do lugar surge da interação entre forças espaciais (naturais e artificiais) e sua apropriação social. O desenho urbano deve representar as características do espaço, meio ambiente e edificação (Silva & Romero, 2011), refletindo a equidade socioambiental onde a cultura contribui para a produção da paisagem urbana, espaços públicos, equipamentos urbanos e diversidade morfológica edificada. Esses elementos contribuem para a identidade local, que reflete a diversidade sociocultural urbana. Esse conceito visa garantir a qualidade ambiental sustentável em todas as escalas urbanas, reconhecendo o local (habitação, lote, quadra, bairro, região, cidade, estado, nação) como importante para os cidadãos.

Quando tratamos do centro urbano de Brasília, e, mais especificamente, dos setores comerciais, o que nos chamam a atenção é a periodicidade e a diferença nas construções dos dois setores. Segundo Santos, M (1994) não há só uma modernidade, existem modernizações sucessivas. Ou seja, gerações de cidades e de padrões de urbanização conforme a periodização, e é possível reconhecer esse padrão histórico em lugares diferentes na cidade, como por exemplo no Setor Comercial Norte e Setor Comercial Sul, como muito adequadamente traduz Aldo Paviani quando diz:

> *"Além de pontuais no espaço urbano, as mudanças são fragmentadas estruturalmente, pois nem todas as coisas mudam ao mesmo tempo ou mudam ao sabor do incrementalíssimo de certos governantes, por pressões sociais, por interesses econômicos ou de grupos e por deterioro/obsolescência quanto ao uso"* Paviani, A., 1996, p. 215

Essas questões motivam para pesquisar quais relações e temporalidades influenciaram no espaço urbano dos dois setores, e utiliza como método da pesquisa o seguinte caminho:



A revisão bibliográfica é norteada pelos autores: Adriano, H. S.R. A. (2021), Costa, L. (2018) Farret, Ricardo L. (1985); Kallas, L. M. E.; Da Silva, E.A. S.; Guillen-Salas, J. C. (2020), Paviani, A. (1996) Romero, M. A. B. (2015) Santos, M. (1994) Silva, J. A. E Romero, M. A. (2011); Schvarsberg, B., Balducci, A., Schlee, A. R., Gorovitz, M., Holanda, F. (2014) e por leis e decretos. A consulta e captação de dados é com base nos dados da Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal-IDE/DF (2023), disponível na plataforma online Geoportal/DF. A elaboração de mapas foi feita pelo freeware QGis versão 3.32.1. E por fim, a análise dos dados, comparações e conclusões dessa pesquisa foi realizada pela junção das etapas anteriores.

2. ANÁLISE INTRAURBANA SETOR COMERCIAL SUL x SETOR COMERCIAL NORTE

Os setores de ideários diferentes apresentam desenvolvimentos diferenciados também. O Setor Comercial Sul (SCS) nasceu juntamente com a inauguração da capital federal e começou a ser construído a partir de 1964. Essa área não englobava a parte noroeste que fica na quadra 6, após a via W3 Sul que só foi construída em 1997 apesar de ter tido seu lote registrado em 1968. O Setor Comercial Norte (SCN) teve sua poligonal definida em 1962, mas só foi consolidado a partir da década de 80 – período em que teve a maioria dos seus lotes registrados (*Fig. **2**)*.

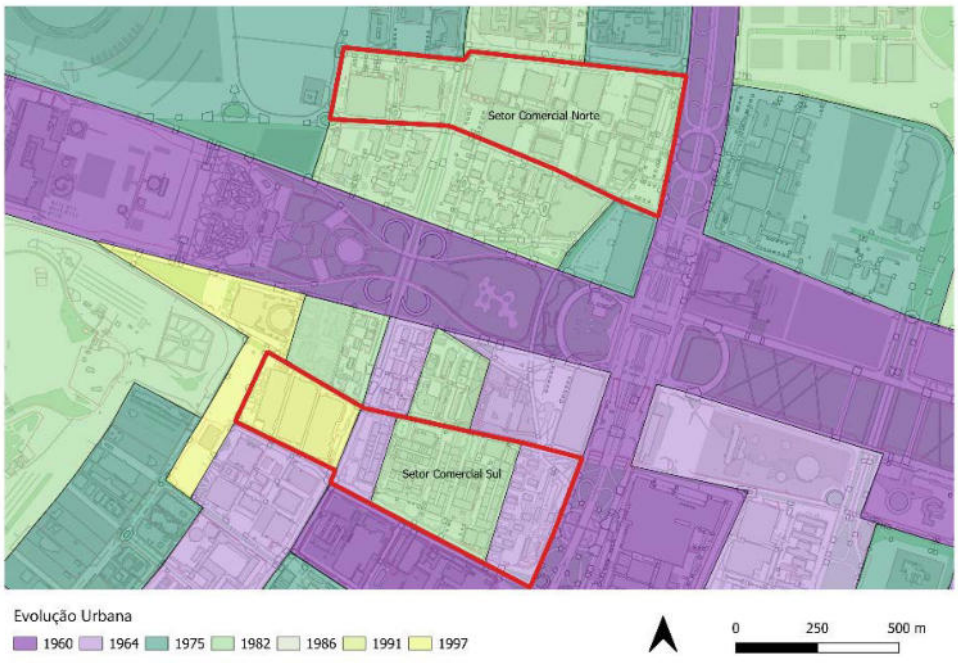


Fig. 2 - Evolução Urbana. Autoras (2024)

No Setor Comercial Sul, a quadra 1 é composta por prédios de 18 e 19 andares, espaçados entre si. A quadra 2 possui um bloco de prédios com até 12 pavimentos, e isoladamente 4 edifícios de 25, 19, 17 e 16 pavimentos. A quadra 03 possui um bloco contínuo em um nível acima da rua que o divide com a quadra 02, de edifícios de até 8 pavimentos com passagem

para pedestres formando um corredor central. A quadra 04 possui também um bloco contínuo de edifícios formando um corredor central, porém com prédios de até 10 pavimentos. A quadra 5 possui prédios mais baixos e espaçados com 3 e 4 andares, com destaque para o prédio mais a norte de 14 andares. A quadra 6 é composta por um bloco único de edifícios com até 10 pavimentos. E por fim, as quadras 7,8 e 9 – conhecidas como Setor comercial sul B por estarem na travessa da via W3- são compostas pelos Shopping Centers: Pátio Brasil e Venâncio (22 e 14 andares), e pelo edifício Parque da Cidade Corporate com 23 andares (*Fig.* ***3***).

Ao todo, o SCS reúne 110 edifícios e alguns escassos espaços criados para praças, sendo a Praça do Povo (Quadra 3) um exemplo que utiliza desníveis para criar sensações de intimidade e que não apresenta superfícies de fronteira definidas (Romero, 2015) uma vez que, nela a arborização adquire protagonismo indiscutível e a transformam em pequena ilha vegetal de enorme importância.

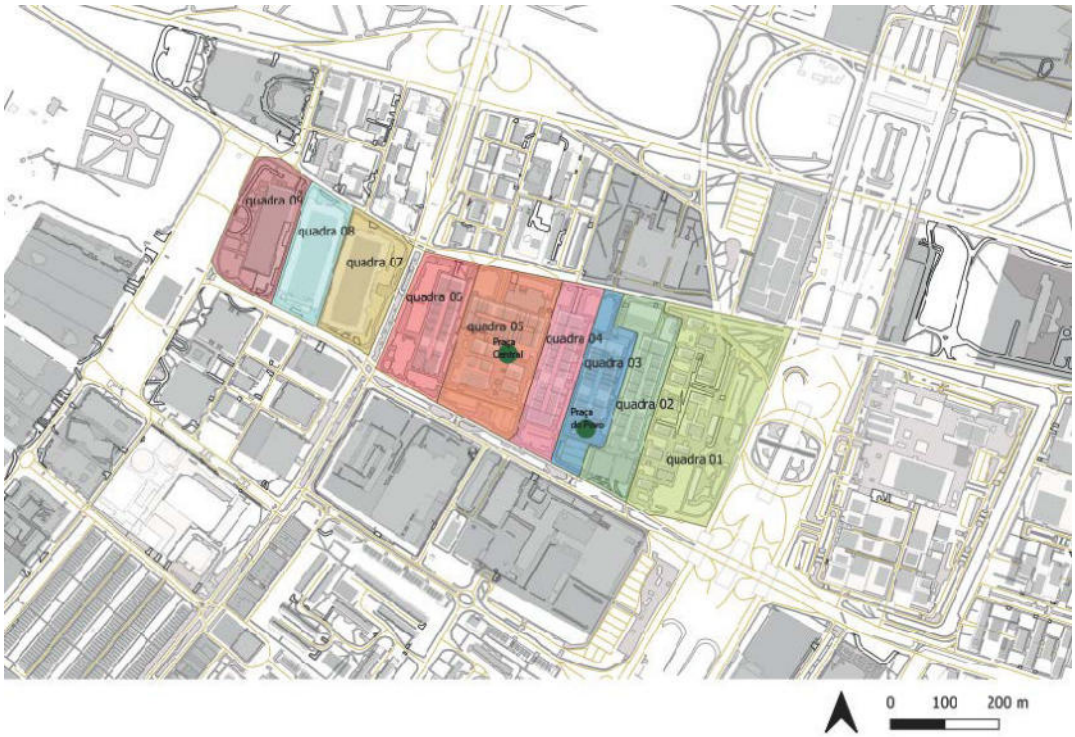


Fig. 3 - Quadras Setor Comercial Sul. Autoras (2023)

No Setor Comercial Norte, as quadras e os lotes são maiores quando comparados ao Setor Comercial Sul (*Fig.* ***4***). Nesse Setor, cerca de 30% da área é destinada aos estacionamentos (em média 1300 vagas). Edifícios corporativos fazem parte da quase totalidade dos lotes desse setor. Destaca-se os altos edifícios da quadra 01 (7 edifícios) em que apenas um possui um local de abertura ao público com cafeterias. A quadra 02, é marcado por estacionamentos e por apenas 3 edifícios, sendo eles 2 de órgãos públicos e um edifício de salas comerciais e empresariais. A quadra 03 possui o Shopping Liberty Mall e grandes áreas de estacionamento. A quadra 04 é marcada pelo edifício da Polícia Federal, recentemente inaugurado, pelo Centro empresarial Varig, por um edifício mais baixo de empresa privada e uma loja automotiva e bar/restaurante. A quadra 05 possui apenas o Brasília Shopping e a quadra 06 o Shopping ID. A quantidade de edifícios é visivelmente menor comparando com

o Setor Comercial Sul, são ao todo, 22 edifícios, porém, e a maioria deles são altos e, privativos ou semi privativos. Não tem, nessa região, nenhuma praça ou nenhuma presença significativa de vegetação, uma vez que os espaços vazios são totalmente voltados a estacionamentos.



Fig. 4- Quadras Setor Comercial Norte. Autoras (2023)

Uma divisão clara que se destaca nas quadras do Setor Comercial Sul e Norte é o papel da via W3 nas duas. Enquanto no SCS ela divide as quadras tanto no sentido estético e temporal, quanto no sentido físico, no SCN ela divide uma quadra da outra que foram construídos na mesma época e possuem a mesma estética (quadra 4 e 5).

A diferença é visível também em reportagens jornalísticas a respeito dos dois locais. Nota-se que a presença de edifícios e de áreas de convívio é muito maior no SCS e que existem muito mais espaços públicos nessa área, mesmo que sem qualidade que permitam a permanência ou atividades. Concomitantemente com isso, a predominância em reportagens a respeito do Setor Comercial Sul é muito maior. Para fins de comparação, no total, são 24.983 reportagens que mencionam o Setor Comercial Sul ao longo de 54 anos, enquanto as ocorrências sobre o Setor Comercial Norte são de apenas 2.562 nesse mesmo período (Gráfico 1). Apesar do interesse público e jornalístico estar no Setor Comercial Sul ao longo dos anos, o interesse da iniciativa privada, porém, está no Setor Comercial Norte uma vez que é por lá que estão os maiores centros empresariais da região.

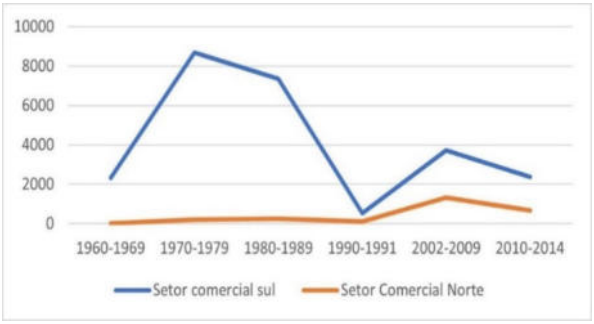


Gráfico 1-Ocorrência ao "Setor Comercial Sul" e "Setor Comercial Norte" de 1960 a 2014. Autoras (2023).

Ao compararmos os dois setores comerciais, percebemos a eliminação da socialização do espaço, vemos que espaços de convívio público e até mesmo as calçadas foram extintas dificultando o caminhar e a permanência do transeunte. Essa característica se acentuo com o passar dos anos. Inexiste o que Farret (1985) denomina como política territorial[1]. Assim como as trocas diretas favorecidas no SCS pelos diversos comércios e edifícios hoje inexistentes no lugar. Essa característica no SCN nunca existiu.

Além da eliminação dos espaços públicos e da diversificação na tipologia dos edifícios comerciais, percebe-se o aumento considerável da altura e taxa de ocupação no terreno. No SCN, a altura média dos edifícios é de 20 pavimentos e eles estão dispostos ao longo de todo o setor (Fig.***6***), enquanto no SCS os edifícios mais altos estão nas quadras 07,08 e 09 e na quadra 01, mas em menor ocupação no lote e nos arredores da quadra 02 (*Fig.* ***5***).

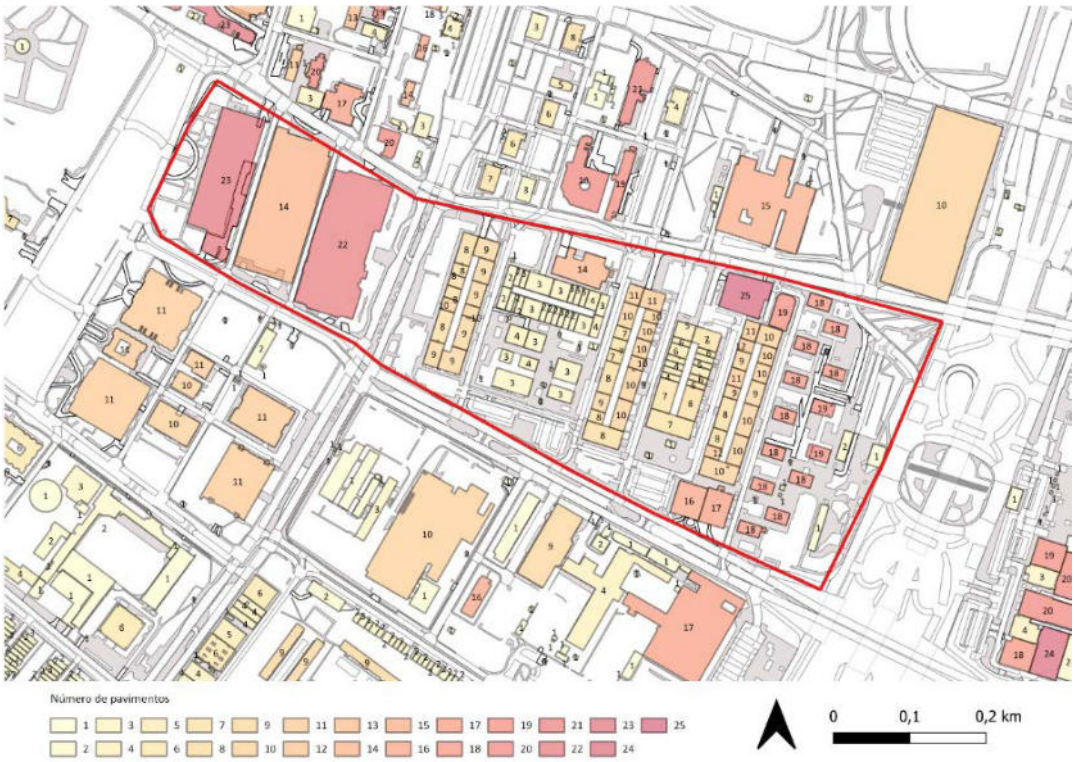


Fig. 5- Altura das edificações Setor Comercial Sul. Autoras (2023)

[1] Conjunto complexo de ações dirigidos para a eliminação de obstáculos à total socialização do espaço pela reprodução expandida do capital.

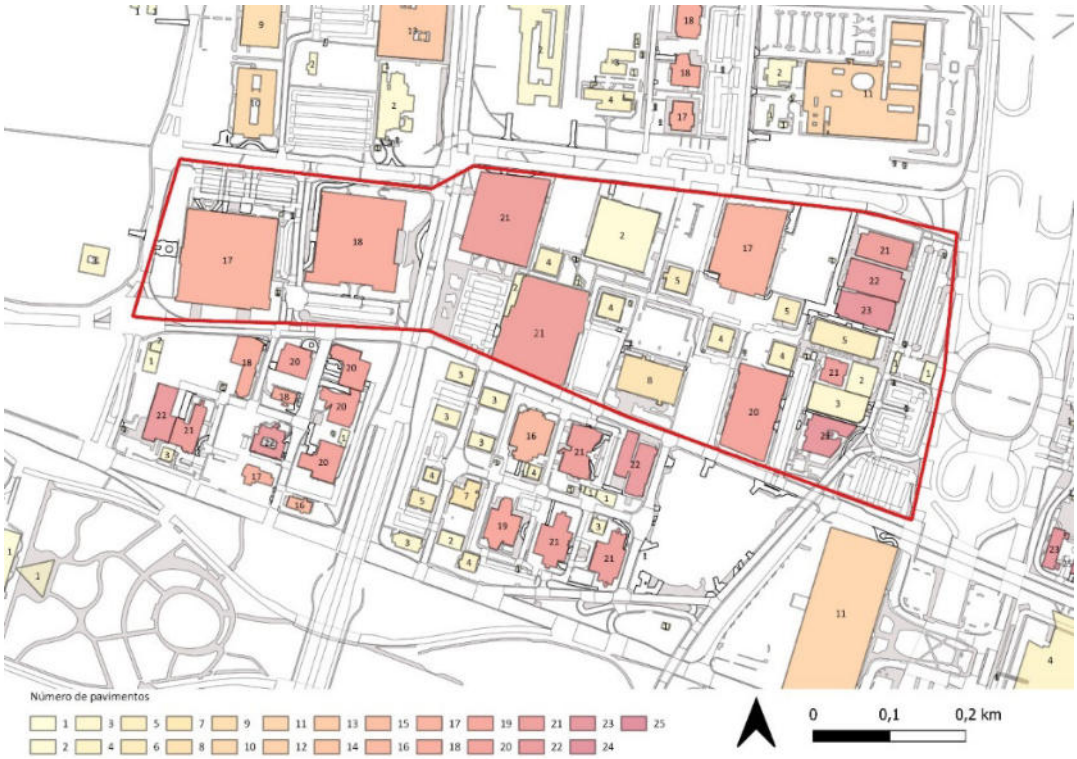


Fig.6 - Altura das edificações Setor Comercial Norte. Autoras (2023)

Os seus usuários são pontuais e veem esse local não como ponto de encontro e sim como ponto de passagem, pois só se dirigem a ele para atividades específicas. O urbanismo no SCN inibe a proliferação de atividades ditas "ilegais" como os ambulantes presentes no SCS, uma vez que o fluxo de pessoas nas ruas e de sombra nesse local é quase inexistente.

O entendimento de Milton Santos ao reconhecer padrões diferentes conforme a periodização das construções dentro da mesma cidade, é visualizado ao compararmos o Setor Comercial Sul e Norte. O Setor Comercial Sul, que começou a ser construído em 1960 possui características morfológicas e padrões de urbanização muito diversos do Setor Comercial Norte, construído 15 anos depois e com construções recentes ainda hoje, em 2023. Isso se percebe tanto na morfologia urbana, na forma e na estética dos edifícios, e sobretudo, na forma de uso e apropriação por parte das pessoas que se apropriam do local. Enquanto o SCS possui muitos comércios de rua (ambulantes) e lojas no térreo dos edifícios, o SCN possui Shoppings e edifícios corporativos.

É visível a influência da temporalidade na formação dos espaços até mesmo dentro dos próprios setores. Na expansão do SCS pelas quadras 7,8 e 9 (ao oeste da via W3 Sul) datada de 1997, por exemplo, os lotes se tornaram maiores possibilitando a implementação de shoppings center e edifícios corporativos sem espaços públicos. A transformação dos espaços dos dois setores a partir desse ano e nos futuros que estavam por vir era e ainda é visível, como demonstra a linha do tempo[2] a seguir (*Fig. 7*). Nota-se que o Setor Comercial Sul teve um dos edifícios situado na quadra 06, ao lado do Venancio, demolido para que se implantasse o edifício "Parque da cidade Corporate"

[2] Parte da pesquisa da tese de doutorado em desenvolvimento "Requalificação urbana com base em princípios bioclimáticos: um estudo sobre as centralidades de Brasília, os setores comerciais e sua projeção microclimática", PPGFAU UnB, orientada pela Dra. Profa. Titular Marta Romero.

(2005-2012). E que o Setor Comercial Norte implantou em sua área dois novos edifícios ao longo desses mesmos anos: o edifício que compreende a Polícia Federal (2016-2018), na quadra 04, e o edifício hoje denominado Edifício Vega Luxury Design Offices (2012-2016). Em detrimento do espaço público, aberto e desimpedido os incorporadores aumentaram os lotes, tanto na quadra 06-B[3] do Setor Comercial Sul, quanto no Setor comercial Norte.

Ao analisar a evolução urbana (Figura 03) percebemos que teve uma grande parte do SCS que foi consolidada na década de 80, porém os seus lotes – diferente do SCN- já haviam sido registrados desde abril de 1961. O Setor Comercial Norte, no entanto, teve seus lotes registrados apenas nessa mesma década conforme mapas das figuras 8 e 9.



Fig. 7- Linha do Tempo. Autoras (2023)

[3] A quadra 06- B compreende o perímetro implementado em 1997, após a w3 Sul, e que compreende o Shopping Pátio Brasil, Venâncio Shopping e o edifício Parque da Cidade Corporate.

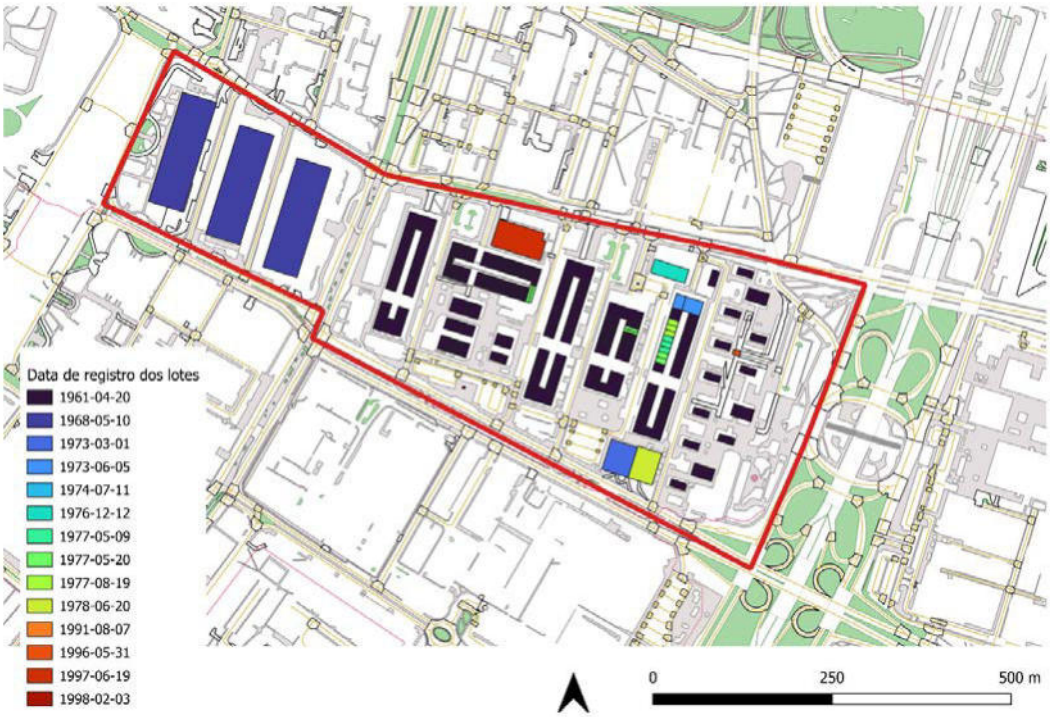


Fig. 8 - Registro dos lotes do Setor Comercial Sul Autoras (2023)

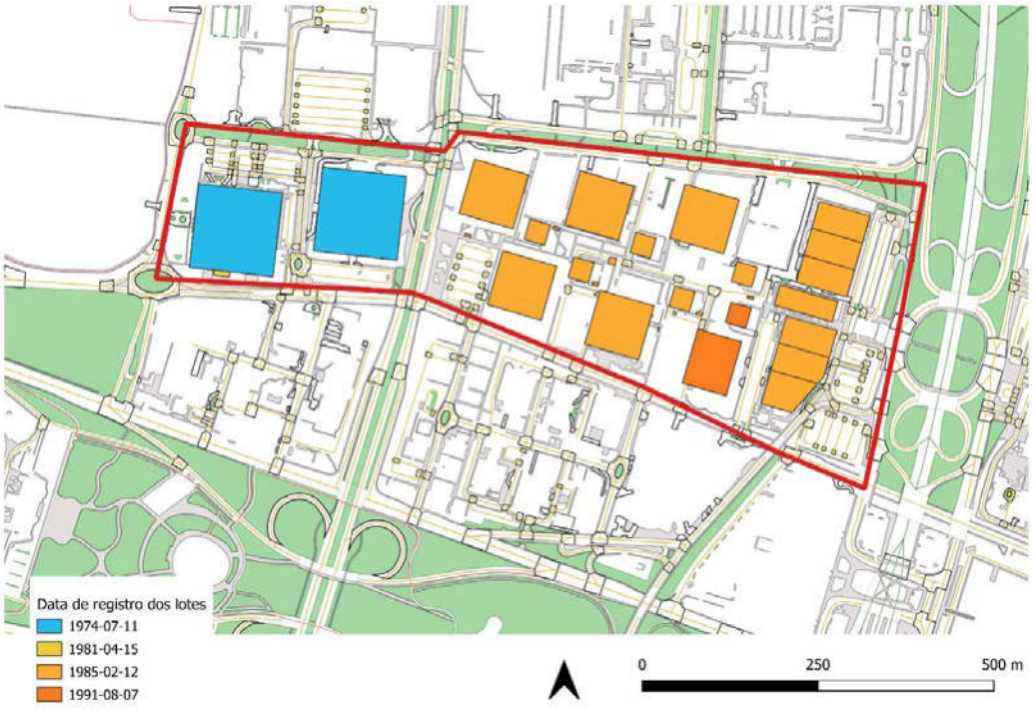


Fig. 9- Registro dos lotes do Setor Comercial Norte. Autoras (2023)

Interessante observar o texto do Art.80 e 81 do decreto 596 de 1967, que estabelece limites para o crescimento e ocupação do Setor Comercial Sul, sem se preocupar, no entanto, com os limites para o Setor Comercial Norte afirmando apenas que seria permitido que se ocupassem um ou mais lotes e a livre utilização dos espaços internos, independente do

gabarito. Na época desse decreto, o projeto do SCS e sua urbanização já estava sendo executada, ao contrário do SCN que apenas tinha sua poligonal definida (1962).

No SCS, a Decisão 08/75 do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) possibilitou alturas e ocupações maiores aos edifícios no SCS-B, logo após a lei de 1994 foi alterada em 1996, permitindo, portanto, a altura máxima de 55 metros para aquela região. Com a Norma de Gabarito alterada, foi possível que a ocupação desse lote fosse feita por shopping centers e grandes edifícios corporativos.

Dois anos após essa decisão, em 1977, o DF registrou seu maior crescimento populacional (Schvarsberg, B.; Balducci, A.; Schlee, A. R.; Gorovitz, M.; Holanda, F.; 2014) que motivou a proposição do Plano Estrutural de Organização Territorial (PEOT) do DF, aprovado em 1978. Mais tarde, em 1987, foi produzido o documento intitulado Brasília Revisitada que propunha algumas alterações e freios à ocupação da cidade, mas que, no entanto, não previa novos usos ou modificações para esses setores centrais. Em 1992, aconteceu a aprovação do Plano Diretor de Ordenamento Territorial que tinha como um dos instrumentos de política urbana a Outorga Onerosa do Direito de Construir (ODIR) (*Tabela 1*) Esta poderia ser aplicada nos lotes onde o direito de construir pode ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico até o limite estabelecido pelo coeficiente e aproveitamento máximo, mediante contrapartida (ADRIANO, H, 2021).

Tabela 1 - Normas Setor Comercial Sul. Fonte: Autoras (2023)

SETOR COMERCIAL SUL			
NORMA	CA/TC	ALTURA	TO/AFASTAMENTOS/TP/ TAV
Decreto 07/1960		2 a 12 pav p/ lojas e escritórios (art. 3º	
Dec. 596/67		Art. 81 - 5 pav.	
Decisão nº 08/75 - CAU - SCS - B	56.000,00 m2 para os 2 (dois) edifícios, permitida uma variação de 2% (dois por cento) + Subsolo.	a) magazine- h=23 m. da cota de soleira - térreo e 4 pavimentos b) escritórios - h=45m da cota de soleira	
Lei 816/1994, alterada pela L. 1.112, 21/6/1996- lote C do Setor Comercial Sul B - SCS/B		Máxima: h = 55m Mínima: h = 18m	
Leis 1280/96, 1194/96 e 1533/97 Decretos 18351/97, 18469/97 e 19687/98	TC- 1 SS 100% demais 88%	h = 3 SS	TO - 100% do lote
NGB 144/98 STS A uso garagem e comércio			

Quanto ao SCN os planos urbanos para aquela região foram insuficientes permitindo alterações consideráveis em sua forma urbana (*Tabela 2*). O Decreto 07/1960 instituiu, a princípio, que o SCN poderia ter edifícios de 2 a 11 pavimentos apenas. Dezessete anos depois, no entanto, o decreto 3.931 de 09/11/1977 permitiu a construção de até 40% da área para lazer, lanchonete e restaurante, área isenta no cômputo da Taxa de Construção, aumentando, portanto, a taxa máxima de ocupação no lote. Nenhum deles, porém, para incentivar cenas urbano-sociais que favoreçam o contato e a comunicação.

Tabela 2- Normas Setor Comercial Norte. Autoras (2023)

SETOR COMERCIAL NORTE

NORMA	CA/TC	ALTURA	TO/AFASTAMENTOS/TP/TAV
Decreto 07/1960		2 A 11 PAVIMENTOS (Art. 3e)	
Decreto 3.931/1977 destinadas a lazer, lanchonetes e restaurantes, englobando caixa d'agua e casa de máquinas			40% da área da projeção computada para o cálculo de área máxima de construção
Decisão 75/80- regularização s lotes Setor Comercial Norte			recuo dos lotes em relação ao meio fio das ruas de acesso - 3 m
NGB 23/88 SCN- Quadra 01 lotes A, B, C, E, F, G	área máxima construída= 17 mil m² +SS+ terraço + escada de incêndio.	pav SS+ térreo+ SL+ Terraço+ PT +cobertura= h58m	estacionamento 1 vaga/50m² (SS) T.O = térreo, SL e terraço- 100% Pav. tipo 30% do lote

Na década de 80, época de maior consolidação desse setor, houve, a regularização dos lotes já ocupados nessa região e 8 anos mais tarde, aumentaram consideravelmente a área máxima construída e permitiram edificações de até 58 metros com taxas mínimas de estacionamento (1 a cada 50m²). Essa Norma de Gabarito (NGB 23/88) foi um grande avanço para o mercado incorporador que viu nela a oportunidade de executar grandes edifícios com altas taxas de ocupação urbana (PPCUB, 2017)

3. CONCLUSÃO

No território no qual os setores comerciais estão inseridos é descrito como locais que tem como característica predominante os espaços densamente utilizados e propícios ao encontro, com diversidade de usos, liberdade de volumetria do conjunto, alturas mais elevadas nas edificações e maior densidade de ocupação do solo. Questiona-se, portanto, qual o limite para a liberdade de volumetria e para as alturas elevadas das edificações? E sobretudo, questiona-se também a falta de equipamentos públicos no espaço do Setor Comercial Norte para propiciar locais de encontro.

Cabe ressaltar, por fim, que a década de 80 foi marcada pela redemocratização do Brasil e Brasília, especificamente, começou a ter um governador eleito nesse período. Portanto a disputa pelo território nessa época foi, além de tudo, política e econômica. Era preciso ao governador demonstrar que o centro da capital do país estava sendo desenvolvido e consolidado.

Percebe-se, portanto, pela pesquisa, a falta e a urgência de legislações específicas para o Setor Comercial Norte de Brasília, uma vez que carece de espaços públicos e de urbanização que se façam presentes para caracterizar o modo de vida urbano inclusivo do centro da capital da república. O capital incorporador tomou conta desse setor central de Brasília (o SCN) e como o Setor Comercial Sul passa, em 2023, por um processo de revitalização urbana faz-se necessário atentar para que o capital incorporador não consiga suprimir as áreas públicas e reinventar de forma negativa esse setor tão diverso. O centro precisa de espaço diversificado, complexo capaz de abrigar a complexidade da estrutura social moderna.

4. REFERÊNCIAS

ADRIANO, H. S.R. A. (2021) **A gestão pública da valorização da terra no Distrito Federal: uma análise da aplicação das outorgas urbanísticas**. In: Textos para discussão – CODEPLAN, nº 74.

COSTA, L. (2018) **Relatório do Plano Piloto**. [S. l.: s. n.].

DECRETO Nº 596 - DE 8 DE MARÇO DE 1967.

FARRET, Ricardo L. (1985) **O Estado, a questão territorial e as bases da implantação de Brasília**. In: PAVIANI, A. (Org.). Brasília, ideologia e realidade. São Paulo: Projetos

Infraestrutura de Dados Espaciais do Distrito Federal-IDE/DF (2023). Geoportal/DF. Disponível em: https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/.

KALLAS, L. M. E.; DA SILVA, E.A. S.; GUILLEN-SALAS, J. C. (2020) **O patrimônio edificado e urbanístico do Plano Piloto de Brasília (DF): documentação, valorização e resgate por meio dos "sketches"**. Labor e engenho, v. 14, n. 2176–8846, p. 1–23.

PAVIANI, A. (1996) **A realidade da metrópole: mudança ou transformação na cidade** In: PAVIANI, Aldo (Org.). Brasília, moradia e exclusão. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Projeto de Lei Minuta PLC PPCUB 11186391, Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília (2017).

PPCUB- Relatório Diagnóstico Subproduto B- Relatório Consolidado – ANEXOS (2017). Disponível em: http://www.seduh.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/10/relatorio_diagnostico_volume_anexos.pdf <acesso 14 07 2023>.

ROMERO, M. A. B. (2015) **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Coleção Arquitetura e Urbanismo, Brasília, Editora UnB, 4ª reimpressão.

Santos, M.(1994) **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Hucitec.

SILVA, J. A. e ROMERO, M. A. (2011) "**O Urbanismo Sustentável no Brasil. A Revisão de Conceitos Urbanos para o Século XXI**". Arquitextos, São Paulo, 11.129, Vitruvius. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.129/3499.

SCHVARSBERG, B.; BALDUCCI, A.; SCHLEE, A. R.; GOROVITZ, M.; HOLANDA, F.; (2014) **"O processo de planejamento urbano e territorial de Brasília"**. In: Saboia, L & Derntl, M. "Brasília 50+50: cidade, história e projeto". Brasília: Editora Universidade de Brasilia, 2014. 179p.

DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS E DILEMAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS HABITACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO NA CAPITAL POTIGUAR, BRASIL

C. de F. Neto, F.C.B. Queiroz, M.M. de Sousa, A.M. de S. Júnior, S. R. F. Q. de Medeiros.

RESUMO

Este artigo expande os debates sobre Desenvolvimento Urbano Sustentável (DUS), focando na habitação social promovida pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). A moradia, essencial para todos, é inacessível para muitos, tornando-se uma mercadoria de alto valor para a população pobre, que enfrenta dificuldades em acessar crédito. Este cenário justifica a intervenção estatal na habitação, exemplificada pelas Companhias de Habitação (COHABs). A pesquisa analisa dois conjuntos habitacionais em Natal, Rio Grande do Norte, Panatis e Panatis Promorar, à luz do ODS 11, que visa tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. O estudo, baseado em levantamentos documentais e dados do IBGE, revelou problemas socioambientais que comprometem o acesso à moradia digna, além de fragilidades na proposta habitacional inicial, que não considerou as particularidades sociais locais, refletidas nas diversas tipologias de uso e ocupação do solo pelos moradores.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, a carência de moradias para a população trabalhadora no sistema capitalista e as respostas oferecidas para os problemas de habitação ainda são compreendidas hoje à luz das reflexões de Engels sobre a classe operária na Inglaterra (Engels, 1979). No Brasil, a questão da habitação começou a ganhar destaque no século XX, com o avanço da industrialização e urbanização, levando ao êxodo rural e ao aumento da demanda por moradias nas cidades. No século XXI, conforme Organização das Nações Unidas (ONU), esse panorama se tornará ainda mais evidente, pois além de mais da metade dos habitantes do planeta já viverem em áreas consideradas urbanas, o mundo continuará a se urbanizar pelas próximas três décadas, com taxas de urbanização saindo de 56% em 2021, para 68% em 2050 (ONU-Habitat, 2022).

A casa, nesse sentido, passa a possuir aspectos produtivos e simbólicos, tornando-a um bem caro e de difícil acesso no mercado formal. Nesse cenário, o Estado surge como um agente capaz de encontrar soluções para o déficit habitacional nas cidades, por meio do desenvolvimento e implementação de políticas públicas de habitação (Maricato, 1987; e Valença, 2001). Foram muitas as ações governamentais no Brasil frente ao tema da provisão da habitação, contudo, destacam-se aqui quatro delas, sendo essas:

i. A criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), que vigorou durante os anos de 1964 a 1986 e foi a primeira grande ação e a mais longeva política habitacional brasileira;

ii. Há um esvaziamento dessa pauta por parte do governo durante 23 anos, sendo superada com o surgimento do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV (2009-2020);
iii. Com o enfraquecimento do PMCMV e o advento de um governo de cunho ideológico oposto ao anterior, o PMCMV é substituído pelo programa habitacional Casa Verde e Amarela – CVA, que vigorou entre os anos de 2020 a 2022;
iv. Concomitantemente ao cenário governamental do tópico anterior, o PMCMV é retomado (2023-atualmente) e trata-se da atual política habitacional brasileira.

Paralelamente a criação do BNH e de uma agenda de provisão habitacional pública no Brasil, cabe mencionar ainda que outras pautas surgiram e se consolidaram frente as problemáticas urbanas existentes, como foi o caso das discussões socioambientais. Até a década de 60 não se enxergava como necessária a distinção entre as noções de crescimento e de desenvolvimento econômico, tendo em vista que eram poucas as nações que haviam se industrializado e se tornado ricas. Contudo, o surgimento de algumas correntes teóricas modificou esse panorama, como foi o caso do advento do termo ecodesenvolvimento. Evidenciado a partir da década de 1970, esse elemento fez emergir a noção de que seria possível a criação de um modelo que associasse desenvolvimento econômico com melhorarias significativas para a vida das populações urbanas. Esse processo corroborou com o que veio a ser entendido, futuramente, como desenvolvimento sustentável (Abiko *et al.*, 2009).

De forma mais recente, uma Nova Agenda Urbana foi adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito (Equador), no ano de 2016, denominado Nosso Futuro Comum, cuja proposição primordial foi a de atender as demandas atuais da sociedade sem comprometer as gerações futuras. Essa agenda busca, de forma integrada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e de suas metas – sendo o Objetivo 11 o elemento focal da discussão aqui apresentada – cuja finalidade é a de tornar as cidades e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU-Habitat, 2022).

Sabendo que o surgimento do BNH e dos conjuntos promovidos pela COHAB nascem a partir da década de 1960 e que as discussões que englobam o desenvolvimento sustentável surgem a partir de 1970, como os conjuntos promovidos pelo BNH se assentam nessas discussões hoje? Quais os fenômenos e processos que os empreendimentos edificados por esse programa trazem à tona? Essa provisão de moradia fornece condições seguras para os seus moradores? Que tipo de espaços públicos existem nessas localidades? Posto isso, a pesquisa tem por objetivo analisar dois conjuntos habitacionais fruto de um mesmo órgão, o BNH, que são denominados de Panatis e de Panatis Promorar, localizados em Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte no Brasil, à luz do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, cujo intento é o de tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. É necessário, de antemão, esclarecer que, apesar da promoção de habitação realizada pelo BNH e as abordagens dadas pelos ODS não pertencerem ao mesmo período histórico, cabe ressaltar que os ODS se preocupam com o cenário urbano atual, moldado pelas ações do BNH, logo eles possuem uma relação direta.

Para corroborar com os achados de pesquisa e respostas a essas problemáticas, este trabalho se estruturou, para além de uma introdução, com uma seção destinada a apresentação do arcabouço metodológico utilizado, uma revisão de literatura enfocando a atuação do BNH no Brasil e especificamente em Natal, bem como das pautas de Desenvolvimento Urbano Sustentável e ODS. Os resultados e discussão evidenciaram que mesmo se tratando de dois

conjuntos habitacionais edificados em etapas não adjacentes, ambos disfrutaram de problemáticas similares sob o aspecto dos conflitos socioambientais que fragilizam o acesso à moradia digna e segura.

2. ARCABOUÇO METODOLÓGICO

Esta pesquisa é desenvolvida a partir de um prisma-teórico que parte da atuação do BNH enquanto agente promotor habitacional e, em seguida, envolve a compreensão acerca do Desenvolvimento Urbano Sustentável (DUS) a partir do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, referente às Cidades e Comunidades Sustentáveis. Para a operacionalização desses elementos, utilizou-se como recorte empírico o empreendimento Panatís, edificado em três etapas, localizado em Natal. A capital do estado do Rio Grande do Norte-RN é classificada como uma Capital Regional A, e está situada na região Nordeste brasileira. Além de ser a cidade mais populosa do estado, é marcada ainda por uma economia voltada para o setor terciário, sobretudo pelo comércio e o turismo (IBGE, 2018, p. 11).

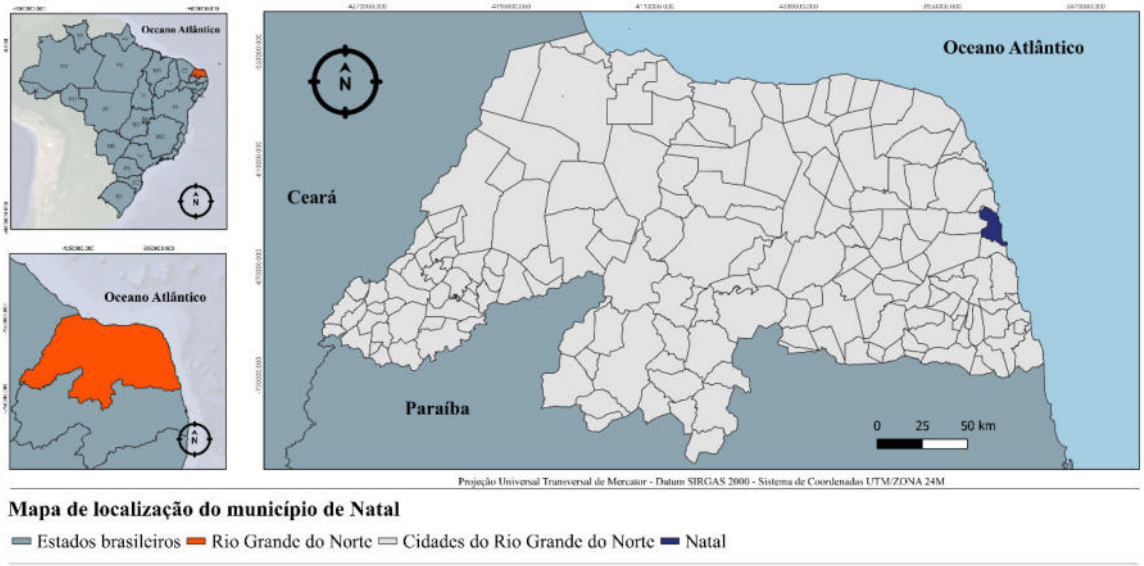


Fig. 1 Localização da cidade de Natal, no Rio Grande do Norte brasileiro

Para tanto, realizou-se o levantamento documental do partido urbanístico dos conjuntos analisados, disponibilizado pela Companhia de Processamento do Rio Grande do Norte (Datanorte), pela Companhia Estadual de Habitação e Desenvolvimento Urbano (CEHAB) e pelo acervo dos grupos de pesquisa e extensão Estúdio Conceito - UFRN e Acesso à Terra Urbanizada - UFERSA. Para além disso, também foram consultados os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a construção de mapas temáticos. Esses mapeamentos se referiram a provisão de equipamentos urbanos, o mapa de uso e ocupação do solo e o mapa de rendimentos médios conforme setores censitários de 2010 do IBGE do conjunto habitacional estudado. Por fim, aglutinou-se a essas discussões alguns registros fotográficos da área, bem como recortes fotográficos da mesma.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Seção destinada a fornecer um breve panorama da atuação do BNH enquanto agente promotor habitacional na cidade de Natal e, em seguida, compreender os conceitos de Desenvolvimento Urbano Sustentável (DUS) com ênfase no Objetivo de Desenvolvimento

Sustentável (ODS) 11, referente às Cidades e Comunidades Sustentáveis. Essa construção teórica subsidiará as análises realizadas na terceira seção, em que se toma o conjunto Panatís como elemento empírico de discussão.

3.1 A produção nacional do BNH e sua atuação em Natal (RN)

É de compreensão geral que a moradia é fundamental a todos os seres humanos. Todavia, esta não é de acesso universal, pois, com o desenvolvimento do capitalismo, ela se tornou não apenas uma mercadoria, mas uma mercadoria especial. Maricato (1987) e Valença (2001) destacam que as características do bem "habitação" – necessário a todos, de produção complexa, imóvel e indivisível – o fizeram se tornar de alto valor, diminuindo as chances de acesso direto, principalmente para os mais pobres, cujo desembolso único de uma grande quantia é quase impossível e o acesso a crédito/financiamento muito difícil. Esse contexto de dificuldade é o que, constantemente, caracteriza a intervenção e ação do Estado na habitação. Criam-se políticas públicas habitacionais que objetivam, ou deveriam objetivar, a diminuição do déficit habitacional por meio do alargamento do acesso à casa própria, que historicamente tem sido a forma preponderante de provisão de moradia.

A casa própria mobiliza a população enquanto ideologia e também como segurança econômica. Constitui-se, para população mais pobre, como um ativo (Moser, 1998). Desse modo, entende-se que a moradia é algo fundamental e "indispensável à reprodução social dos indivíduos (pobres e ricos); constitui-se também no espaço do cotidiano e da intimidade, no local onde grande parte da vivência humana acontece" (Medeiros, 2007, p. 13). Isso significa que a moradia assume o papel da subjetividade, enquanto também consiste numa mercadoria no modo de produção capitalista, onde compreender o papel do Estado frente ao tema é imprescindível (Bonates, 2007; Medeiros, 2007).

No Brasil, o problema habitacional começou a ganhar destaque no século XX, com o desenvolvimento da indústria e das cidades, cujas principais consequências foram o êxodo rural e o aumento da demanda por moradias urbanas. Vale ressaltar que as primeiras ações para resolver o problema habitacional no país foram impulsionadas por agentes privados – o modelo rentista – por meio da construção de vilas e apartamentos para a classe trabalhadora (Bonduki, 1995). A ação do Estado no setor da habitação se iniciou com a ações de cunho higienista e sanitarista, ainda em pequena escala, e que vão se efetivar através de uma grande política de produção habitacional somente a partir da criação do BNH, em conjunto ao Sistema Financeiro da Habitação (SFH). O SFH e o BNH foram instituídos pela Lei 4.380 de 21 de agosto de 1964, durante o regime militar, tendo o BNH se tornado a política-chave para a provisão da habitação no Brasil durante os anos de 1964-1986 (Andrade; Azevedo, 2011). O órgão partiu de um ideário do urbanismo moderno e buscou dar uma resposta efetiva aos problemas das habitações das massas trabalhadoras a partir da salubridade, tendo em vista que um problema de massa requeria uma solução em massa (Bonduki, 1995; Medeiros, 2007).

Desse modo, conforme descrito nos planos de ações do BNH, o órgão teve como objetivo coordenar a política habitacional brasileira investindo nos conjuntos habitacionais, promovendo infraestrutura e equipamentos urbanos complementares e apoiando outros projetos urbanos de abrangência inter-regional ou nacional (Martins, 2007). Durante os seus 22 anos de atuação, suas ações se deram por meio de dois agentes operacionais: os Institutos de Orientação às Cooperativas Habitacionais (INOCOOPs), destinados a um público com renda superior a cinco salários mínimos; e as Companhias de Habitação (COHABs), que até

1975 atendiam a um público com ganhos de até três salários mínimos e que, após 1975, passam a atender a uma população com renda de até cinco salários mínimos. Ambos os agentes tiveram como ênfase a criação de conjuntos habitacionais em diferentes cidades dos estados brasileiros (Medeiros, 2018) e, em conjunto, produziram aproximadamente 4,5 milhões de unidades habitacionais em todo território do país, concentrando a produção nas grandes cidades e nas regiões metropolitanas, como no caso de Natal.

Natal/RN, capital do estado do Rio Grande do Norte, foi a responsável pela maior produção de residências de interesse social construídas por intermédio da COHAB/RN. Seu crescimento urbano exponencial ocorre a partir da década de 1940, estimulado pela mobilização militar e pela seca de 1942, que tiveram como consequência o êxodo rural. Entre 1940 e 1950, a população de Natal cresceu 88%, quase dobrando, saindo de 54.836 para 103.215 habitantes. Nesse momento a cidade de Natal vivenciou uma urbanização sem indústria, e gerou-se um falso progresso na cidade (Medeiros, 2015).

Nos anos que se seguiram a esse fenômeno, houve um *boom* populacional em Natal, tendo sido poucas as ações em relação à provisão de novas moradias, assim como as políticas habitacionais, até o ano de 1964, no município. Os primeiros conjuntos foram construídos na Região Administrativa Sul, ao longo da BR-101, corredor industrial e via de acesso para escoamento da produção local. Foi somente com os incentivos destinados à industrialização do município, e com a implantação de um Distrito Industrial de Natal (DIN), localizado no bairro de Igapó, na Região Administrativa Norte da cidade, em 1970, que se atraiu a população imigrante, e uma série de políticas públicas voltadas para o provimento da habitação e infraestruturas foram realizadas (Clementino, 1995; Ferreira, 1996; Medeiros, 2013; Medeiros, 2015; Cruz, 2023). Foi mediante esse contexto que o conjunto Panatís foi edificado e outros conjuntos habitacionais promovidos pela COHAB em Natal contribuíram para uma expansão horizontal do município, com números expressivos na Zona Norte. Seguiu-se a lógica de áreas que estavam valorizadas ou poderiam se valorizar. Embora não seja um fenômeno restrito a Natal, a expansão horizontal do município acarretou altos custos para se prover infraestrutura (Medeiros, 2015).

Essa localização geograficamente periférica se relacionou com o preço da terra disponível e anexação de áreas de rendas menores em relação a área consolidada, em um fenômeno denominado de extensores urbanos. Esse termo descreve o aumento das cidades de forma demasiada a partir da construção de conjuntos horizontalmente na periferia (Medeiros, 2015). Desse modo, questiona-se: como a produção habitacional da COHAB dialoga com os preceitos ligados ao Desenvolvimento Urbano Sustentável e o ODS 11? Para tanto, faz necessária a compreensão teórica desse termo, conforme discutido na seção a seguir.

3.2. Desenvolvimento Urbano Sustentável (DUS) à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11

Até a década de 1960, desenvolvimento e crescimento econômico eram termos similares, já que as nações desenvolvidas eram as únicas que haviam se tornado ricas. Aliado a essa conceituação, havia a premissa de uma individualidade humana e de exploração ambiental a todo custo. A consequência de tais ideais culmina em uma crise socioambiental, cujos impactos são sentidos na extinção de recursos naturais, os distintos meios de poluição, baixa qualidade de vida, pobreza, má distribuição de recursos, entre outros (Abiko *et al.*, 2009). Surgem então, três correntes de pensamento sobre o que seria o desenvolvimento, sendo elas:

i. Desenvolvimento como crescimento econômico;
ii. Desenvolvimento como algo utópico;
iii. E desenvolvimento como crescimento econômico aliado a um projeto social.

Essa terceira opção é tida como o caminho e o meio, ou seja, trata-se daquela que busca associar o crescimento econômico a um desenvolvimento social e melhoria da qualidade de vida das pessoas. Alinhado a esse contexto, surge ainda o termo ecodesenvolvimento (1973), cunhado por Ignacy Sachs, define-se como um termo que tentava conciliar o aumento da produção com a preservação dos ecossistemas necessários para manter as condições de habitabilidade na Terra (Abiko *et al.*, 2009).

Com isso, agendas e discussões importantes sobre essas questões socioambientais e desse desenvolvimento das cidades surgiram, sendo elas a Declaração de Cocoyok em 1974, Relatório Nosso Futuro Comum, da Organização das Nações Unidas[1], culminando com a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, a Rio 92, Conferência Rio+10, Rio +20 (2012) e a Nova Agenda Urbana, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito (Equador) no ano de 2016.

Foi através da necessidade de criar um modelo de desenvolvimento que compatibilizasse crescimento econômico, conservação dos recursos naturais e um projeto de sociedade que surgem uma série de definições e adjetivos relacionados a sustentabilidade, como no caso do Desenvolvimento Urbano Sustentável, reconhecido na Carta Brasileira para Cidades Inteligentes como:

> O processo de ocupação urbana orientada para o bem comum e para a redução de desigualdades. Este processo equilibra as necessidades sociais, dinamiza a cultura, valoriza e fortalece identidades. Usa os recursos naturais, tecnológicos, urbanos e financeiros de forma responsável. Promove o desenvolvimento econômico local. Impulsiona a criação de oportunidades na diversidade. Impulsiona a inclusão social, produtiva e espacial de todas as pessoas, de gerações presente e futuras. Promove a distribuição equitativa de infraestrutura, espaços públicos, bens e serviços urbanos. Promove o adequado ordenamento do uso e da ocupação do solo em diferentes contextos e escalas territoriais. Respeita pactos sociopolíticos estabelecidos em arenas democráticas de governança colaborativa (p. 29, 2020a).

Trata-se, portanto, de um termo que evoca tornar as cidades mais seguras, resilientes e sustentáveis e está, desse modo, totalmente alinhado aos preceitos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, que busca através de algumas metas garantir cidades melhores. Dentre essas metas, destacam-se:

i. Meta 11.1 – Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas.
ii. Meta 11.7 – Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres, crianças e adolescentes, pessoas idosas e pessoas com deficiência, e demais grupos em situação de vulnerabilidade.
iii. Meta 11.b – Até 2020, aumentar significativamente o número de cidades que possuem políticas e planos desenvolvidos e implementados para mitigação, adaptação e resiliência a

[1] Neste relatório o desenvolvimento sustentável é entendido como "aquele que permite satisfazer nossas necessidades atuais sem comprometer a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações futuras".

mudanças climáticas e gestão integrada de riscos de desastres de acordo com o Marco de SENDAI (Nações Unidas, 2022).

Observa-se, então, que essas metas buscam reduzir os desafios enfrentados pelas pessoas no Brasil e no mundo, para que o mesmo progrida de forma regular, sendo a terceira seção desse trabalho destinada a analisar a produção habitacional da COHAB à luz dos elementos propostos pela noção de Desenvolvimento Urbano Sustentável e do ODS 11.

4. RESULTADOS

O conjunto Panatís trata-se do primeiro empreendimento edificado em Natal e, consequentemente no Rio Grande do Norte, com mais de 1.000 unidades habitacionais. Localizado na Zona Administrativa Norte natalense e tendo sido iniciado em 1979, foi um dos principais eixos de expansão horizontal da cidade, graças aos voluptuosos investimentos da COHAB em tal localidade. Edificado em três etapas, esse empreendimento possuiu a especificidade de duas de suas etapas – a primeira e a terceira, com 1.123 unidades residenciais – terem sido destinadas ao modelo convencional de atuação da COHAB/RN (até cinco salários mínimos) e a segunda etapa, com 220 casas, destinou-se aos moradores do Promorar, com renda de 1 salário-mínimo inscrita na COHAB/RN. O Panatís se localizou às margens da RN-302, à esquerda da estrada da Redinha, contribuindo com a expansão da mancha urbana natalense em direção ao norte dos seus limites municipais (DATANORTE, 2012; Medeiros, 2021; Silva, 2022).

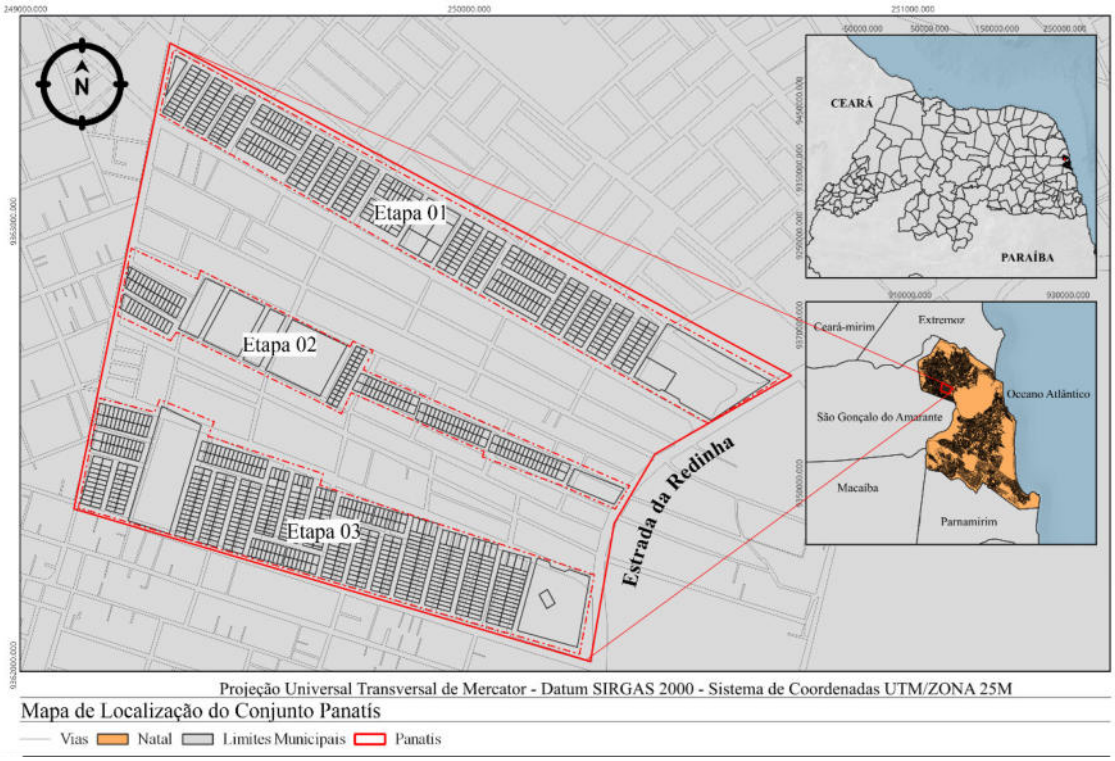


Fig. 2 Localização do Conjunto Panatís, Natal, no Rio Grande do Norte brasileiro

O conjunto apresenta em sua primeira etapa uma distribuição dos equipamentos urbanos uniforme, uma vez que os mesmos estão especializados nas extremidades e ao centro do empreendimento. Na terceira etapa, essa espacialização segue a lógica de espacialização nas

extremidades. Essa característica de distribuição ocorre e foi facilitada muito em função da geometria da gleba em que o empreendimento foi concebido, em quadras lineares e em um desenho ortogonal.

Na primeira etapa do conjunto há três áreas destinadas para praças, uma destinação para Conselho Comunitário (CICOM), creche e escola. Na terceira etapa do conjunto há uma área verde, área destinada a equipamentos, unidade de saúde e uma quadra esportiva. Na segunda etapa (Promorar) há uma praça, escola, duas áreas destinadas a equipamentos, delegacia e uma sede da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Em linhas gerais é possível afirmar que o Panatís possui uma distribuição homogênea de equipamentos urbanos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).



Fig. 3 Equipamentos urbanos do Conjunto Panatís, Natal (RN)

Observam-se no empreendimento escolas, praças, creches, delegacias, quadras e unidades de saúde e esses elementos corroboram, por conta de sua variedade, com a Meta 11.1 dos ODS. A grande fragilidade desse conjunto habitacional se refere, no entanto, a uma lagoa de captação de águas alocada na área do Promorar II e da terceira etapa (itens de número 6). Trata-se de uma localidade frágil socioambientalmente, uma vez que durante os períodos chuvosos ocorrem alagamentos, nota-se acúmulo de lixo no entorno, há perdas de bens materiais e até óbitos já foram registrados (AgoraRN, 2022).




Fig. 4 (esquerda) e Fig. 5 (direita) – Lagoas de captação do Conjunto Panatís, Etapa III (esquerda) e Promorar II (direita), Natal (RN)

Quanto a inserção à época, cabe mencionar que se trata de um conjunto que foi promovido em uma área não adensada e que, embora tivesse uma facilidade de acesso através da Estrada da Redinha, não estava bem localizado durante a sua origem. Para além disso, trata-se de um empreendimento que em sua previsão inicial não contemplou áreas comerciais intra-quadras. Tais elementos desconsideraram que uma boa moradia depende de outros elementos para além da qualidade construtiva da casa, indo de encontro aos preceitos da Meta 11.1 dos ODS. Observou-se, assim, que quanto mais para as bordas das três etapas e, consequentemente, mais próximo de vias principais, mais transformações de cunho comercial e misto simples ocorreram e essas, por sua vez, suprem as necessidades cotidianas e financeiras de seus moradores (Figura 6).



Fig. 6 Uso e ocupação do solo do Conjunto Panatís, Natal (RN)

No que se refere a renda média dos setores censitários dos residentes do Panatís, observa-se dois comportamentos: os moradores das etapas I e III possuem rendimentos médio-baixos, entre R$ 811,00 e R$ 1.308,00, que ainda assim são superiores a quase toda Zona Norte de

Natal (R$ 277,00 à R$ 811,00). Em conseguinte, os moradores da etapa II possuem rendimentos entre R$ 811,00 e R$ 1.308,00 na área central do empreendimento, mas nas bordas há um comportamento de renda inferior, R$ 277,00 à R$ 811,00.

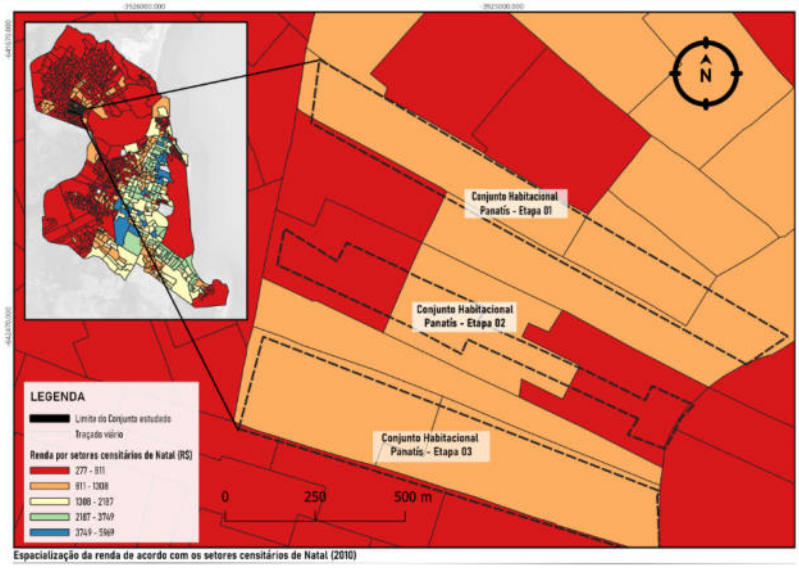


Fig. 7 Distribuição de renda do Conjunto Panatís, Natal (RN)

Diante deste quadro, compreende-se das informações coletadas que, à luz da ODS 11 - que visa tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis -, os conjuntos habitacionais existentes no Município de Natal detêm características que não se coadunam com as delimitações da Nações Unidas e que, mesmo sendo uma política inovadora, questões essenciais, em especial no que tange ao meio ambiente, não foram bem projetadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das discussões elencadas em alhures, percebe-se que os conjuntos promovidos pelo Banco Nacional de Habitação possuem especial colocação nas discussões que versam cidades inclusivas e habitação, isso porque a política desenvolvida há 50 anos ainda produz efeitos, seja no quesito jurídico ou fático, com a existência dos Conjuntos Habitacionais.

Constatou-se que, quando analisada por lentes com grau de sustentabilidade, a materialidade do conjunto Panatís manifesta particularidades que se vinculam ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 11 – ODS 11 à guisa de acordo ou desacordo. Em cumprimento, o conjunto apresentou destinação de equipamentos públicos no projeto e na sua conformação atual, distribuído equitativamente em suas três etapas. Na contramão, revelou-se fragilidades socioambientais nas áreas verdes do conjunto, em contraposto à garantia de espaços públicos verdes seguros; assim como desvirtuamento das condições de habitabilidade, tais como localização e qualidade construtiva.

Percebe-se, neste alinhamento, que as localidades que foram objeto de intervenção pela política habitacional evidenciam fenômenos e processos que clamam pela reestruturação, pelo sofrimento com questões ambientais e urbanísticas que precisam do envolvimento estatal para saná-las. Desse modo, a política, que tencionava reduzir as desigualdades e propiciar a dignidade das pessoas que necessitavam de moradia, não garante, atualmente, a segurança necessária para os seus moradores.

6. REFERÊNCIAS

Abiko, A.K. e Moraes, O.B. de (2009) **Desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo: EPUSP. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/3f887f1a-2895-40eb-8989-46954d930650/Abiko-2009-Desenvolvimento%20urbano%20sustent%C3%A1vel.pdf (Acessado: 6 julho 2022).

AgoraRN (2022) 'Com aumento das chuvas, moradores de Natal pedem manutenção na lagoa de captação em Panatis: Em estado de abandono, lagoa de bairro da Zona Norte é usada por animais para alimentação', **AgoraRN**, 17 janeiro. Disponível em: https://agorarn.com.br/ultimas/com-aumento-das-chuvas-moradores-de-natal-pedem-manutencao-na-lagoa-de-captacao-em-panatis/ (Acessado: 6 julho 2022).

Andrade, L.A.G. de e Azevedo, S. de (2011) **Habitação e poder: da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional Habitação**. SciELO.

Antonucci, D. (2010) **Un-habitat e as transformações da urbanização mundial na virada do milênio: enfoques e perspectivas**. São Paulo: Instituto Presbiteriano Mackenzie. Disponível em: https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/14608 (Acessado: 6 julho 2022).

Bonates, M.F. (2007) **Ideologia da casa própria... sem casa própria: o Programa de Arrendamento Residencial na cidade de João Pessoa-PB**. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Bonduki, N.G. (1995) **Origens da habitação social no Brasil (1930-1945): o caso de São Paulo**. Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional et al. (2020a) **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Brasília. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileiraparaCidadesInteligentes2.pdf (Acessado: 6 julho 2022).

Clementino, M. do L.M. (1995) **Economia e urbanização: o Rio Grande do Norte nos anos 70**. Natal: EDUFRN.

Cruz, F.D. de O. (2023) **Das atas aos atos: a questão habitacional e a Sudene**. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

DATANORTE. **Demonstrativo de Conjuntos Habitacionais Edificados na Capital e Municípios do Estado do RN**. [s.l.: s.n.].

Engels, F. (1979) **Para a Questão da Habitação**. Belo Horizonte: Aldeia Global Editora.

Ferreira, A.L. (1996) **De la producción del espacio urbano a la creación de territorios en la ciudad - un estudio sobre la constitución de lo urbano en Natal, Brasil**. Doutorado em Geografia. Barcelona: Universitat de Barcelona.

IBGE (2018) **Regiões de influência das cidades: 2018**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101728 (Acessado: 1 dezembro 2022).

Maricato, E. (1987) **Política habitacional no regime militar**. Petrópolis: Vozes.

Martins, V.H.T. (2007) **Habitação, infra-estrutura e serviços públicos: conjuntos habitacionais e suas temporalidades em Londrina-PR**. Dissertação de Mestrado. Londrina: Universidade Estadual de Londrina.

Medeiros, R.V. de (2021) **Entre o direito e a negação à moradia: análises das políticas públicas de moradia social em Caicó**. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Medeiros, S.R.F.Q. de (2007) **A casa própria: sonho ou realidade? : um olhar sobre os conjuntos habitacionais em Natal**. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Medeiros, S.R.F.Q. de (2018) 'Cohab/RN: o caminho da interiorização', **Confins**, 34, 27 março.

Medeiros, S.R.F.Q. de (2013) 'CONJUNTOS HABITACIONAIS E EXPANSÃO DO ESPAÇO URBANO DE NATAL/RN', **Anais do XV ENANPUR**. Disponível em: https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/404 (Acessado: 31 março 2024).

Medeiros, S.R.F.Q. de (2015) **Produção do espaço residencial em Natal: renda, segregação e gentrificação nos conjuntos habitacionais**. Doutorado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Moser, C.O.N. (1998) 'The asset vulnerability framework: Reassessing urban poverty reduction strategies', **World Development**, 26(1), pp. 1–19.

Nações Unidas (2024) **'Objetivo de Desenvolvimento Sustentável**: Cidades e comunidades sustentáveis'. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11 (Acessado: 6 julho 2022).

ONU-Habitat (2022) **Relatório Mundial das Cidades 2022: Prevendo o Futuro das Cidades**. Karowice, Polônia: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf (Acessado: 6 julho 2022).

Silva, M.T.T. da (2022) **Promorar em Natal/RN: o pioneirismo de uma política e o que restou 40 anos depois**. Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Valença, M.M. (2001) **Globabitação: sistemas habitacionais no Brasil, Grã-Bretanha e Portugal**. Terceira Margem.

DIVERSAS FACES DO DÉFICIT INTRAURBANO EM SÃO PAULO: OS MUNICÍPIOS PAULISTAS SEGUNDO ÁREAS DE PONDERAÇÃO

F. A. Moreno, T. A. da Cunha, E. L. Miyasaka e P. K. B. Forcel

RESUMO

A Fundação João Pinheiro calculou que, em 2019, o déficit habitacional do Brasil era de 5.876.699 de moradias, evidenciando os desafios da política habitacional do país. Além da dificuldade de superação do déficit, combina-se o obstáculo em calculá-lo de para escalas municipais, para um aprimoramento da governança urbana. O objetivo deste trabalho é analisar, segundo componentes, o déficit habitacional entre os 40 municípios paulistas que possuem Áreas de Ponderação da Amostra do Censo Demográfico 2010. Para o cálculo, aplicou-se aos microdados da amostra do Censo Demográfico 2010, disponibilizados apenas por Áreas de Ponderação, a metodologia da Fundação João Pinheiro, que categoriza o déficit habitacional em quatro componentes. A partir dos resultados, verificou-se que o perfil do déficit, para cada componente, é influenciado por diferentes dinâmicas econômicas, urbanas, de oportunidades de emprego e trabalho e natureza municipal.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que sofre com os altos índices de déficit habitacional há décadas, no entanto, o cálculo do déficit com embasamento metodológico é recente no país. A questão da moradia, no final do século XIX, já se apresentava como um dos principais problemas urbanos das maiores cidades brasileiras na época. Segundo Bonduki (2017), a habitação, na virada do século XIX para o XX, era tratada pela perspectiva higienista. A demolição de cortiços e a criação de legislações que normatizavam regras construtivas foram estratégias adotadas e justificadas em prol da melhoria da saúde pública.

Durante o século XX, a questão da habitação superou a dimensão centrada no sanitarismo e se tornou um grande campo de disputa entre os setores públicos e privados. Como Coelho (2002) salienta, a quantificação do déficit habitacional brasileiro era desafiadora, pois nenhum desses setores formulou, em algum momento, um conceito de déficit. Apesar disso parecer algo negativo para esses atores, na verdade, a falta de uma definição do déficit beneficiava ambos nas disputas orçamentárias. Já que a quantificação pouco criteriosa do déficit buscava atender mais aos seus próprios interesses do que as necessidades habitacionais da população.

Todavia, na década de 1990, a Fundação João Pinheiro (FJP) elaborou uma metodologia para o cálculo do déficit habitacional, o que transformou o cenário nacional. Por meio da utilização dos dados secundários da PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

– e dos Censos Demográficos, a FJP passou a mensurar o déficit com uma metodologia bem definida e delimitada. Os parâmetros construídos para a contabilização do déficit buscaram (e ainda buscam) um encadeamento com as políticas habitacionais brasileiras e as pesquisas, já citadas, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Porém, apesar dessa conquista, atualmente, ainda existem controvérsias e limitações por trás da metodologia da FJP. Por outro lado, através dela ainda é possível explorar possiblidades que contribuem na melhor compreensão do déficit habitacional até mesmo a nível municipal.

O objetivo deste trabalho é analisar, segundo componentes, o déficit habitacional entre os 40 municípios paulistas que possuem Áreas de Ponderação da Amostra do Censo Demográfico 2010. Por meio da aplicação da metodologia da FJP aos microdados da amostra do Censo Demográfico 2010 do IBGE, calculou-se o déficit habitacional desses municípios em quatro componentes: 1) Habitações precárias; 2) Coabitação familiar; 3) Ônus excessivo com aluguel; e 4) Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados. Os resultados, que se referem à quantidade de indivíduos em situação de déficit habitacional, foram apresentados em cartogramas, o que permitiu mostrar o comportamento de cada um dos componentes nos municípios estudados. Tal procedimento possibilitou algumas interpretações iniciais de como diferentes aspectos locais influenciam na feição do déficit.

2 LIMITES E POSSIBILIDADES DO CONCEITO DE DÉFICIT

Discorrer sobre o déficit habitacional vai além de uma representação numérica, isto é, não se encerra numa perspectiva quantitativa. Assim sendo, é necessário observar a fundamentação do conceito do déficit, pois, como afirma Russo (2017), representa o resultado de uma disputa entre diversos atores – pesquisadores, políticos, econômicos e burocráticos – que norteará decisões políticas e a distribuição de recursos que impactarão diretamente a sociedade.

Rizek (1999), apesar de não discutir especificamente sobre o déficit habitacional, alerta sobre os agentes produtores de dados secundários e a interpretação destes. Durante sua pesquisa que problematizava a questão de gênero e a qualificação profissional no Complexo Químico Paulista, entre os anos de 1995 e 1998, a autora notou que a aparente masculinização do trabalho nessa indústria – hipótese embasada nos dados oficiais – camuflava um processo de precarização do trabalho decorrente da terceirização das profissionais do gênero feminino. Esse caso não só exemplifica bem os significados por trás dos dados, como também as possíveis distorções de leitura devido à subnotificação de casos.

Na perspectiva do déficit habitacional, Coelho (2002) aponta limitações nos dados secundários ofertados pelo IBGE, pois não trazem informações importantes na contabilização do déficit habitacional, por exemplo, levantamentos sobre regularização da terra, áreas de risco ou proteção ambiental e demanda de reposição. Como resultado, a falta dessas informações limita o alcance da metodologia da FJP, a qual poderia, com mais dados, abordar mais nuances do déficit. Nesse sentido, Ferreira (2022) e Bonduki (2022) propõem reflexões sobre essa metodologia por ela não contemplar totalmente as necessidades habitacionais.

Isto posto, tal realidade não impediu que alguns pesquisadores e instituições trabalhassem na elaboração de propostas metodológicas alternativas, visando superar algumas dessas limitações. Feitosa (2022) apresenta uma dessas possibilidades ao comentar sobre o projeto

Mappa. Realizado pelo trabalho conjunto da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) e da Universidade Federal do ABC (UFABC), com atuação do Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais (Lepur), o Projeto Mappa desenvolveu, por meio de uma abordagem híbrida, uma proposta metodológica para a mensuração do déficit e da inadequação habitacional na Região Metropolitana da Baixada Santista. O recorte de domicílios englobou tanto aqueles que estavam em assentamentos precários quanto aqueles que estavam fora desses assentamentos. A metodologia combinou os dados domiciliares – oriundos dos microdados do censo e das PNAD e PNADC, que detalharam com maior riqueza o domicílio – com os dados censitários agregados, que trazem a dimensão territorial.

Os resultados desse trabalho apresentaram uma perspectiva diferente sobre o déficit e a sua distribuição no espaço urbano, além de contemplar melhor aspectos relacionados às necessidades habitacionais. Por isso, não só o caso apresentado por Feitosa (2022), como também as demais discussões críticas à metodologia da FJP estimulam e mostram a importância de novas experimentações para o enriquecimento do acervo metodológico.

3 METODOLOGIA

Para o cálculo do déficit, aplicou-se aos microdados da amostra do Censo Demográfico 2010 do IBGE, disponibilizados apenas por Áreas de Ponderação, a metodologia da FJP, que categoriza o déficit habitacional como: 1) Habitações precárias; 2) Coabitação familiar; 3) Ônus excessivo com aluguel; e 4) Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados.

De acordo com as definições apresentadas por Miranda-Ribeiro *et al* (2015), as 1) Habitações precárias são aquelas que, segundo o IBGE, não possuem paredes de alvenaria ou madeira aparelhada (domicílios rústicos) ou não foram idealizadas para a função de moradia (domicílios improvisados). Alguns exemplos destas são: barracas de acampamento, viadutos, edificações comerciais, entre outros; a 2) Coabitação familiar corresponde a soma das famílias conviventes secundárias que desejam adquirir o seu próprio domicílio, exceto cômodos cedidos pelo empregador; o 3) Ônus excessivo com aluguel compreende os casos em que mais de 30% da renda familiar de até três salários mínimos é comprometida pelo aluguel; e o 4) Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados se relaciona aos casos em que o número médio de moradores por dormitório é maior do que três.

A aplicação do método da FJP se dá pela associação dos componentes do déficit com as variáveis dos microdados do censo. Para executar o procedimento, o software estatístico SPSS foi utilizado. Miranda-Ribeiro *et al* (2015) especificam essas variáveis (Tabela 1).

Tabela 1 Variáveis necessárias para o cálculo segundo categorias do déficit habitacional

Variáveis do Déficit Habitacional			
Tipologia		**Variáveis**	**Significado**
Habitações Precárias	**Improvisados**	V4001	Espécie de unidade visitada
	Rústicos	V0202	Material predominante nas paredes externas
Coabitação Familiar	**Cômodos**	V4002	Tipo de espécie de unidade visitada
		V0201	Condição de ocupação
	Famílias conviventes	V5020	Número da família
		V5130	Ordem lógica na família
		V0502	Relação de parentesco ou de convivência com a pessoa responsável pelo domicílio
Ônus excessivo com aluguel		V1006	Situação do domicílio
		V0201	Condição de ocupação do domicílio
		V2011	Valor do aluguel
		V6529	Rendimento familiar
Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados		V0201	Condição de ocupação do domicílio
		V6204	Densidade de moradores por dormitório

Fonte: adaptada de Miranda-Ribeiro *et al* (2015).

Tal manipulação dos dados permite o cálculo do déficit habitacional por componentes em municípios com, no mínimo, 190 mil habitantes, critério para possuir Áreas de Ponderação. Essas agregam um conjunto de setores censitários que forneça, pelo menos, a amostragem de 400 domicílios particulares ocupados, viabilizando a caracterização de uma população pela aplicação de métodos estatísticos (IBGE, 2002a). Em relação aos dados utilizados nesta pesquisa, referentes ao censo demográfico de 2010, o estado de São Paulo possuía 40 municípios com Áreas de Ponderação, os quais estão listados (Tabela 2).

Tabela 2 Municípios com Áreas de Ponderação no estado de São Paulo em 2010

Municípios com Áreas de Ponderação			
Americana	Guarujá	Mauá	São Carlos
Araraquara	Guarulhos	Mogi das Cruzes	São José do Rio Preto
Barueri	Hortolândia	Osasco	São José dos Campos
Bauru	Indaiatuba	Piracicaba	São Paulo
Campinas	Itapevi	Praia Grande	São Vicente
Carapicuíba	Itaquaquecetuba	Presidente Prudente	Sorocaba
Cotia	Jacareí	Ribeirão Preto	Sumaré
Diadema	Jundiaí	Santo André	Suzano
Embu das Artes	Limeira	Santos	Taboão da Serra
Franca	Marília	São Bernardo do Campo	Taubaté

Fonte: elaboração própria.

Por último, vale fazer algumas complementações sobre a presente metodologia. O primeiro ponto a se destacar é que os casos de déficit habitacional são únicos, em outras palavras, não há compartilhamento de mais de uma característica do déficit. Portanto, se um indivíduo está em situação, por exemplo, de ônus excessivo com aluguel, ele não poderá ser contabilizado em nenhuma das demais categorias. Assim, a soma das proporções de cada componente será de 100%. Diferente do que ocorre com os domicílios inadequados (dimensão qualitativa),

que são compostos por moradias que demandam reforma e não a sua substituição. As habitações inadequadas podem contabilizar mais de uma caraterística, o que impossibilita a soma dos números de cada componente por conta da duplicidade de domicílios.

O segundo ponto são as limitações da metodologia. Apesar da possibilidade do cálculo do déficit habitacional a nível municipal, a periodicidade, em média, decenal do censo demográfico inviabiliza leituras mais atualizadas sobre o tema. Além da problemática temporal, o enviesamento, segundo porte municipal, e a não discriminação do desejo ou não de coabitar impõem a necessidade de utilização de fatores redutores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, em relação ao estado de São Paulo, no ano de 2010, a população em situação de déficit habitacional era de 5.247.614, o que representava 12,72% da população total do estado que era de 41.262.199 (IBGE, 2010). Ao se analisar os componentes do déficit habitacional, o caso mais expressivo foi o de coabitação familiar, que representava 44,03% da população em déficit. Em seguida, destacam-se o Ônus excessivo com aluguel e o Adensamento excessivo representando, respectivamente, 26,12% e 23,28% dos indivíduos. Por último, o caso de Habitações precárias correspondia a 6,56% do total. Dentro dessa categoria, 91,16% das pessoas viviam em Habitações precárias improvisadas. Na tabela 3, pode-se observar melhor não apenas a realidade do estado de São Paulo, mas também os casos discriminados dos municípios com Áreas de Ponderação (AP) e os demais municípios.

Tabela 3 Municípios com Áreas de Ponderação no estado de São Paulo em 2010

Déficit Habitacional de São Paulo em quantidade de pessoas							
Recortes	**Precários**	**Prec.: Impr.**	**Prec.: Rust.**	**Coabitação**	**Ônus**	**Adensamento**	**Total**
Municípios com AP	237.354	222.162	15.192	1.472.977	930.238	888.893	3.529.462
Demais municípios	106.853	91.622	15.231	837.700	440.662	332.937	1.718.152
Estado de São Paulo	344.207	313.784	30.423	2.310.677	1.370.900	1.221.830	5.247.614

Fonte: elaboração própria.

As proporções populacionais, para cada componente, que concernem aos municípios com AP são similares às proporções do estado de São Paulo. Contudo, ao se analisar a distribuição dos componentes do déficit entre os municípios, é notável os diferentes comportamentos na dimensão territorial. No caso das Habitações precárias (Figura 1), os municípios pertencentes à Região Metropolitana de São Paulo e, em especial, à Baixada Santista apresentaram maiores percentuais de população nesse déficit. Segundo a natureza dessas Habitações precárias, os residentes em domicílios improvisados (Figura 2) eram dominantes no estado. O que, por sua vez, também revela que a população que vivia em domicílios rústicos era muito menor. De todos os municípios com AP, 6,72% da população que vivia em habitações precárias residiam em domicílios rústicos.

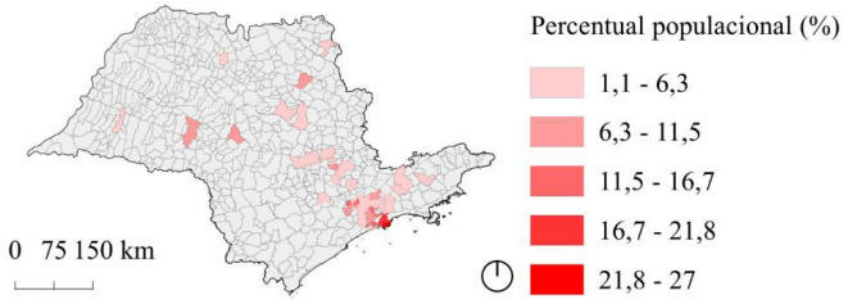


Fig. 1 Percentual populacional que vivia em Habitações precárias nos municípios com AP
Fonte: elaboração própria.

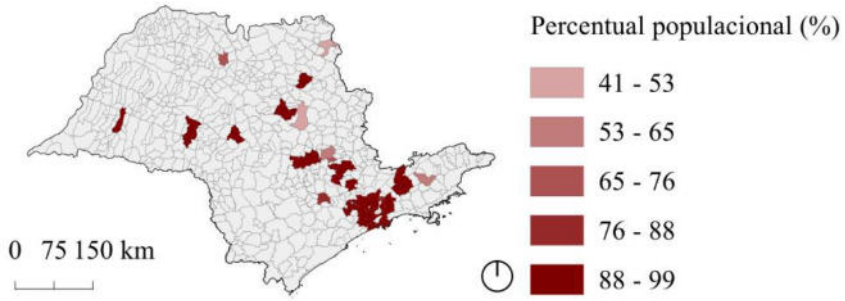


Fig. 2 Percentual populacional que vivia em Habitações precárias improvisadas nos municípios com AP
Fonte: elaboração própria.

Os percentuais de população vivendo em habitações precárias na Região Metropolitana de São Paulo e na Baixada Santista podem ser explicados por processos de ocupação territorial. Em ambos os casos, a especulação imobiliária foi determinante numa precarização da habitação. No caso da capital paulista, Bonduki (2017) discorre sobre a precariedade das moradias paulistanas durante o período de urbanização da cidade no século XX. Ditado pela industrialização, o crescimento urbano de São Paulo se caracterizou pela periferização, em especial, após a Lei do Inquilinato de 1942 que reduziu a oferta de domicílios para aluguel. Em tal cenário, a classe trabalhadora que era mal remunerada recorreu aos loteamentos clandestinos e à autoconstrução, características que marcaram o perfil das moradias da cidade.

Contudo, deve-se salientar que nos resultados encontrados, o município de São Paulo destoa dos demais municípios da região metropolitana, pois a periferia paulistana superou os limites administrativos da cidade, ao transferir aos municípios vizinhos o contingente populacional mais empobrecido. Como Kowarick (1979) comenta, ao dissertar sobre a espoliação urbana, a restrição de direitos básicos imposta à população agravou as questões concernentes às relações de trabalho, fortalecendo o processo de periferização. Como resultado, os domicílios precários ganharam maior expressividade nesses municípios ao redor de São Paulo.

Já na Baixada Santista, de acordo com Cunha e Jakob (2005), os aspectos geomorfológicos em conjunto com a industrialização da região no século XX nortearam a ocupação local. Entretanto, vale ressaltar que os processos de espoliação urbana, discutidos por Kowarick (1979), também se aplicam à Região Metropolitana da Baixada Santista devido ao processo de periferização que se expandiu aos municípios vizinhos de Santos e, até mesmo, a expansão da periferia da Região Metropolitana de São Paulo, que é sua vizinha.

Em relação à natureza das Habitações precárias, a proporção populacional residente em domicílios improvisados foi dominante em todo o estado. O que indica a expressiva dificuldade de indivíduos que compõem esse componente do déficit em acessar imóveis destinados propriamente à moradia.

No caso da Coabitação familiar (Figura 3), os municípios do interior do estado se destacaram ao apresentarem proporções populacionais mais expressivas nessa situação de déficit. Já a Região Metropolitana de São Paulo e a Baixada Santista apresentaram percentuais menores. Assim, pode-se afirmar que este é o componente mais expressivo do déficit habitacional no estado de São Paulo, porém, concentrado nos municípios do interior.

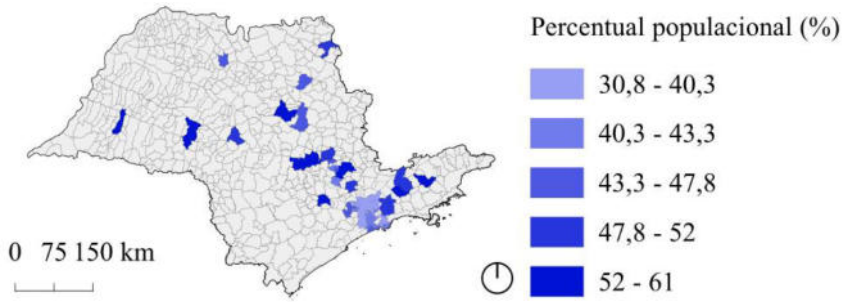


Fig. 3 Percentual populacional que vivia em condição de Coabitação familiar nos municípios com AP
Fonte: elaboração própria.

Essa notável incidência da Coabitação familiar nos municípios do interior mostra que os demais componentes do déficit são menos expressivos, se comparado aos casos das Regiões Metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista. Ou seja, a coabitação é um problema central nessas cidades.

Leonelli (2022) traz alguns fatores relevantes nos municípios do interior que complementam tal leitura. De acordo com a autora, um dos motivos geradores das ocupações precárias nos municípios do interior paulista é a menor oferta de oportunidade de emprego e trabalho. Diferente da Região Metropolitana de São Paulo, que a vulnerabilidade está atrelada aos baixos salários, no interior, a população mais vulnerável, em muitos casos, está completamente excluída do mercado de trabalho. Em tal contexto, a sobrevivência se torna questão central para esses indivíduos. Dessa forma, a maior representatividade da Coabitação familiar na população em situação de déficit no interior reflete a maior escassez de oportunidades de emprego e trabalho nesses municípios.

O Ônus excessivo com aluguel (Figura 4), de todos os componentes do déficit, foi o que apresentou caráter mais generalizado ao ter proporções populacionais consideráveis em diversos municípios de diversas regiões do estado. Porém, vale destacar que o Ônus excessivo foi mais representativo nos municípios do interior do que na Região Metropolitana de São Paulo.

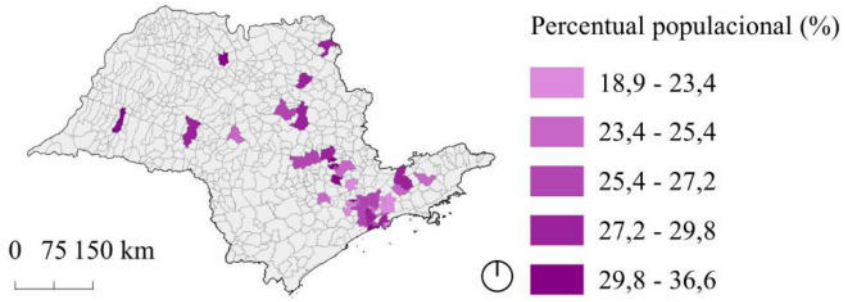


Fig. 4 Percentual populacional que vivia em condição de Ônus excessivo com aluguel nos municípios com AP
Fonte: elaboração própria.

Apesar de seu perfil abrangente, o Ônus excessivo com aluguel não pode ser interpretado da mesma maneira para todos os municípios. Como já introduzido, Leonelli (2022) aponta como a forma de ocupação se altera em municípios do interior em relação à capital São Paulo e sua região metropolitana. O Ônus excessivo nas grandes cidades, nesse caso, justificar-se-iam, principalmente, pelos baixos salários que são insuficientes para suprir as necessidades habitacionais. O arrendamento custoso compromete demasiadamente a renda familiar. Já nos municípios do interior, o Ônus excessivo estaria atrelado a maior dificuldade de acesso à renda, já que a oferta de emprego e trabalho são menores. Porém, a autora destaca que as atividades ligadas ao agronegócio nessas cidades geram contingentes populacionais empobrecidos que, assim como nas grandes cidades, recorrem às soluções precarizadas de moradia. Ou seja, esses indivíduos também são vulneráveis aos custos elevados do aluguel.

Por último, com perfil similar ao das Habitações precárias, o Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados (Figura 5) também apresentou maiores proporções populacionais na Região Metropolitana de São Paulo e na Baixada Santista.

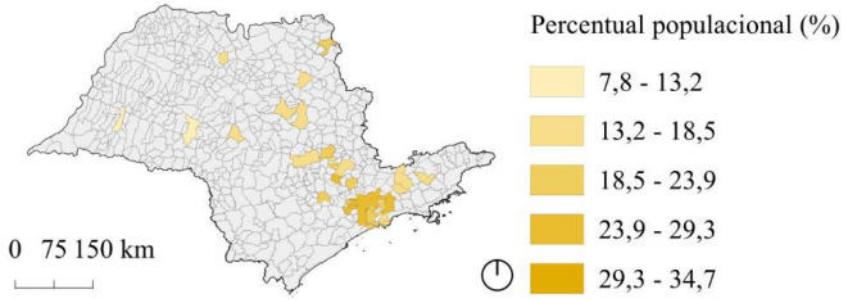


Fig. 5 Percentual populacional que vivia em condição de Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados nos municípios com AP
Fonte: elaboração própria.

A forma que o Adensamento excessivo se mostrou pode ser reflexo de novas dinâmicas do mercado imobiliário nessas regiões. Pasternak e Bógus (2014) comentam o caso do município de São Paulo que apresentou redução, até 2000, da proporção de domicílios alugados. Isso se deu por conta dos impactos da Lei do Inquilinato de 1942. Nesse contexto em que a moradia se tornou uma solução individual, a conquista da casa própria se tornou uma meta central. Entretanto, como as autoras apontam, a proporção de domicílios alugados na cidade voltou a crescer no censo de 2010. Além disso, elas notaram o crescimento da proporção de domicílios alugados na periferia e a menor quantidade de cômodos neles quando são casas. Este último, sobretudo, influenciou diretamente no aumento dos casos de adensamento. Logo, essa maior proporção populacional que vivia em Adensamento

excessivo, na Região Metropolitana de São Paulo, pode estar atrelada a essa nova configuração do mercado imobiliário.

Em relação à Baixada Santista, por conta da similaridade do perfil dos seus componentes do déficit com a Região Metropolitana de São Paulo, pode-se inferir que tenha ocorrido um processo similar, ou seja, o aumento da oferta de domicílios para aluguel com número reduzido de cômodos. Todavia, pela falta de um estudo específico do mercado de aluguel na região, é difícil sugestionar essa como uma possível dinâmica atual do mercado imobiliário local.

Diante da análise dos quatro componentes do déficit habitacional e da perspectiva comparativa trazida por Leonelli (2022), o último ponto a ser destacado nesta seção é a questão da natureza municipal. A maior sintonia entre a Região Metropolitana de São Paulo e a Baixada Santista, em relação aos municípios do interior, revelou alguns indícios de que o porte municipal pode ser significativo, porém, ao mesmo tempo, não é unânime na representatividade de cada um dos tipos de déficit. Isso porque entre as próprias cidades do interior existem diferentes portes municipal que, pelo menos numa análise macro, apresentaram comportamentos similares. Por exemplo, Campinas, uma cidade com mais de 1 milhão de habitantes, apresentou proporções populacionais de cada componente do déficit bastante similares às proporções de Presidente Prudente que, em 2010, possuía pouco mais de 200 mil habitantes.

No entanto, a observação que mais chamou a atenção foi a similaridade do comportamento do déficit na Região Metropolitana de São Paulo e na Baixada Santista. Em vista da diferença extrema de porte entre as duas regiões, presume-se que os aspectos de maior relevância para a feição do déficit são: o processo de urbanização, as atividades econômicas e a geomorfologia. Mesmo que entre as duas regiões esses quesitos sejam diferentes, de certa forma convergiram para uma realidade similar no déficit habitacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do déficit habitacional por componentes para os municípios paulistas com AP apresentaram indícios interessantes. Primeiramente, a proporção populacional para cada componente nesses municípios foi similar ao do estado de São Paulo. Isso porque é inegável que os 40 municípios analisados, juntos, concentram a maior parte da população em déficit no estado. Os municípios com AP possuíam, em 2010, um total de 3.529.462 indivíduos em situação de déficit, o que representava 67,26% do total no estado de São Paulo. Contudo, foi observado que o caso de coabitação familiar era mais concentrado nos municípios do interior do que nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista.

Pela perspectiva dos municípios com AP, os componentes relativos às Habitações precárias, à Coabitação familiar e ao Adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados seguiram um perfil parecido nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista. O mesmo pode ser dito dos municípios do interior do estado que apresentaram similaridades nos mesmos componentes. Todavia, o caso de Ônus excessivo com aluguel foi o único que se distribuiu de forma descentralizada, sem apresentar regiões de maior destaque.

Diante de tais manifestações, percebeu-se, nessas primeiras impressões, que diferentes aspectos influem na feição do déficit. No caso das Regiões Metropolitanas de São Paulo e

da Baixada Santista, o processo de industrialização e de urbanização no século passado, marcado pela espoliação urbana (Kowarick, 1979), refletem, neste século, uma maior expressividade dos casos de déficit relacionados às Habitações precárias e ao Adensamento excessivo. Em contrapartida, nos municípios do interior, como salientado por Leonelli (2022), uma economia mais voltada ao agronegócio e a menor oferta de emprego e trabalho põem as populações mais vulneráveis em situação de sobrevivência. Contexto que provavelmente influi na centralidade da Coabitação familiar como uma solução nessas cidades.

Tais questões também chamam a atenção para a influência da natureza do município nessa manifestação do déficit. Em outras palavras, os municípios de regiões metropolitanas que passaram por processos acentuados de urbanização no século XX apresentaram facetas diferentes do déficit em relação àqueles municípios que se urbanizaram mais tardiamente – municípios do interior. Porém, são considerações muito primitivas que demandariam estudos mais aprofundados.

Para finalizar, é importante ressaltar que, apesar das informações utilizadas serem referentes ainda ao censo de 2010, os resultados encontrados ajudaram a analisar o déficit habitacional numa escala que a FJP não contempla, a municipal. Mesmo que o estudo se restrinja para 40 municípios, não se pode esquecer que eles concentram grande parte da população em déficit no estado. Essa possibilidade metodológica viabiliza que as prefeituras dessas cidades promovam políticas públicas melhor direcionadas, com estratégias mais certeiras, otimizando a distribuição dos recursos públicos para a habitação. Além disso, ajuda na visualização dos impactos das especificidades históricas dos municípios na construção de seus déficits. Por último, também abre um leque de possibilidades para que pesquisas futuras explorem o tema em outras regiões do país.

6 AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho não teria sido possível sem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

7 REFERÊNCIAS

Bonduki, N. G. (2017) **Origens da habitação social no Brasil: Arquitetura Moderna, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria**, Estação Liberdade: FAPESP, São Paulo.

Bonduki, N. G. (2022) Metodologias de avaliação do déficit habitacional: avaliação crítica e perspectivas, in Santos, E. C. (ed.), **Ensaios e discussões sobre o déficit habitacional no Brasil,** Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 53-78.

Coelho, W. R. (2002) **O déficit das moradias: instrumento para avaliação e aplicação de Programas Habitacionais**, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Cunha, J. M. P. da. (2022) Urbanización, redistribución espacial de la población y transformaciones socioeconómicas de América Latina, **Serie Población y Desarrollo 30,** CEPAL, Santiago.

Cunha, J. M. P. da e Jakob, A. A. E. (2005) Metropolitan dynamics and socio-spatial segregation in the emerging metropolitan areas in São Paulo: Campinas and Santos, Resumo publicado nos anais da XXV International Population Conference, Tours, França.

Feitosa, F. da F. (2022) Aspectos territoriais na estimativa das necessidades habitacionais: construindo alternativas metodológicas, in Santos, E. C. (ed.), **Ensaios e discussões sobre o déficit habitacional no Brasil**, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 37-52.

Ferreira, F. P. M. (2022) O déficit habitacional: aperfeiçoamentos, desafios e políticas, in Santos, E. C. (ed.), **Ensaios e discussões sobre o déficit habitacional no Brasil**, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 21-36.

Fundação João Pinheiro (1995) **Déficit habitacional no Brasil,** Centro de Estudos Políticos e Sociais, Belo Horizonte.

Fundação João Pinheiro (2021) **Deficit Habitacional No Brasil – 2016-2019,** Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002a) **Censo demográfico 2000: resultados gerais da amostra,** Rio de Janeiro, disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2000/Resultados_Gerais_da_Amostra/Microdados/ (acesso em 6 de Julho 2022).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002b) **Censo demográfico 2000: dados agregados por setores censitários. Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloadsestatisticas.html (acesso em 6 de Julho 2022).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012a) **Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra,** Rio de Janeiro, disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/Microdados/ (acesso em 6 de Julho 2022).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012b) **Censo demográfico 2010: dados agregados por setores censitários. Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloadsestatisticas.html (acesso em 6 de Julho 2022).

Kowarick, L. (1979) **A espoliação urbana**, Paz e Terra, Rio de Janeiro.

Leonelli, G. C. V. (2022) As invisibilidades das ocupações por moradia no Brasil adentro, in Barros, M. C. (ed.), **Formas precárias de habitação em cidades do interior paulista [livro eletrônico]: contextos, ações e desafios para o campo de ATHIS,** Associação Projeto Gerações, São Paulo, 224-237, disponível em: https://projetogeracoes.org.br/e-book-athisno-interior-paulista/ (acesso em 6 de Novembro de 2023).

Maia, A. C. e Leonell, G. C. V. (2020) Tipologias de vazios urbanos na expansão urbana de cidades médias paulistas, **Arquitextos,** 240.04, disponível em: https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/20.240/7746#:~:text=Na%20an%C3%A1

lise%20da%20expans%C3%A3o%20urbana,urbana%20(S%C3%A3o%20Jos%C3%A9%20do%20Rio (acesso em 6 de Novembro de 2023).

Maricato, E. (1999) **A Terra é um Nó na Sociedade Brasileira**, Cultura Vozes, São Paulo.

Maricato, E. (2002) As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: Planejamento urbano no Brasil, in Arantes, O., Vainer, C. e Maricato, E. (ed.), **A cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos**, Editora Vozes, Petropolis.

Miranda-Ribeiro, A. D., Viana, R. M. e Azevedo, S. D. (2015) Déficit habitacional municipal em Minas Gerais, **Caderno de Geografia**, 25(43), 144-162.

Pasternak, S. e Bógus, L. M. M. (2014) Habitação de aluguel no Brasil e em São Paulo, **Caderno CRH**, 27(71), 235-254.

Ribas, F. (2021) **Direito à moradia**, Câmara dos Deputados: Comissão de Direitos Humanos e Minorias, Brasília.

Ribeiro, L. C. de Q. (2018) **A metrópole em questão: desafios da transição urbana**, Letra Capital: Observatório das Metrópoles, Rio de Janeiro.

Rizek, C. S. (1999) Os dados e seu sentido: algumas interrogações metodológicas em sociologia do trabalho, **Caderno CRH**, 30/31, 319-337.

Russo, E. de O. (2022) O que o indicador indica? O déficit habitacional no Brasil e as disputas em torno de sua elaboração, em meados dos anos 1990, in Cardoso, A. L., Aragão, T. A. e Jaenisch, S. T. (ed.), **Vinte e dois anos de política habitacional no Brasil: da euforia à crise,** Letra Capital: Observatório das Metrópoles, Rio de Janeiro, 51-83.

OS SIGNOS DO URBANO: EMPATIA ESPACIAL EM UM BAIRRO HISTÓRICO DE SÃO PAULO/SP, BRASIL

D. L. L Gallo e L. C. Silva

RESUMO

A empatia espacial está relacionada com o campo de estudo que explora a relação entre espaço físico e as experiências humanas, incluindo as emoções, significados e símbolos associados a esses espaços. Nos bairros históricos, essa conexão é intensificada pela presença de signos urbanos (elementos físicos e visuais transmissores de significados histórico-culturais), edifícios, ruas e praças com uma rica herança cultural. As pessoas desenvolvem intimidade com esses espaços, baseada em experiências e narrativas compartilhadas que se desdobram no tempo. Objetiva-se relacionar a Empatia Espacial ao território do Bixiga, tradicional bairro da cidade de São Paulo/SP, Brasil, buscando identificar signos emergentes que traduzem a relação do habitante com seu espaço, que é culturalmente construído. O trabalho norteia-se pela geosemiótica, que perpassa um território em mutação com características heterogêneas avessas à lógica inorgânica que lhe é imposta.

1 INTRODUÇÃO

Em sua obra "A situação da classe trabalhadora na Inglaterra", Friedrich Engels defende que todas as grandes cidades possuem um ou vários bairros de "má fama", que concentra a classe trabalhadora (Engels, Schumann e Netto, 2010). Sua afirmação, feita à luz da industrialização e de seus efeitos sobre o espaço urbano inglês, não é menos verdade se a orientarmos através das especificidades do contexto de formação das cidades brasileiras. Na São Paulo do fim do século XIX, os territórios negros ao sul da Sé também eram mal vistos pela república branca, que dispunha de meios institucionais (como o Plano de Melhoramentos da Capital) para banalizar esses espaços de resistência, sua cultura e seus habitantes, que fugiam à lógica espacial verticalizada (de cima para baixo) estabelecida para a dominação de seus corpos. Os terreiros, os mercados, as irmandades religiosas, o espaço das fontes, rios e bicas d'água configuravam pontos de conexão (Rolnik, 2007) e redes de resistência e sobrevivência dos quilombos urbanos.

Nesse sentido, o quilombo Saracura, que era conhecido como "pequena África", berço paulistano do samba de bumbo e do batuque (Lima, 2020), desafiava a legislação da cidade e sua "má fama", como dito anteriormente, foi impressa e propagada em jornal pelo *Correio Paulistano* em 3 de outubro de 1907, atribuindo ao espaço "ares do Congo" (Castro, 2006). O Saracura, em sua posteridade chamado de Bixiga, Bexiga ou Bela Vista –

existem disputas quanto ao uso do nome – é palco e também contenedor de diferentes agentes culturais e sociais que tensionam-se no espaço urbano, visto que "é um grande território que abriga comunidades de afrodescendentes e imigrantes italianos que lá se estabeleceram desde o final do século XIX, em virtude da abolição da escravatura e da subsequente política migratória que privilegiou a vinda de europeus" (D'Elboux e Moura, 2020). Somam-se aos imigrantes italianos, já no século XX, os imigrantes nordestinos, que chegaram à cidade durantes os processos de migração interna no período de industrialização.

As vivências que se constroem no território perpassado pela longa ocupação humana e pela diversidade étnica e cultural reproduzem essa mesma diversidade no âmbito semiológico, ou no universo dos signos, uma dimensão da linguagem não menos importante para o entendimento do espaço urbano. Para Castañeda (2017, p. 156, tradução nossa), "*A linguagem urbana é a estrutura cultural por excelência, com ela, se reproduzem formas de vida, ideias, mitos, ideais, imaginários, valores e anti-valores*". Entendida como um texto, a cidade pode ser lida de diferentes formas pelos grupos que participam de sua cotidianidade, desde que o território viabilize uma leitura heterogênea. Como linguagem, o urbano contém mundos e significados que podem ser codificados por aqueles que entendem seu funcionamento e conhecem seus códigos. A linguagem urbana é por excelência uma linguagem do espaço físico e social (Casteñeda, 2021). Um signo é um estímulo, uma substância sensível que evoca uma imagem mental associada ao objetivo que quer comunicar, e o signo urbano comporta qualidades fundamentais: topológicas (relativo à sua localização, posição e relações); e simbólicas (dependente de seus conteúdos semióticos construídos historicamente).

Para Barthes (1993 apud Castañeda, 2021, p. 133, tradução nossa): *A cidade é um discurso e este discurso é verdadeiramente uma linguagem: a cidade fala aos seus habitantes, nós falamos à nossa cidade, a cidade em que nos encontramos, apenas por habitá-la, percorrê-la, olhar para ela*. O espaço se constitui por um sistema complexo de signos produzidos culturalmente, contendo informações, e por tanto são legíveis e interpretados. Os sistemas urbanos de signos são três: sistema de signos topológicos (a estrutura urbana); sistema de signos estéticos/plásticos (objetos arquitetônicos e intervenções físicas na paisagem urbana); e sistema de signos sociais (comportamento social) (Casteñada, 2021). O enfoque abordado neste artigo foi no primeiro sistema, o topológico, sobre o qual estabeleceu-se a seguinte problemática: quais são as formas de significação e apropriação manifestas espacialmente que habitantes e não habitantes produzem no Bixiga, bairro histórico da cidade de São Paulo?

O objetivo geral do presente trabalho, foi estudar as dimensões semióticas do bairro do Bixiga, região central de São Paulo, SP – Brasil, visando a compreensão do seu complexo texto urbano, perpassado pelas dinâmicas de apropriação cultural e étnica e pelos diferentes usos do espaço, informal/espontâneo ou formal. O estudo é embasado à luz da Geosemiótica, campo interdisciplinar entre a geografia e a semiologia, e da Empatia Espacial, que seria a possibilidade de "sentir-nos em consonância com um lugar" (Duarte, 2018), superando a ideia de empatia que se limita ao reconhecimento do "Outro" humano. O espaço urbano, quaisquer que sejam suas qualidades funcionais, estéticas ou simbólicas, é decodificado por seus habitantes a partir de expectativas instauradas nos imaginários ou códigos individuais e coletivos. Desta forma, para Castañeda (2021) a empatia urbana pode ser definida como o reconhecimento dos signos contidos no espaço, onde o sentido urbano

é construído à medida que os habitantes elaboram seus próprios sistemas semióticos, a partir da decodificação dos signos nos diferentes sistemas de sentido.
Esta investigação, portanto, insere-se no debate acerca das intervenções urbanísticas realizadas nos territórios, que podem ir ao encontro da valorização da cultura e do sentido urbano organicamente desenvolvido pelos habitantes ou então, tolher a multiplicidade de leituras acerca da cidade e dos bairros históricos, produzindo espaços artificiais e esvaziados de significação.

Os referenciais teóricos e os instrumentais metodológicos abordados nesta investigação foram: 1) a Geografia Semiótica (Castañeda, 2021), que se debruça sobre o estudo da dimensão simbólica do espaço urbano, buscando, através da confluência entre as esferas topo-semiótica (formação territorial urbana, relações e posições), estético-semiótica (intervenções estéticas no espaço, objeto arquitetônico) e sócio semiótica (usos e comportamentos sociais no espaço), explicar que o sujeito ou o coletivo interpreta constante e simultaneamente essas três esferas informacionais do espaço; 2) a Empatia Espacial, que designa o sentimento de colocar-se no lugar do outro, mesmo que esse outro seja o espaço construído (arquitetura ou espaço livre) que está além do corpo que encerra o "eu" (Duarte, 2018). Para Castañeda (2021), a Empatia Espacial (ou urbana) diz respeito ao reconhecimento dos signos urbanos contidos no espaço, permitindo que o indivíduo produza também o seu próprio universo de significações atreladas ao lugar.

Estabelecendo o diálogo entre os autores, entenderemos a Empatia Espacial como um processo de criação de vínculos emocionais e simbólicos com o espaço que permitem, posteriormente, entender-se em sintonia com ele, tornando-se co produtor dos significados espaciais e alcançando a alteridade com esse "outro" onde finda o "eu". Como procedimentos metodológicos foram desenvolvidas: análises espaciais amparadas no estudo histórico-cartográfico do Bixiga (formação urbana, relações com a cidade), geográficas (população, migrações, ocupação humana); utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), especificamente o *software* de geoprocessamento Quantum GIS (QGIS), que possibilitou o trato dos dados coletados em visitas de campo; visitas de campo; e, Observação Social Sistemática (OSS), para avaliação das formas de apropriação, atributos físicos e sociais de vizinhança.

As visitas de campo foram realizadas entre novembro de 2023 e junho de 2024 (8 meses) em dias e horários distintos na semana, visando compreender a dinâmica cotidiana mais geral do bairro. Durante as visitas foram feitas caminhadas pelo território, atentando-se para a coleta e sistematização das informações socioespaciais através de fotografias e anotações. O instrumento ou estratégia da OSS, oriundo dos estudos em saúde urbana (Proietti *et al*., 2008; Freitas *et al*., 2013), foi utilizado para analisar e medir as atividades, fenômenos e interações sociais junto do ambiente físico, orientando o olhar analítico para com a realidade geográfica e semiótica do Bixiga.

2 DIMENSÃO TOPO-SEMIÓTICA DO BAIRRO DO BIXIGA

A esfera topo-semiótica se ocupa das questões relativas à estrutura urbana profunda, que seria esse sistema com lentas mudanças estruturais, quase imperceptíveis para olhos desatentos. É produto do tempo, das gerações que se sucedem no espaço, das políticas públicas estabelecidas para a configuração territorial etc. No que tange à presente investigação, interessa-nos abarcar a historicidade espacial do bairro do Bixiga, sua formação e seus usos simbólicos nos dias atuais, As categorias de análise das relações

espaciais foram divididas em: Espaços Convidativos, Espaços Não-Convidativos, Espaços em Transformação e Espaços Profundos. Foram também definidas as estruturas simbólicas presentes no bairro, como praças, ruas e estabelecimentos, bem como as linhas que conectam o território com seu exterior ou interior.

2.1 Um bairro histórico no centro da metrópole

O bairro do Bixiga, que existe no interior do distrito da Bela Vista (Figura 1), faz parte daquilo que, no passado, foi o quilombo urbano do Saracura, espaço de resistência da população escravizada em São Paulo. De acordo com Pacca (2010), os bairros são espaços onde as relações sociais dos moradores e frequentadores acontecem, e é através da reprodução dessas relações cotidianas que o bairro se realiza e se estabelece. A noção de bairro compreendida neste trabalho é mais um conceito antropológico que administrativo. Desse modo, o Bixiga não existe *per* si, como unidade territorial, mas sim como lugar de convivência que concentra as pessoas, permitindo o estabelecimento de relações personalizadas e duradouras que se sentem pertencentes ao bairro, criando uma identidade. Por outro lado, isso possibilita sua invisibilização dentro da unidade administrativa da Bela Vista.

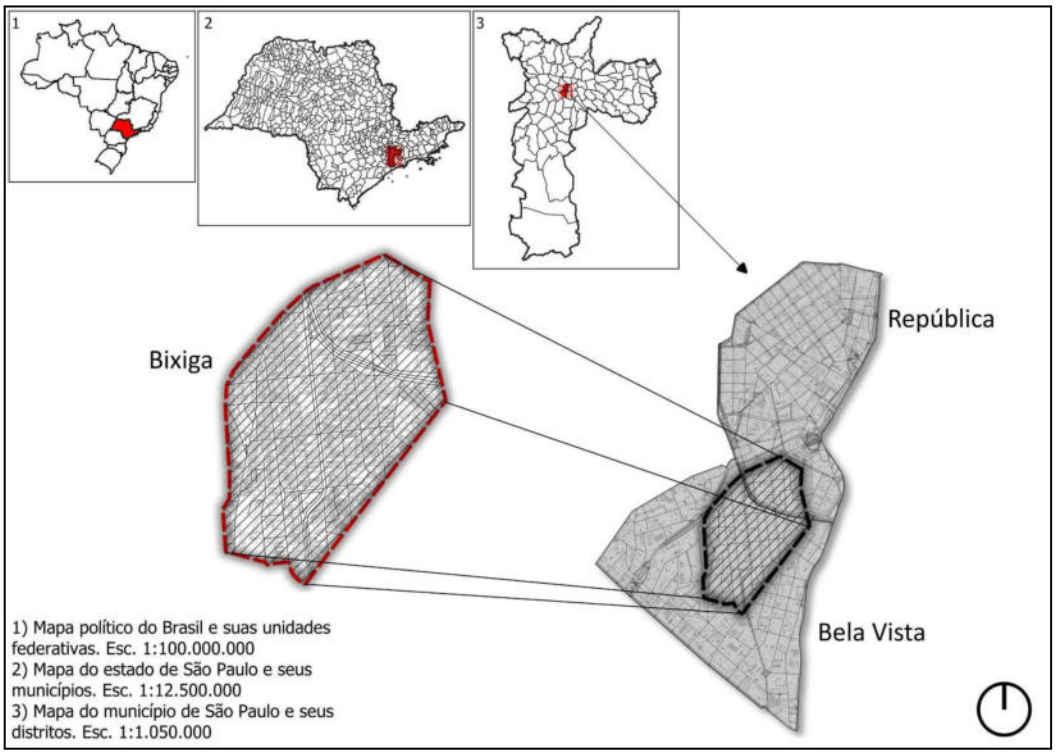


Fig. 1 Bairro do Bixiga, localizado dentro do distrito da Bela Vista e em parte do distrito da República. Produção autoral, 2024.

A primeira forma de utilização do espaço por grupos humanos remete ao período pré-cabralino, onde os povos indígenas estabeleciam os chamados *peya beyu*, que significa caminho de grama amassado, em Tupi-Guarani (Museu das Culturas Indígenas, 2023). Eram longos trajetos com função de deslocamento que conectavam o Oceano Atlântico ao Pacífico. Em São Paulo, a trilha atravessava o vale do Saracura e levava dos campos do Guaré (atual região da Luz e do Bom Retiro) até as margens do Rio Pinheiros. O nome Saracura está vinculado à abundante presença de aves que frequentavam a região do rio.

Já no âmbito do período escravista brasileiro, o Saracura, região alagadiça caracterizada pelo "desenho dos rios e ribeirões e à topografia decorrente de suas respectivas bacias hidrográficas" (D'Elboux e Moura, 2020) somada à densa vegetação, serviu como refúgio para os escravizados que eram comercializados na Ladeira da Memória, na atual região do Anhangabaú. A presença do negro e a consolidação de um território de resistência, que incomodava a elite econômica e escravista, é confirmada pelo material textual que evidencia a problemática das fugas para o Bixiga:

> As capoeiras e campinas que havia em torno do Tanque Reúno, no Bexiga, como em outros pontos da baixada em que corriam o Anhangabaú e o Riacho Saracura, serviram de esconderijo onde se aquilombavam negros rebelados. Esses matos eram convidativos para esconderijos. Em 1831 foi feito um documento com a tentativa de fechar o acesso do Anhangabaú ao Bexiga, cujo objetivo era impedir o trânsito de escravos fugitivos para o Bexiga (Lucena, 1984, p. 24).

Esse trecho, retirado da obra de Célia Lucena, dialoga com a perspectiva de Raquel Rolnik (2007) sobre os territórios negros na república brasileira. Os espaços de resistência à escravidão podiam se manifestar de diversas formas, tais eram os locais de trocas comerciais realizadas nos Campos do Bexiga, onde se estabeleciam contatos e informações eram passadas. Os terreiros, que transferiu para o Brasil parte do patrimônio cultural negro-africano e que, graças à sua flexibilidade, pôde adaptar-se às condições diaspóricas. Seu território, além de religioso, era político e simbólico, responsável por subverter a dominação dos corpos escravizados e manter (ou construir) vínculos comunitários.

Após o fim formal da escravidão, em 1888, o trabalho escravo precisava ser substituído pelo trabalhador livre imigrante, que não precisaria ser forçado a trabalhar graças à sua suposta e inata aptidão para o labor. À essa necessidade somou-se uma política pública que privilegiava a imigração europeia para o Brasil, objetivando a inserção desse proletário nas lavouras, que, mais tarde, abandonaria o campo e iria para a capital (Rolnik, 2007). Esse abandono, como sugere Castro (2006), no caso dos italianos, ocorre graças às infelizes memórias do meio rural do sul italiano, levando-os aos centros urbanos. Essa população instalou-se nos ramos do comércio e da indústria, mas, por conta da condição financeira, ocuparam as regiões com aqueles imóveis mais baratos e, por conseguinte, mais desvalorizados. O Bixiga, mal visto pela presença dos recém-libertos e mestiços, neste ponto também contava com a desvalorização da área graças ao histórico de insalubridade proveniente dos matadouros de animais, e graças ao terreno alagadiço em função dos rios. Esses fatores tornaram o espaço apropriado para a instalação de uma população estrangeira e pobre no coração da cidade.

Diante do exposto, a formação territorial do Bixiga está profundamente atrelada à topografia local, caracterizada pelo terreno perpassado por abundantes corpos d'água. A evolução urbana do bairro é fruto de um núcleo original localizado no encontro entre os rios Saracura, Bexiga e Anhangabaú, onde instalou-se a Chácara do Bexiga. O território do quilombo foi apagado das cartografias responsáveis pelo mapeamento da cidade, consequência da ideologia que orientava a produção urbanística da época. O processo de loteamento é protagonizado por Antônio José Leite Braga, que motivado a ampliar seus negócios, parcela sua recém aquisição da Chácara para a venda de lotes menores, voltados para compradores com menor poder aquisitivo, como os imigrantes italianos (Figura 2) (D'Elboux e Moura, 2020).

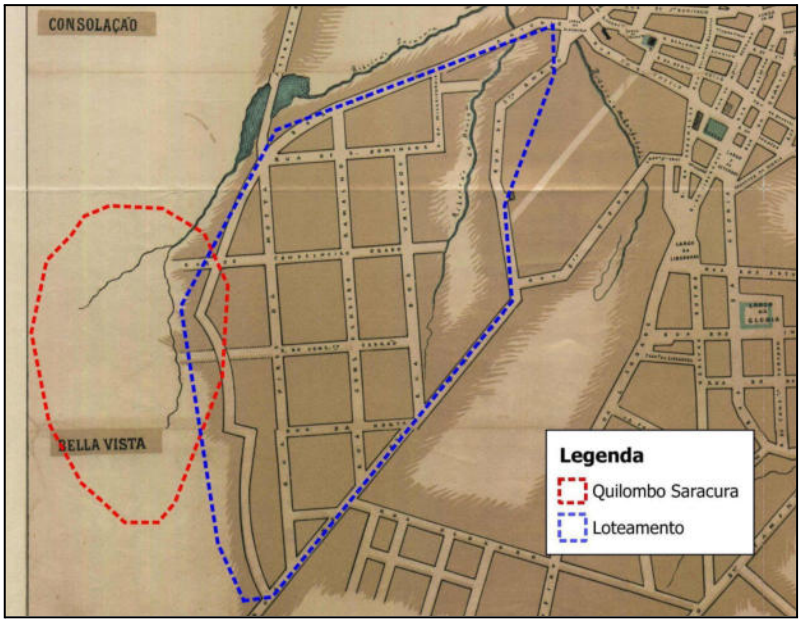


Fig. 2 Planta da capital do Estado de São Paulo e seus arrabaldes, 1890, desenhada e publicada por Jules Martins. Modificada.

2.2 Relações espaciais do Bixiga com a cidade

Quanto às relações espaciais do bairro do Bixiga, observou-se linhas conectoras responsáveis pelas ligações internas e externas do bairro (Figura 3). A Avenida Brigadeiro Luís Antônio atua como uma via que corre a sudeste do território, permitindo a entrada de carros e pedestres para dentro do bairro do Bixiga. Sua conexão com a Avenida Paulista, símbolo da macroeconomia paulistana, pode ter servido de escoadouro dos serviços e produtos que abasteciam os arredores (os distritos industriais), produzidos pela população que residia no Bixiga, não necessariamente voltada à atividade industrial.

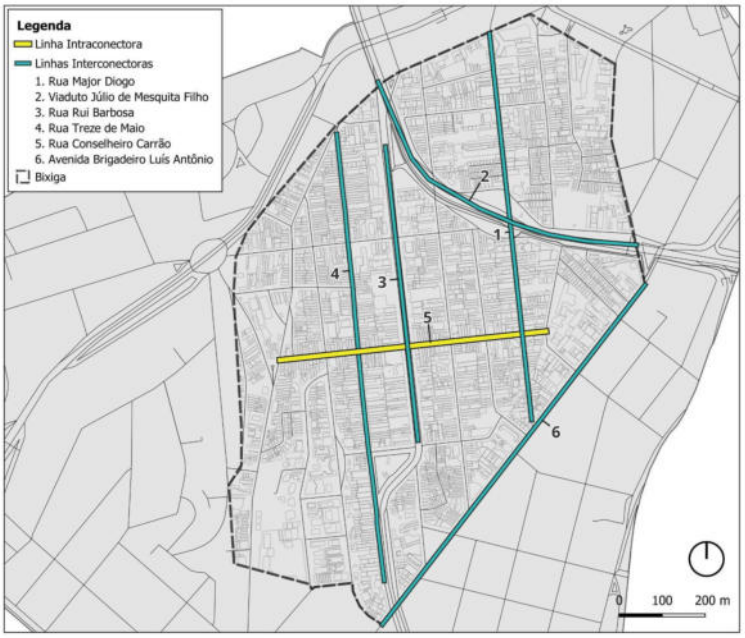


Fig. 3 Linhas Intra e Interconectoras do bairro do Bixiga. Produção autoral, 2024.

Segundo Schneck (2018), os bairros circunvizinhos ao Bixiga, predominantemente residenciais (Morro dos Ingleses, Paulista, Liberdade, Paraíso), colocaram o território em questão em evidência, visto a atividade comercial orientada ao ramo alimentício. As ruas 13 de Maio, Major Diogo e Rui Barbosa também atuam como conectores do Bixiga com a exterioridade do bairro (Figura 3). A primeira possui uma vida cultural efervescente que atrai os transeuntes e pessoas que não fazem parte da comunidade, cortando de norte a sul o território. A rua Major Diogo e a rua Rui Barbosa, que posteriormente converteu-se na Rua João Passalaqua, também cortam o território e essa última contém um fluxo de carros considerável.

Outro caso de conexão é o Viaduto Júlio de Mesquita Filho, que faz parte da Ligação Leste-Oeste, projeto de integração da cidade de São Paulo que, entretanto, "*cruzou a área do Bixiga, destruindo casas históricas, segregando partes de um mesmo complexo e deixando áreas sem utilização, que a cada dia mais se degradam em todos os sentidos*" (Gonçalves, 2016, p. 179). Foi identificada somente uma linha intraconectora, a rua Conselheiro Carrão, que não extrapola o bairro do Bixiga e serve como acesso às principais vias citadas anteriormente (Figura 3).

2.3 Relações espaciais e topológicas do Bixiga

No Bixiga, através das visitas de campo e da OSS, identificou-se espaços que chamamos de "Convidativos", "Não Convidativos", "em Transformação" e "Profundos" (Figura 4). Os primeiros dizem respeito ao caráter do local, o espaço convida ou não os sujeitos a engajarem-se nele? Há esvaziamento do espaço? Essas perguntas nortearam a investigação da esfera topológica. O espaço "em Transformação" diz respeito a uma área que ainda carece de caráter próprio, visto o aspecto transicional em que se encontra. Esse fenômeno ocorre graças às construções da Linha 6 - Laranja do Metrô que fechou certas vias do bairro, interrompendo atividades culturais e sociais etc. Os "Espaços Profundos" receberam essa denominação em função do seu uso predominantemente residencial somado ao esvaziamento público das ruas. Essa "profundidade" traduz-se em um sentido específico de locais ensimesmados, fechados ou esvaziados.

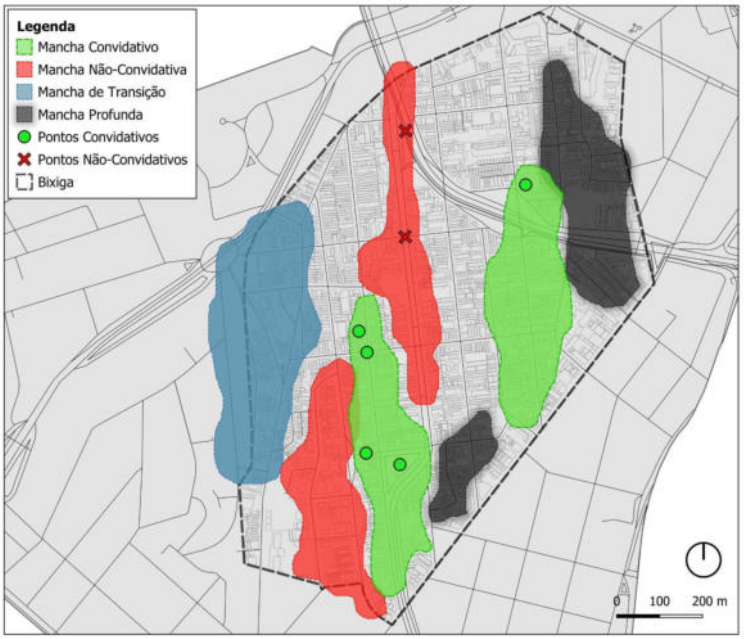


Fig. 4 Mapa de manchas das relações espaciais do Bixiga. Produção autoral, 2024.

Nas ruas dos Ingleses, dos Franceses, dos Alemães, dos Holandeses e dos Belgas, na parte mais elevada a oeste da rua 13 de Maio, há a predominância de condomínios, refletindo em um uso residencial do espaço. Durante as visitas de campo, identificou-se pouquíssimas pessoas que faziam uso das calçadas e ruas, geralmente acompanhadas por cachorros de estimação. Foi encontrada arquitetura hostil à população sem-teto nas bases desses condomínios e os principais protagonistas desse espaço eram os carros, que entravam na rua dos Ingleses pela Avenida Brigadeiro Luís Antônio. A ausência de atividade e presença social identificada ao longo das semanas acompanhando essas ruas confirmou seu aspecto "Não-Convidativo", que não chama os transeuntes ou moradores a engajarem-se nesse espaço. O Parque dos Ingleses, em um primeiro momento de aproximação da pesquisa, causou estranhamento quanto ao seu uso (público ou privado), pois em razão do seu esvaziamento constante, causa receio em ser apropriado, mesmo durante o dia.

Na rua Rui Barbosa, que se transfigura na rua João Passalaqua durante seu trajeto, o fluxo incessante de carros nos dois sentidos da pista, somado ao cruzamento da rua Manoel Dutra, não convida o pedestre a estar nela. Seu uso é quase exclusivamente para os carros, principais agentes deste espaço, que por vezes sobem às calçadas para abastecer nos postos de gasolina, ambos localizados em lados opostos da via. Ao longo do trajeto inteiro a presença de pessoas foi pequena e mínima quando nos aproximamos das partes inferiores do Viaduto Júlio de Mesquita Filho, que corta a João Passalaqua. Trata-se, em razão dos aspectos identificados, de um espaço "Não-Convidativo".

Na rua 13 de Maio e suas imediações verificou-se intensa atividade social, cultural e comercial, elementos que somados conferem o aspecto "Convidativo" identificado nas visitas de campo. Há sempre gente na 13 de Maio, pessoas fazendo compras, sentadas do lado de fora dos estabelecimentos, indo de lá pra cá ocupando o espaço e sendo co-produtor dele, fenômeno que se torna mais evidente aos domingos, quando se volta a atenção para a feira de antiguidades que toma conta da Praça Dom Orione, da Escadaria do Bixiga e das calçadas da Rui Barbosa (Figura 5), revelando um caráter colecionista forte do local, inclusive com a presença de diversos antiquários.



Fig. 5 Feira de Antiguidades do Bixiga na Praça Dom Orione. Acervo pessoal, 2024.

Durante as datas comemorativas religiosas o bairro se transforma e suas ruas são ocupadas por inúmeros devotos, moradores e turistas. Destacam-se a Festa de São Benedito, que movimenta o bairro e traz à tona a identidade negra do Bixiga; e a Festa de Nossa Senhora Achiropita, marca da cultura italiana no espaço que anualmente atrai pessoas de todo lugar de São Paulo. Além disso, o Samba da 13, protagonizado pelo grupo Madeira de Lei, convida os transeuntes e moradores para onde quer que a roda de samba se estabeleça para ouvi-los, criando uma atmosfera singular.

No agregado de ruas Maria José, Prof. Laerte Ramos de Carvalho, Major Diogo e Conselheiro Carrão, mais ao leste do Bixiga, a atividade humana que ali se estabelece e produz em conjunto o caráter do espaço habitado. Aos domingos a rua Maria José é aberta aos pedestres (fechada ao tráfego de carros) para dar lugar ao evento Ruas de Lazer, uma iniciativa da Secretaria Municipal de Esportes e Lazer (SEME), servindo para o divertimento das crianças do bairro e para a confraternização geral da população. Na rua Major Diogo, que cruza o bairro, encontra-se o Centro de Preservação Cultural (CPC-USP), conhecido como Casa de Dona Yayá, que agrega eventos e atividades recreativas e culturais para quem se interessar, estabelecendo diálogos com o bairro Bixiga. Nesse mesmo trecho, a presença de um jardim comunitário ao lado de uma quadra poliesportiva, a Arena Bela Vista, que esteve quase sempre ocupada, ressignificam o espaço próximo ao Viaduto Júlio de Mesquita Filho, revitalizando o local e dando sentido ao mesmo.

Por fim, no complexo de ruas sob o aspecto de “Espaços Profundos”, encontram-se a Travessa dos Arquitetos, as ruas Fortaleza, Japurá, da Abolição, Vicente Prado, Adoniran Barbosa, Jardim Francisco Matos etc. Essas vias, com características fechadas (reclusas), às vezes íngremes, estreitas, sem saída, que se encerram em si mesmas, são predominantemente residenciais e seu aspecto de profundidade esvazia o espaço público. Diferenciam-se dos “Espaços Não-Convidativos” pois não expulsam ou constrangem o indivíduo que transita pelo local, seu aspecto esvaziado não é produto do uso quase que exclusivamente privado que se traduz no intenso fluxo de carros ou na presença de condomínios e prédios. O uso do adjetivo profundo reflete, sobretudo, um ponto de vista sobre essas ruas, delineado tanto por aspectos físicos (íngremes, fechadas, sem saída) como humanos (baixo ou nenhum fluxo de pessoas, uso residencial, locais tranquilos etc.).

3 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Como bem descreve Castañeda (2021), o espaço urbano é o veículo que conecta o abstrato ao concreto, a ideia à realidade, o efêmero ao eterno. Por ser representação física de éticas, credos e do tempo, torna-se fruto da cultura local, dos processos históricos, de apropriação e resistência. Na atualidade, as redes sociais e o espaço virtual tendem a deslegitimar as relações sociais no espaço físico, servindo de modelo na construção de cenários que pretendem uma realidade fictícia ou uma “hiper realidade”. Vale ressaltar que a sociedade contemporânea é marcada por processos de individualização e fragmentação que corroem o sentido de comunidade e a vida urbana (Bauman, 2001; Sennett, 2014).

A cidade contemporânea, erigida pela evolução histórica e orgânica de suas realidades físicas e sociais exige uma reflexão centrada em evidências e fenômenos sociais que a produzem. A formação de sentido urbano é inerente a seus processos simbólicos e a humanização do urbano deve surgir como reação à desumanização produzida pelo positivismo do século XX, possibilitando cidades mais habitáveis. A competência pela

apropriação do espaço é perdida quanto sua dimensão simbólica é destruída ou forjada por projetos de cima para baixo.

Esta pesquisa é parte de uma investigação de iniciação científica em desenvolvimento, e ainda que preliminares, os dados permitem compreender os sistemas de signos e símbolos do bairro do Bixiga pode contribuir para a compreensão e fortalecimento da empatia espacial do bairro, marco histórico da formação da metrópole paulista. Vale ressaltar que os elementos identificados são aproximativos, não são regras estanques para a interpretação do espaço urbano ou do Bixiga. Os comportamentos, usos sociais do espaço, as estruturas e as ruas são dotadas de significação e respondem a códigos culturais de um grupo, que pode ou não se sentir convidado a engajar esse ou aquele local.

4 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP - Instituto Federal de São Paulo, instituição à qual estão filiados, por proporcionar o ambiente e os recursos necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa, fruto de uma Iniciação Científica. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro proporcionado por meio da bolsa de iniciação científica de seu Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica nas Ações Afirmativas (PIBIC-AF) - Edital NºSPO.0431 de 01 de setembro de 2023.

5 REFERÊNCIAS

Bauman, Z. (2001) **Modernidade líquida**, Zahar, Rio de Janeiro.

Castañeda, J. H. A. (2017) **Empatías urbanas**: la lectura semiótica del espacio y la construcción de sentido urbano, Tese de Doctorado, Universidad de Valladolid, Valladolid.

Castañeda, J. H. A. (2021) **Empatías urbanas y Geosemiótica**: el sistema geográfico de los signos urbanos, 1 ed., Ediciones Unisalle, Bogotá.

Castro, M. S. (2006) **Bexiga um bairro afro-italiano**: comunicação, cultura e construção de identidade étnica, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

D'Elboux, R. M. M. e Moura, M. (2020) Ocupação inicial e loteamento, in N. Somekh, e J. G. Simões Junior (eds.) **Bexiga em três tempos**. Patrimônio cultural e desenvolvimento sustentável. ed. 1, Romano Guerra, São Paulo.

Duarte, C. R. S. (2018) A empatia espacial e suas implicações nas ambiências urbanas, **Revista Projetar**, 1(1), 68-74.

Engels, F., Schumann, B. A. e Netto, J. P. (2010) **A situação da classe trabalhadora na Inglaterra**: segundo as observações do autor e fontes autênticas, ed. 1, Boitempo, São Paulo.

Freitas, E. D., Camargos, V. P., Xavier, C. C., Caiaffa, W. T. e Proietti, F. A. (2013) Instrumento para condução de observação social sistemática: métodos e resultados da concordância interobservadores, **Cadernos de Saúde Pública**, 29(10), 2093-2104.

Gonçalves, C. T. (2016) **Intervenções contemporâneas no Bixiga**: fissuras urbanas e insurgências, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lima, A. L. L. (2020) Vestígios de um quilombo paulistano: uma análise da paisagem arqueológica do bairro do Bixiga, **Argumentos - Revista do Departamento de Ciências Sociais da Unimontes**, 17(1), 153-177.

Lucena, C. T. (1984) **Bairro do Bexiga**: a sobrevivência cultural, Brasiliense, São Paulo.

Museu das Culturas Indígenas (2023) **Simpósio Aborda Origens Indígenas e Quilombolas da Região do Bixiga, na Capital Paulista**. Disponível em: https://museudasculturasindigenas.org.br/noticias/simposio-aborda-origens-indigenas-e-quilombolas-da-regiao-do-bixiga-na-capital-paulista/ (Acessado em: 20 de abril 2024).

Pacca. P. E. (2010) **A estagnação urbana como parte da metrópole paulistana do século XXI** - o caso do Pari, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Proietti, F. A., Oliveira, C. D. L., Ferreira, F. R., Ferreira, A. D. e Caiaffa, W. T. (2008) Unidade de Contexto e Observação Social Sistemática em Saúde: conceitos e métodos, **Physis – Revista de Saúde Coletiva**, 18(3), 469-482.

Rolnik, R. (2007) **A cidade e a lei:** legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo, ed. 3, Studio Nobel: Fapesp, São Paulo.

Schneck. S. (2018) Bexiga: cotidiano e trabalho (1906-1931), **Anais do Museu Paulista**, vol. 26, ed. 24, p. 1-50.

Sennett, R. (2014) **O declínio do homem público**, Record, Rio de Janeiro.

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN

M. E. H. C. Melo, V. N. V. Tinoco, B. D. A. da Silveira, A. M. de Sousa Junior

RESUMO

O acúmulo de resíduos sólidos é uma questão problemática para a gestão de políticas públicas, por isso, a definição de áreas para implementação de aterros sanitários vem ganhando destaque nos últimos anos. Dessa forma, é imprescindível a presença de uma disposição final para esses resíduos de forma adequada, assim evitando impactos negativos ao meio ambiente e a população. Logo, esta pesquisa utiliza a análise multicritério com o método AHP para definir uma área suscetível a instalação de um aterro no município de Mossoró-RN. Para isso, foi elencado os seguintes critérios: declividade, distanciamento do sistema rodoviário, sistema viário, áreas edificadas, diversidade pedológica e uso e ocupação da terra. Com isso, obteve-se um mapa de aptidão para a instalação, sendo selecionadas três áreas nomeadas como “a”, “b”, “c”, “d” e “e”. Diante disso, três das cinco áreas tem perfil aceitável, nas quais duas devem seguir estratégias mitigadoras para evitar possíveis impactos ambientais.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi criada em 2010 por meio de uma sanção da Lei Federal nº 12.305, que estabelece o encerramento dos chamados “lixões” até o mês de agosto de 2014. A partir disso, não é mais permitido a construção desse tipo de disposição final de resíduos, e, no seu lugar, devem ser implementados aterros sanitários (Brasil, 2010). Além disso, houve o crescimento exacerbado da população que segundo o IBGE (2021), no Brasil, teve um aumento populacional de 23,29 milhões de pessoas. Nesse contexto, há a necessidade de se construir uma melhor infraestrutura e serviços adequados para garantir a qualidade de vida da população. Com isso, deve-se utilizar alternativas novas para solucionar esses problemas como o uso de tecnologias livres e dados gratuitos com apoio de um Sistema de Informação Geográfico (SIG) (Fernandes *et al*., 2017).

Em 2022, o Brasil alcançou aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, sendo diariamente produzidos 224 mil toneladas. Além disso, o país registrou uma curva regressiva, devido a volta das atividades presenciais após o período de pandemia da COVID-19. Assim, a população começou a utilizar menos os serviços de delivery e a ter uma variação no consumismo (ABRELPE, 2022). Com isso, o descarte inadequado de

resíduos sólidos acarreta inúmeros impactos ambientais, como a contaminação do solo, corpos d'água e a atmosfera por substâncias tóxicas, além de afetar a qualidade de vida da população (Schenini *et al.*, 2004). Nesse sentido, a gestão dos resíduos sólidos vem cada vez mais se tornando um problema para os centros urbanos em expansão, principalmente, pelas quantidades exorbitantes de resíduos devido ao crescimento urbano e a alta taxa de consumo que o mesmo proporciona (Silva, 2014).

Os resíduos sólidos que são produzidos no município de Mossoró-RN têm sua destinação no aterro sanitário da cidade, porém, os resíduos industriais e outros tipos ainda têm sua disposição em lixões clandestinos (Ferreira *et al.*, 2012). Em 2022, foi realizada uma visita ao aterro sanitário de Mossoró, no qual o responsável técnico informou que esse não recebe resíduos de outras localidades, além do seu próprio município. Por isso, os municípios menores estão procurando por parcerias público-privadas, na qual uma empresa instala e opera o aterro recebendo os resíduos de vários municípios. No projeto do aterro do município, é previsto o recebimento de aproximadamente 200 toneladas por dia, e é recolhido em torno de 170 a 180 toneladas por dia. Em virtude disso, é importante que haja uma disposição final dos resíduos apropriada, para evitar e prevenir que ocorram impactos ambientais através da construção de um aterro sanitário.

Para isso, essa pesquisa traz a utilização do método da análise multicritério para auxiliar na definição de áreas propícias para instalação de aterros sanitários, através da utilização de geotecnologias de acesso livre. O SIG se enquadra como uma dessas alternativas por se tratar de um conjunto de geotecnologias, que utilizam de ferramentas computacionais para realizar análises geoespaciais de maneira rápida e eficiente, agrupando dados para criar mapas temáticos sobrepondo vários tipos de informações (Samizava *et al.*, 2008; Delgado, 2014). A partir disso, é possível desenvolver uma análise multicritério utilizando essas ferramentas de interferência geográfica para definição de áreas aptas para instalação de aterros sanitários (Pinheiro, 2019). Dessa forma, essas tecnologias permitem um aperfeiçoamento da gestão das políticas públicas, por meio da inclusão de dados socioeconômicos, ambientais e técnicos (Ferraz *et al.*, 2015).

A análise multicritério refere-se a um conjunto de critérios que serão levados em consideração na resolução de um problema, a fim de promover uma hierarquia de alternativas para determinar a melhor solução apoiada a uma gestão de decisão (Souza, 2008). Por isso, essa análise se torna uma avaliação prévia para planejamentos de empreendimentos, principalmente, para políticas de infraestrutura, ambientais e planejamento urbano, de forma espacializada e combinada com geotecnologias (Ferraz *et al.*, 2015). A utilização da análise multicritério se torna mais eficiente e rápida quando está atrelada a álgebra booleana, a qual mostra resultados excelentes e claros (Amaral, 2007). Desse modo, é necessário a definição de determinados parâmetros que ponderam os critérios considerados, para haver uma padronização dos valores e a combinação desses critérios (Falcão, 2013).

Portanto, o objetivo da pesquisa é realizar uma avaliação das melhores áreas para a instalação de um aterro sanitário no município de Mossoró-RN, utilizando o método de análise multicritério através de ferramentas de geoespacialização do software Qgis.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa aborda o uso da análise multicritério, aliado ao método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), a fim de auxiliar na definição de áreas suscetíveis para implantação de aterros sanitários no município de Mossoró-RN. Tomando como base a metodologia desenvolvida por Saaty em 1990, e aliado com os demais trabalhos existentes na literatura que se utilizam desses métodos, dentre eles: Fernandes *et al.* (2017); Poague *et al.* (2018); Pinheiro (2019); Morales *et al.* (2020); Lopes e Silva (2020).

Para isso, se estabeleceu uma hierarquia de matriz através dos seguintes critérios para a análise de suscetibilidade: a declividade, o sistema rodoviário, o sistema aéreo, as áreas edificadas, a diversidade pedológica e o uso e ocupação da terra. Diante disso, se espera realizar uma análise atribuindo pesos cada critério, sendo possível determinar as áreas mais apropriadas para a instalação do aterro. Portanto, utilizando o método mencionado para comparar com as áreas reais do município por meio de imagens de satélite.

2.1 Área de estudo

A área escolhida para realizar o estudo foi o município de Mossoró-RN, que se localiza a 286,9 km da capital Natal-RN, e suas coordenadas geográficas são: Latitude: -5.18804 m, Longitude: -37.3441 m. O município tem uma área territorial de 2.099,334 km² com uma população de aproximadamente 303.792 habitantes (IBGE, 2021).

2.2 Coleta de dados

A hierarquia utilizada segue os critérios de definição de áreas para instalação de aterros sanitários regidos pela NBR 13.896 de 1997, que estabelece condições mínimas para o projeto, implantação e operação de aterros (ABNT, 1997). Essa definição surge de um conjunto de determinações, que envolvem os aspectos ambientais e socioeconômicos da região (Pinheiro, 2019). Na Tabela 1 são apresentados os critérios elaborados pela norma.

Tabela 1 Critérios para adequabilidade de um local para implantação de um aterro sanitário

Critérios	Restrições
Topologia	Recomenda-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%
Geologia e tipos de solos existentes	Desejáveis locais com um coeficiente de permeabilidade inferior a 10-6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de cursos d'água.
Vegetação	Uma área com aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.
Acessos	Devem ser executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Tamanho disponível de vida útil	Recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos.
Custos	Necessário a elaboração de um cronograma físico-financeiro para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distância mínima a núcleos populacionais	Recomenda-se uma distância mínima que seja superior a 500 m.

Fonte: adaptado da ABNT NBR 13.896 (1997).

2.2.1 Declividade

O primeiro critério estabelecido para a análise é a declividade, pois de acordo com a inclinação do terreno há uma maior suscetibilidade a ocorrer erosões, assim, dificultando a operação e transporte dos resíduos sólidos até o aterro (SNSA, 2008). A declividade é obtida a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), disponível no site TOPODATA que fornece dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) através do *United States Geological Survey* (USGS). Utilizando o *software* Qgis, obteve-se a declividade da área de estudo, após isso, foi preciso realizar uma reclassificação do declive de acordo com os parâmetros estabelecidos pela EMBRAPA (1979), como é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 Classificação do relevo

Classificação do relevo	Declividade (%)
Plano	0 - 3
Suave ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Fonte: adaptado de EMBRAPA (1979).

Diante isso, realizou-se uma normalização do intervalo de declive entre 0 e 1 para gerar um fator que uniformiza as unidades consideradas, como uma espécie de padronização, deixando todos em uma mesma escala (Calijuri *et al.*, 2002). Com isso, foi realizado também um mapa de restrição da declividade para restringir as áreas de instalação do aterro.

2.2.2 Sistema rodoviário

Nesse parâmetro, considerou-se um distanciamento de 200 m para a instalação do aterro sanitário, tendo em vista a importância do acesso ao local, não sendo aconselhável ser tão afastado do sistema rodoviário para não tornar o alcance oneroso (Fernandes *et al.*, 2017). O sistema rodoviário se obteve através da base de dados fornecida pelo Portal de Mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual é recortado de acordo com a área de estudo. Em seguida, houve a delimitação do distanciamento necessário pela norma, e, assim, obteve-se um mapa de distanciamento através das ferramentas de geoprocessamento do Qgis. Com isso, executou-se a normalização do intervalo de distância, levando em consideração o quão mais próximo for o aterro da rodovia, melhor economicamente será para o acesso e transporte dos resíduos (Poague *et al.*, 2018). Por fim, também foi feito um mapa de restrição do sistema rodoviário.

2.2.3 Sistema Aéreo

O critério do sistema aéreo considera o mesmo distanciamento proposto no critério acima, já que a aproximação de aeroportos e aeródromos é proibida de acordo com a resolução CONAMA Nº 004, de 09 de outubro de 1995, para evitar possíveis colisões ou dificultar a visão das aeronaves (Brasil, 1995). O sistema aéreo se originou também através da base de dados do IBGE, sendo recortado conforme a área de estudo da pesquisa. A delimitação utilizada, da mesma forma como no critério anterior, foi de 200 m e um mapa de distância, mediante Fernandes *et al.* (2017). Porém, para a normalização do intervalo de distância, levou-se em consideração o quão mais longe do sistema viário, melhor seria para instalação

do aterro. Portanto, igualmente aos outros critérios, realizou-se o mapa de restrição do sistema aéreo.

2.2.4 Áreas edificadas

As áreas edificadas foram obtidas assim como os critérios anteriores, pela base de dados do IBGE. Dessa forma, através do Qgis foi feito o distanciamento de 500 m dos centros urbanos, a fim de impedir o surgimento de doenças ou outras complicações para a população, após isso, criou-se os mapas de distância e de restrição.

2.2.5 Pedologia

A diversidade pedológica foi adquirida através dos dados temáticos dos recursos naturais do Brasil, fornecidos pelo site Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA) do IBGE. Para esse critério, foi preciso selecionar os tipos de solos que não são aptos para a instalação do aterro, sendo esses os latossolos, os quais têm uma maior permeabilidade e uma maior facilidade de lixiviação (Ker, 1997). Com isso, produziu-se o mapa de distância, considerando o quão mais próximo desse tipo de solo melhor, pois ele não é totalmente inutilizado para essa finalidade, após isso, executa-se a normalização do intervalo de distância.

2.2.6 Uso e ocupação

O uso e cobertura foi criado a partir dos dados hidrográficos da área de estudo fornecidos pelo IBGE e o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), esse último adquirido por meio dos dados de imagens de satélite *Landsat* 8 do USGS. Para o NDVI, foi preciso realizar uma reclassificação para obter a cobertura da área, no Tabela 3 temos as classes de cobertura e suas características (Fernandes *et al.*, 2021).

Tabela 3 Classes de cobertura do NDVI e suas características

Valor	Classes	Uso do solo
-1.00 até 0.00	1	Corpos d'água
0.00 até 0.25	2	Solo exposto
0.25 até 0.50	3	Vegetação esparsa
0.50 até 1.00	4	Vegetação densa

Fonte: Fernandes *et al.* (2021).

Desse modo, unindo o mapa da hidrografia e o NDVI em um só, obteve-se o mapa de uso e cobertura através da normalização dos intervalos de distância dos dois mapas. Com tudo, foi preciso normalizar o mapa novamente para criar o fator com intervalo entre 0 e 1, e gerar o mapa de restrição.

2.3 Análise dos dados

Para essa análise, é utilizada a álgebra booleana que se baseia em um dado elemento sendo possível estar dentro ou fora de um conjunto, ou seja, considera-se os conjuntos como sistemas bivalentes. Com isso, atribuísse o valor de 0 para o elemento que não está excluso e o valor 1 para aquele que está incluso, assim, havendo uma classificação dos critérios com valores binários (Lopes e Silva, 2020). Atrelado a isso, temos o método AHP proposto por

Saaty (1990), o qual fundamenta toda a análise da pesquisa e possibilita o uso de geotecnologias através de dados geoespaciais.

O principal instrumento de processamento utilizado na pesquisa é o software *open source* de análise geoespacial, Qgis, e os critérios considerados que são obtidos através de sites institucionais e públicos, os quais disponibilizam os seus dados gratuitamente. Dessa forma, cada critério segue um regulamento com restrições para esse tipo de construção, sendo apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 Critérios elaborados e suas restrições que os regulamentam

Critérios	Restrições
Declividade	Declividade máxima permitida até 3%
Sistema rodoviário	Distância mínima de 200 metros de sistemas rodoviários
Sistema aéreo	Distância mínima de 200 metros de sistemas viários
Áreas edificadas	Distância mínima de 500 metros de áreas edificadas
Diversidade pedogenética	Solos de alta permeabilidade e com aptidão agrícola
Uso e cobertura	Distância mínima de 200 metros de cursos d'água

Fonte: Adaptada de Calijuri *et al.* (2002).

No método de análise multicritério, temos a atribuição de valores ou pesos entre 1 e 9, que representam o grau de importância entre cada critério estabelecido, sendo 1 um valor de importância análoga e o 9 infinitamente maior ao anterior (Saaty, 1990). Em vista disso, na Tabela 5 temos os valores de atribuição e suas definições, assegurando a priorização de um critério sobre o outro para definição das melhores áreas para a instalação.

Tabela 5 Valores de atribuição para a análise multicritério e suas definições

Pesos	Atribuição	Definição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para objetivo
3	Importância pequena de uma para a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrativa	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: adaptado de Saaty (1990).

Utilizando os valores de atribuição elaborados por Saaty (1990), criou-se uma matriz de importância relativa com os critérios considerados pelos autores, sendo essa uma matriz pareada, na qual os critérios da coluna correspondem aos mesmos das linhas, para que possam ser comparados em relação a sua importância ou valor atribuído. Na Tabela 6 está apresentada a matriz de importância relativa elaborada pelos autores.

Tabela 6 Matriz de importância relativa

	Declividade	Rodovias	Aeroporto	Edificações	Solos	Uso e cobertura
Declividade	1	2	4	5	6	9
Rodovias	1/2	1	2	3	4	6
Aeroporto	1/4	1/2	1	2	4	5
Edificações	1/5	1/3	1/2	1	2	3
Solos	1/6	1/4	1/4	1/2	1	3
Uso e cobertura	1/9	1/5	1/5	1/3	1/3	1

Posteriormente, calculou-se a consistência dos pesos atribuídos para cada critério, através do Índice de Consistência (IC) e a razão de Consistência (RC). Para isso, efetuou-se o somatório das linhas da matriz de importância relativa, para obter o autovetor ou peso, que consiste na divisão das somas das linhas pelo total de todo o somatório delas. Em seguida, tem-se o produto vetorial, o qual é a multiplicação de cada linha da matriz pelo elemento correspondente do autovetor, depois, determinou-se o lambda ao dividir cada produto vetorial pelo autovetor. Por último, calculou-se o lambda máximo e obtivesse o IC pela seguinte Equação (1).

$$IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{(n-1)} \quad (1)$$

Onde:
$\lambda_{máx.}$: média dos lambdas;
n: número de critérios considerados.

O número de critérios considerados é utilizado em seguida para encontrar o Índice Randômico (IR), proposto por Colin (2017). Na Tabela 7 é apresentada os valores de IR de acordo com a quantidade de critérios:

Tabela 7 Valores do Índice Randômico de acordo com o número de critérios considerados

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49

Fonte: Colin (2007).

Assim, calculou-se o RC através da Equação (2).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (2)$$

Dessa forma, obteve-se o IC igual a 5% e um RC de 4%, estando dentro do intervalo de consistência estabelecido por Saaty (1990), o qual assume que o valor do RC deve estar em 0% até 10% para ser considerado consistente. Portanto, os pesos atribuídos pelos autores podem ser utilizados para gerar o mapa de aptidão para instalação do aterro sanitário.

3 RESULTADOS

Ao utilizar o método de análise multicritério, os critérios elaborados foram ponderados para determinar as áreas mais aptas para instalação, considerando os fatores ambientais, socioeconômicos e geográficos da região. Com a obtenção do mapa de aptidão das áreas para a instalação do aterro sanitário, avalia-se os aspectos da região de acordo com o índice de suscetibilidade resultante da análise feita por meio dos critérios considerados, ou seja, a tomada de decisão deve considerar os vários panoramas até chegar a melhor área a ser

utilizada para instalação do aterro. Por fim, utiliza-se o mapa de forma adequada para alcançar o objetivo da pesquisa, minimizando os impactos negativos que podem acarretar malefícios tanto ao meio ambiente como a população local.

Na Figura 1, temos o mapa de aptidão, no qual podemos identificar as áreas com maior potencial de adequação em verde, além das áreas inaptas em vermelho.

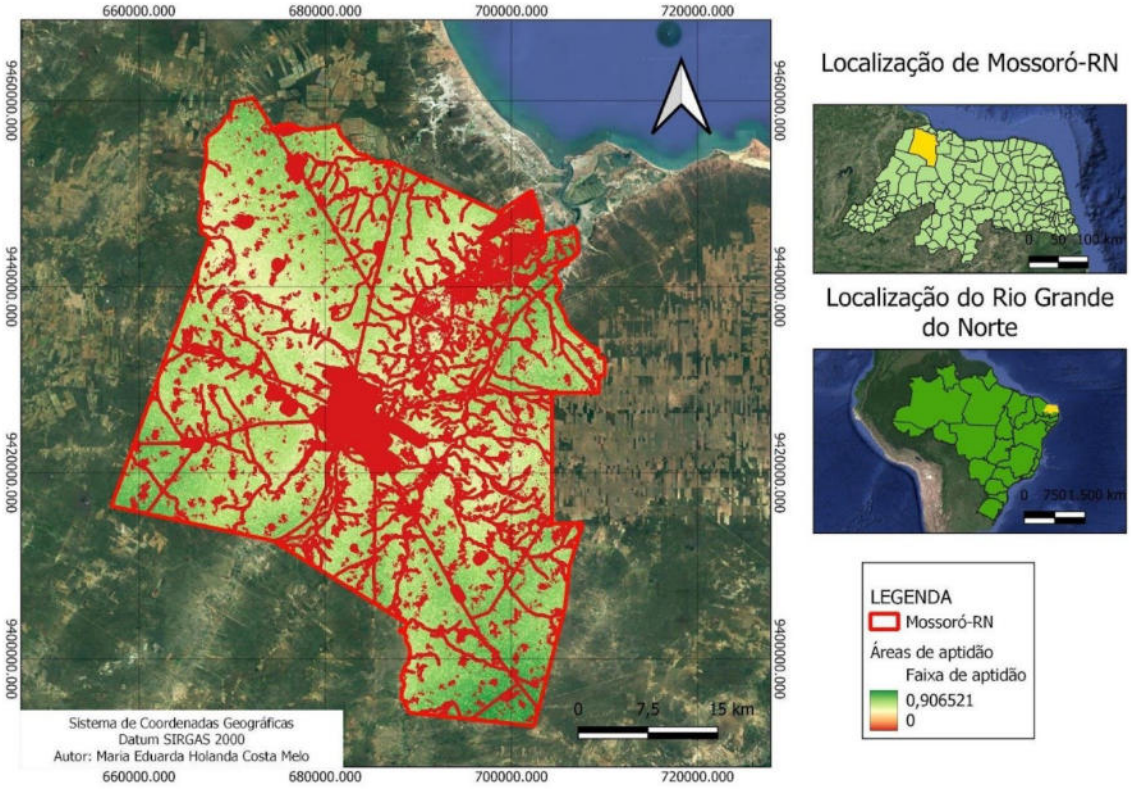


Fig. 1 Mapa de aptidão das áreas para instalação do aterro sanitário

Foram selecionadas cinco amostras para exemplificar a eficácia do método. Dentre elas, utilizou-se uma classificação qualitativa em relação a faixa de aptidão apresentada pelo mapa, comparando as áreas selecionadas com a sua localização real.

A primeira amostra tem uma área de 53,30 ha, sendo nomeado como “a”, a qual recebeu uma avaliação de baixa suscetibilidade pelo mapa. Essa área se encontra próximo a povoados da zona rural do município de Mossoró-RN, sendo avaliada de forma correta pelo mapa. Portanto, respeitando a restrição de distanciamento da área urbana a referida área não é apta a instalação do aterro.

A segunda amostra, com uma área de 50,91 ha, foi nomeada como “b” e recebeu uma avaliação suscetível à instalação pelo mapa, porém comparando com a sua localização real notou-se que não é propícia para esse uso. Isso ocorreu devido essa amostra se encontrar em uma região de salinas, não respeitando a legislação ambiental para recursos hídricos superficiais, que estabelece um distanciamento para essas áreas (Brasil, 2008). O critério das áreas de salinas não foi levado em consideração na geração do mapa de aptidão, por isso houve esse equívoco.

A terceira amostra tem uma área de 73,34 ha e foi nomeada como “c’, essa recebeu uma avaliação moderada de aptidão à instalação, identificada com uma coloração de verde claro que simboliza uma proximidade às áreas restritas, o que não impossibilita a instalação, mas irá necessitar de outros meios para não gerar impactos ambientais naquela região.

A quarta amostra tem uma área de 60,49 ha, a qual foi nomeada como “d” e recebeu uma avaliação boa de suscetibilidade à instalação pelo mapa. A área se encontra em uma região propicia à instalação do aterro, só não recebeu uma classificação maior devido haver um povoado próximo que está dentro do distanciamento normativo, mas acaba influenciando na classificação. Dessa forma, a área tem seu potencial de instalação considerado bom.

Por último, temos a terceira amostra com uma área de 101,03 ha e nomeada como “e”, essa tem uma das melhores avaliações, sendo uma das mais suscetíveis à instalação. Na Figura 9, estão apresentadas as áreas selecionadas para avaliação de suscetibilidade.

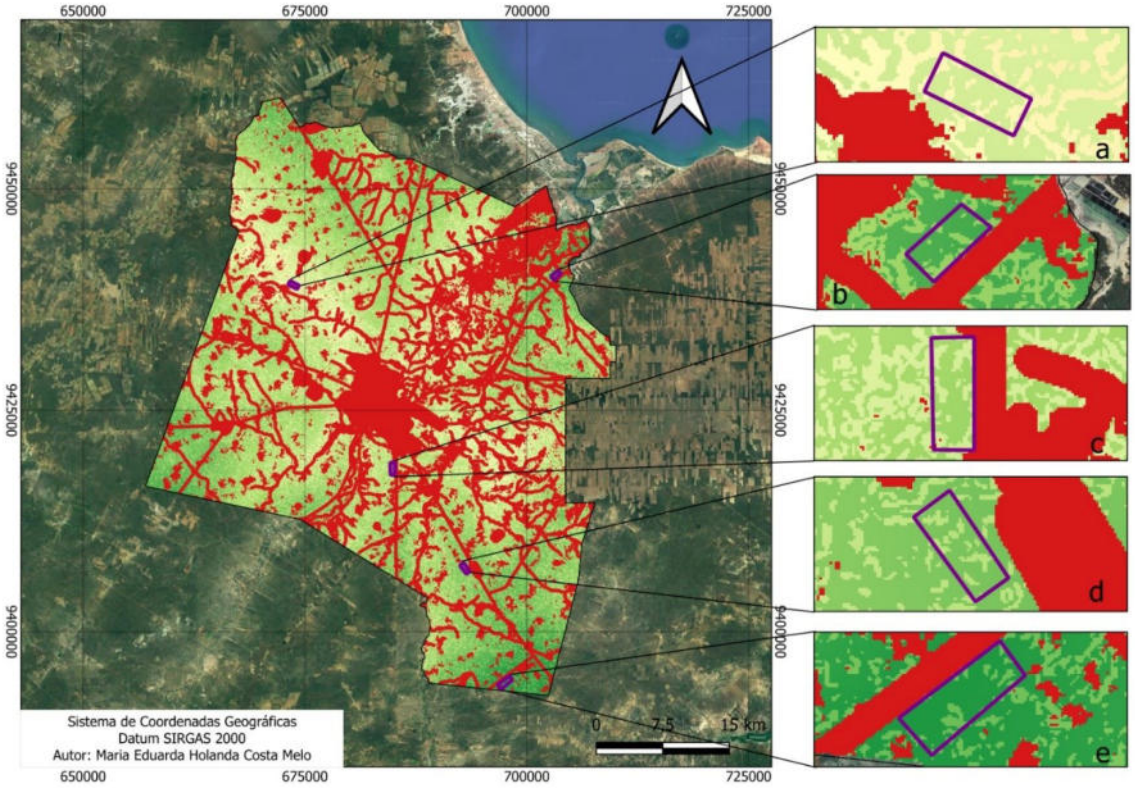


Fig. 2 Mapa de áreas suscetíveis ou não à instalação do aterro sanitário

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise multicritério utilizada para definir áreas suscetíveis à instalação de aterros sanitários se mostrou eficaz, principalmente, ao combinar diversos critérios para gerar um mapa de aptidão de uso no planejamento urbano. Desse modo, foi possível identificar e escolher áreas com alta suscetibilidade para a instalação, além de áreas com baixa suscetibilidade a esse uso. Portanto, ao utilizar esse método podemos contribuir para uma melhor gestão dos resíduos sólidos do município de Mossoró-RN.

O método de análise não deve ser considerado como uma solução única para determinar a área de instalação. É importante estar sempre atrelado a um conjunto de considerações

técnicas, legais, ambientais e sociais de acordo com órgãos regulamentadores e profissionais especializados. Diante disso, a pesquisa pode ser expandida para uma análise em outros contextos e regiões, juntamente com outros critérios, além de considerar os impactos negativos que podem surgir para a escolha das áreas.

5 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1997). **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - Procedimentos** ABNT/NBR 13.896/1997. São Paulo.

Amaral, D. G. P. e Lana, C. E., (2017). Uso do geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto (MG). **Caderno de Geografia**, **27**(49), 368–382.

Abrelpe, (2022). Panorama 2022 – Abrelpe [online]. **Abrelpe – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. [Consultado em 15 de junho de 2023]. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama/.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA), (1994). **Estabelece as Áreas de Segurança Portuária – ASAs** [online]. Resolução CONAMA n.º 004, 4 de maio. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0004-040594.PDF. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA), (2008). **Estabelecer que os procedimentos de licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte sejam realizados de forma simplificada** [online]. Resolução CONAMA n.º 404, 12 de novembro. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=573. [Consultado em 10 de setembro de 2022].

Brasil. Presidência da República, (2010). **Política Nacional de Resíduos Sólidos** [online]. Lei n.º 12.305, 2 de setembro. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Calijuri, M. L., Melo, A. L. d. O. e Lorentz, J. F., (2002). Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. **Informática Pública** [online], **4**(2), 231–250. Disponível em: http://pbh.gov.br/informaticapublica/ANO4_N2_PDF/res_ip0402calijuri.html. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Colin, E. C., (2007). **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC.

Delgado, A., (2014). **Geotecnologias como ferramenta para o controle externo de obras públicas: estado da arte e perspectivas futuras**. Cidade: Editora.

Embrapa, (1979). Súmula... - Portal Embrapa [online]. **A Embrapa - Portal Embrapa**. [Consultado em 1 de outubro de 2022]. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/327212/sumula

Falcão, E. C., (2013). **Análise de riscos à degradação ambiental utilizando avaliação multicritério espacial, no município de Boa Vista - PB. 2013** [online]. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/28007. [Consultado em 19 de junho de 2023].

Fernandes, R. T. V., Tinoco, V. N. V., Silva, C. A. D. d., *et al.*, (2021). **Geoprocessamento e Estudos Urbanos Auxiliados por QGIS** [online]. São Paulo: Livraria de Física. Disponível em: https://terraurbanizada.com/produtos/livros/livro-qgis/aulas/. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Ferraz, C. A. d. M., Vieira, R. R. T., Berberian, C. d. F. d. Q., Dias Filho, N. e Nóbrega, R. A. d. A., (2015). O uso de geotecnologias como uma nova ferramenta para o controle externo. **Revista do TCU** [online], **47**(133), 40–53. Disponível em: https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1304. [Consultado em 18 de junho de 2023].

Ferreira, A. R., Camacho, R. G. V. e Alcântara Neto, A. Q., (2012). Avaliação e diagnóstico ambiental dos resíduos sólidos gerados no município de Mossoró/RN. **Revista Geotemas** [online], **2**(2), 55–67. Disponível em: https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/376. [Consultado em 17 de junho de 2023].

IBGE, (2021). Mossoró (RN) | Cidades e Estados | IBGE [online]. **IBGE | Portal do IBGE | IBGE.** [Consultado em 20 de junho de 2023]. Disponível em: https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html.

Ker, J. C., (1997). Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos** [online], **5**(1), 17–40. Disponível em: doi: 10.18285/geonomos.v5i1.187. [Consultado em 1 de outubro de 2022].

Lopes, R. C. e Silva, R. N. F. (2020). Uso de lógica booleana na triagem de áreas aptas para a implantação de aterro sanitário no Município de Campina Verde, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** [online], **7**(16), 487–499. Disponível em: doi: 10.21438/rbgas(2020)071603. [Consultado em 20 de junho de 2023].

Morales, B. F., Costa, A. L. da, Nogueira, R. B. and Arraes, C. L. (2020) "Definição de alternativa locacional para implantação de aterro sanitário em Itacoatiara – AM pela integração de critérios restritivos e técnicas de geoprocessamento / Definition of locational alternative for landfill sitting in Itacoatiara - AM by integration of restrictive criteria and geoprocessing techniques", **Brazilian Journal of Development**, 6(12), pp. 99709–99729. doi: 10.34117/bjdv6n12-457.

Pinheiro, M. M. F., (2018). **Análise Multicritério Aplicada na definição de áreas para a implantação de aterro sanitário consorciado** [online]. Dissertação de mestrado, Universidade do Oeste Paulista. Disponível em: http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/handle/jspui/1173. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Poague, K. I. H. M., Silva, W. R., Rezende, V. M., Pereira, A. P. M. e Árabe, M. P., (2018). SIG na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: estudo de caso em Jundiaí SP. **Revista DAE** [online], **66**(213), 59–75. Disponível em: doi: 10.4322/dae.2018.032. [Consultado em 1 de outubro de 2022].

Saaty, T. L., (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research** [online], **48**(1), 9–26. Disponível em: doi: 10.1016/0377-2217(90)90057-i. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Samizava, T. M., Kaida, R. H., Imai, N. N. e Nunes, J. O. R., (2008). SIG aplicado à escolha de áreas potenciais para instalação de aterros sanitários no município de Presidente Prudente - SP. **Revista Brasileira de Cartografia** [online], **60**(1). Disponível em: doi: 10.14393/rbcv60n1-44882. [Consultado em 9 de setembro de 2022].

Schenini, P. C., (2004). Gestão de resíduos da construção civil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC 2004, 10–14 de outubro de 2004, Florianópolis, Brasil**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Silva, A. C. d., (2014). **Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais do nordeste brasileiro: o caso de Aracaju-SE e João Pessoa-PB** [online]. Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/5520. [Consultado em 1 de outubro de 2022].

SNSA, (2008). **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2** [online]. Belo Horizonte: ReCESA. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/projetooperacaoemonitoramentodeaterrossanitarios-nivel2.pdf. [Consultado em 1 de outubro de 2022].

Souza, B. I. d., (2008). **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação** [online]. reponame:Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFRGS. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/15275. [Consultado em 20 de maio de 2024].

ANÁLISE DE AVANÇO TEMPORAL DA MALHA URBANA SOBRE AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO/BA

D.M.F. da Silva, G.N. da Costa, V.N.V. Tinoco, R.T.V. Fernandes, F.N. da Silva Junior, A.M. de Sousa Junior e I. K. F. de Souza

RESUMO

Áreas de Preservação Permanente (APPs) protegem a biodiversidade, previnem a erosão do solo, controlam o assoreamento e combatem a poluição dos cursos d'água. Este estudo analisa a expansão urbana sobre as APPs em Simões Filho-BA, para orientar políticas de conservação ambiental. Mapeou-se a ocupação urbana e o desmatamento das APPs ao longo do tempo usando geoprocessamento por sensoriamento remoto com imagens do Google Earth e dados do IBGE. A análise inicial identificou as APPs, aprimorada pelo MapBiomas,, refina as delimitações com imagens do satélite SENTINEL para comparações temporais. O estudo compara a legislação federal com o Plano Diretor Municipal, destacando divergências regulatórias. Resultados mostram aumento da área não vegetada de 2,82% em 1985 para 10,55% em 2022, indicando intensa urbanização e redução da cobertura agrícola de 61,82% para 54,98%. Conclui-se que a urbanização e mudança de hábitos transformaram o uso do solo, prejudicando a biodiversidade e aumentando os riscos ambientais.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das áreas urbanas tem se mostrado um desafio recorrente para a gestão ambiental e territorial em diversas regiões do Brasil. A expansão das cidades muitas vezes ocorre de forma descontrolada, resultando na ocupação de áreas sensíveis, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), o que pode acarretar sérias consequências ambientais e socioeconômicas (Martins et al., 2019; Silva, 2020).

As APPs têm a finalidade de preservar a biodiversidade, controlar a erosão do solo, prevenir o assoreamento e reduzir a poluição dos corpos hídricos. Além disso, elas desempenham um papel crucial na facilitação da infiltração e drenagem das águas pluviais, auxiliando na recarga dos aquíferos e na mitigação de enxurradas, inundações e enchentes. A ocupação urbana em APPs resulta na perda de biodiversidade, aumento da erosão do solo, assoreamento de rios, poluição da água, redução da recarga de aquíferos e maior risco de enchentes e inundações.

O presente estudo procura analisar o avanço temporal da área urbana sobre as APPs no município de Simões Filho, localizado no estado da Bahia. Para tanto, será realizado um levantamento histórico da ocupação urbana no município, visando correlacioná-lo com os índices de desmatamento ao longo do tempo. Essa análise permitirá estabelecer uma ordem

cronológica do crescimento da área urbana sobre as áreas protegidas, contribuindo para a compreensão dos processos que culminaram nesse fenômeno (Almeida, 2018; Pereira, 2021).

A metodologia empregada para a realização desta análise será o geoprocessamento, com ênfase no sensoriamento remoto. Serão utilizadas imagens de satélite atuais e históricas disponibilizadas pelo satélite SENTINEL, aliadas às delimitações territoriais obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Por meio da análise integrada desses dados, busca-se não apenas documentar o avanço da área urbana sobre as APPs, mas também fornecer subsídios para o planejamento e gestão ambiental do município, visando a preservação dos recursos naturais e a promoção de um desenvolvimento urbano sustentável.

2 JUSTIFICATIVA

A identificação dos avanços da urbanização é crucial para garantir que a delimitação das APPs seja efetiva e equilibrada. Isso implica na análise das atividades humanas que podem causar danos à biodiversidade e aos recursos naturais na região da área estudada, ao mesmo tempo em que se busca soluções que conciliem as necessidades das comunidades locais com a proteção ambiental. Este estudo busca compreender o histórico da ocupação urbana em Simões Filho, Bahia, e seu impacto na diminuição das áreas de vegetação de preservação ao longo do tempo, visando à promoção de políticas de conservação ambiental eficazes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Traçar o perfil histórico da ocupação das áreas urbanas e correlacionar com o desmatamento com o passar do tempo.

3.2 Objetivos específicos

i. Analisar avanço da urbanização sobre as APPs através de imagens de satélite e dados temporais;
ii. Comparar o parâmetro da lei federal com a municipal (Lei nº 12.651/2012 x Plano diretor);

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Mostrada na figura 1, a cidade de Simões Filho, localizada no estado da Bahia, apresenta uma área territorial abrangente, totalizando aproximadamente 201,528 km², conforme dados do IBGE referentes a 2022. Com uma população estimada em 2021 de 137.117 habitantes, o município destaca-se como um importante centro urbano na região. Segundo informações disponibilizadas pelo IBGE, em 2019, a área urbanizada de Simões Filho compreendia cerca de 31,89 km². Neste mesmo ano, foi constatado que 64,6% dos domicílios contavam com

um sistema de esgotamento sanitário adequado, indicando um avanço significativo nas condições de saneamento básico na cidade.

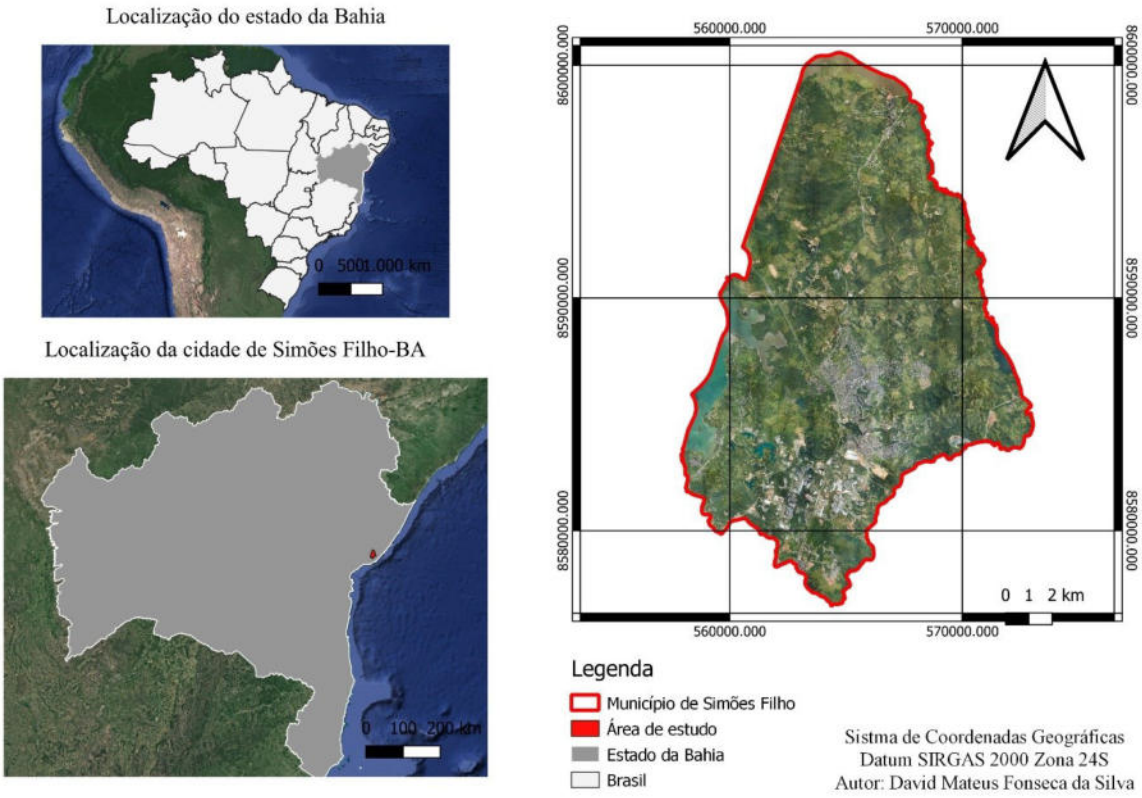


Fig. 1 Mapa de localização do município de Simões Filho BA.

4.2 Coleta de dados

A coleta de dados será realizada por meio de imagens de satélite atualizadas obtidas a partir do serviço de mapeamento do *Google Earth*, que serão processadas para gerar um ortomosaico de alta resolução. Para delimitar as áreas territoriais de estudo, serão utilizadas as malhas municipais disponibilizadas pelo IBGE. Além disso, informações detalhadas sobre o uso da terra e do solo serão obtidas, assim como dados hidrográficos fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA).

4.3 Análise de dados

A etapa seguinte envolverá a análise dos dados coletados com o objetivo de identificar as APPs na região de Simões Filho-BA. Para a obtenção desses dados, foi empregada a plataforma MapBiomas, que compreende informações abrangentes sobre a biodiversidade local. Esse recurso facilitará a identificação dos potenciais APPs, bem como de eventuais áreas de conflito.

4.4 Delimitação das áreas

A partir dos dados coletados, procederemos à análise das áreas de preservação, visando posteriormente realizar uma comparação temporal dessas regiões utilizando imagens do ortomosaico disponibilizado pela prefeitura de Simões Filho, mostrado na figura 2.

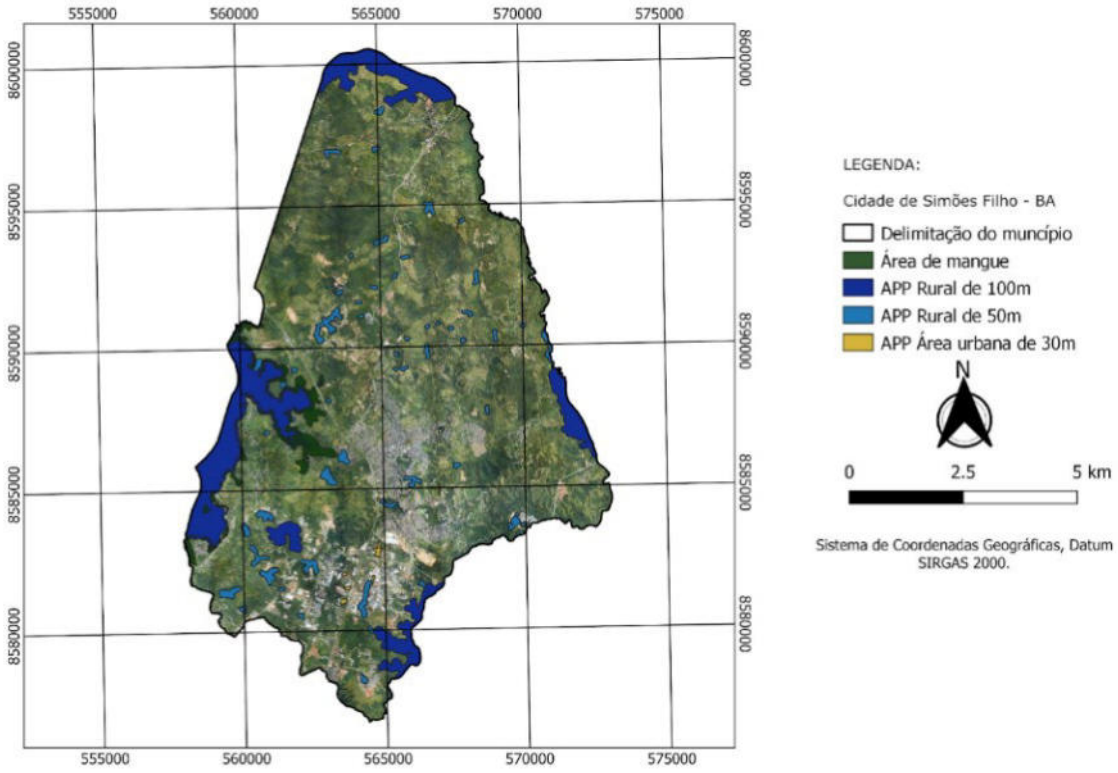


Fig. 2 Delimitação das apps por meio da Lei n°. 12.651/2012.

4.5 Monitoramento

Por fim, será implementado um monitoramento contínuo das APPs para avaliar a evolução da expansão urbana sobre essas áreas ao longo do tempo, por meio da análise de imagens de satélite com datas variadas.

4.6 Comparativo

Além disso, será conduzida uma comparação entre a legislação federal e o plano diretor da cidade de Simões Filho-BA, com o intuito de identificar eventuais disparidades e analisar os possíveis impactos decorrentes de cada uma dessas regulamentações. A tabela 1 mostra a comparação. Em resumo, o Plano Diretor de Simões Filho demonstra respeitar a preservação ambiental, se ajustando às diretrizes federais e, em alguns casos, ampliando as exigências para garantir maior proteção.

Tabela 1. Critérios para a classificação das cidades pesquisadas

Aspecto	Lei nº 12.651/2012	Plano Diretor de Simões Filho
Definição de APPs	Áreas protegidas ao longo dos rios, ao redor de nascentes, em encostas e topos de morro.	Segue a definição federal, aplicando as mesmas áreas de proteção.
Distância mínima para esgotos	200 metros das APPs.	250 metros das APPs.
Faixa marginal de proteção	30 metros para cursos d'água de menos de 10 metros de largura; 50 metros para cursos d'água de 10 a 50 metros de largura; 100 metros para cursos d'água de 50 a 200 metros de largura; 200 metros para cursos d'água de 200 a 600 metros de largura; 500 metros para cursos d'água de largura superior a 600 metros.	Adota as mesmas faixas marginais de proteção determinadas pela lei federal.
Preservação de vegetação nativa	Obrigatoriedade de preservar a vegetação nativa nas APPs.	Mantém a obrigatoriedade, podendo incluir programas locais de reflorestamento.
Uso sustentável	Permite o uso sustentável das APPs com restrições e licenciamento ambiental.	Permite uso sustentável, mas pode incluir regulamentações adicionais específicas do município.

5 RESULTADOS

A partir do estudo, na figura 3, é possível notar um aumento significativo da área não vegetada de 2,82% em 1985 para 10,55% em 2022, indicando um processo intenso de urbanização na região analisada. Esse crescimento da área não vegetada reflete a expansão das áreas urbanas e de infraestrutura, que se deram às custas da redução da cobertura agrícola, que passou de 61,82% em 1985 para 54,98% em 2022. Esse fenômeno destaca as transformações socioeconômicas e demográficas que a área tem experimentado nas últimas décadas, associadas a fatores como o aumento populacional, a migração para centros urbanos e o desenvolvimento de projetos de infraestrutura e habitação.

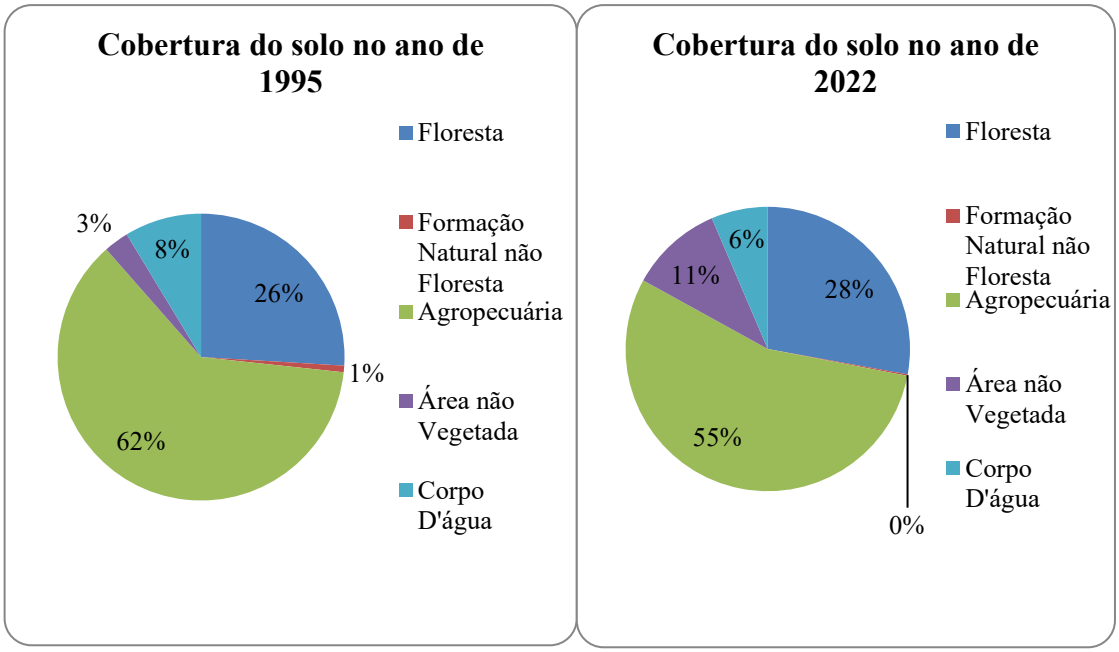


Fig. 3 Gráfico com cobertura do solo nos anos de 1995 e 2022 obtido pelo MapBiomas.

Através do cálculo de NDVI, que é uma medida empregada para avaliar o estado da vegetação, utilizando a reflexão da luz nas bandas vermelha e infravermelha próxima. Valores elevados sugerem vegetação vigorosa e densa, enquanto valores mais baixos podem indicar vegetação escassa ou sob estresse.

Conforme os resultados obtidos, apresentados nas Figuras 4 e 5, é evidente a diferença entre os anos de 2017 e 2024, respectivamente. Observou-se que o município de Simões Filho, na Bahia, passou por uma grande transformação ao longo desse período. No mapa de 2024, notou-se um aumento significativo na intensidade da cor vermelha, indicando um crescimento nas áreas de vegetação morta. Este fenômeno pode ser atribuído a diversos fatores, como a expansão urbana, atividades agrícolas intensivas, pecuária e práticas de extrativismo vegetal, especialmente nas proximidades do leito do rio que atravessa a região.

Além disso, houve um aumento das áreas com manchas laranja e amarelas ao redor das margens do rio, onde existe a presença de APP do tipo mangue, sugerindo um avanço de vegetação doente e solos expostos, respectivamente. Por outro lado, o mapa de 2024 também revela um crescimento nas áreas com tons verdes claros e escuros, sinalizando regiões onde a vegetação é moderadamente sadia e densa e saudável, respectivamente.

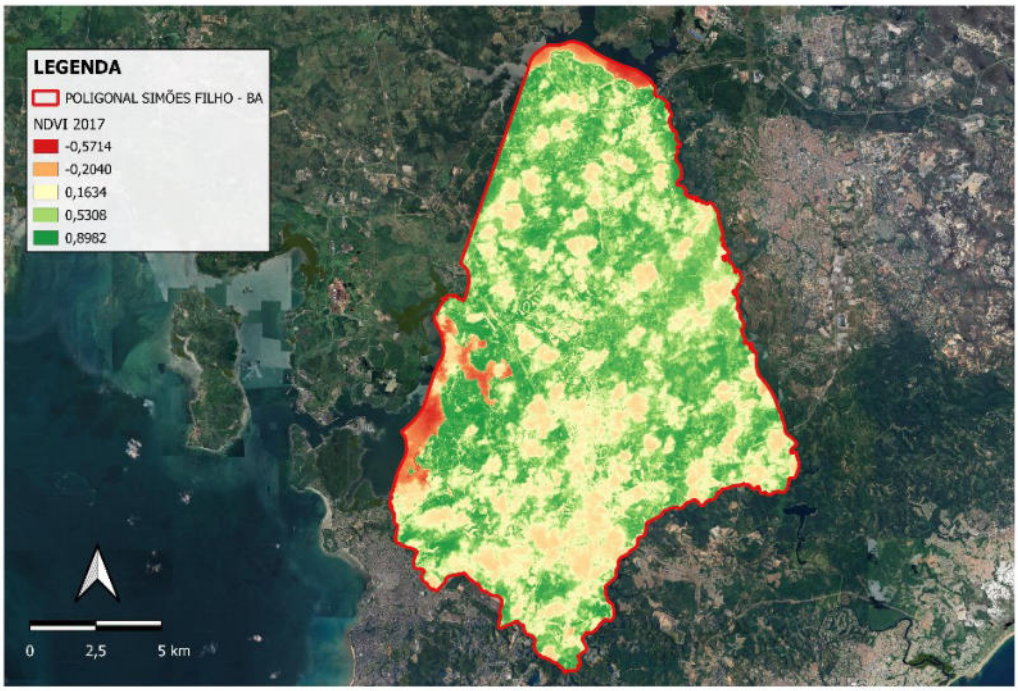


Fig. 4 Índice de vegetação ano base de 2017.

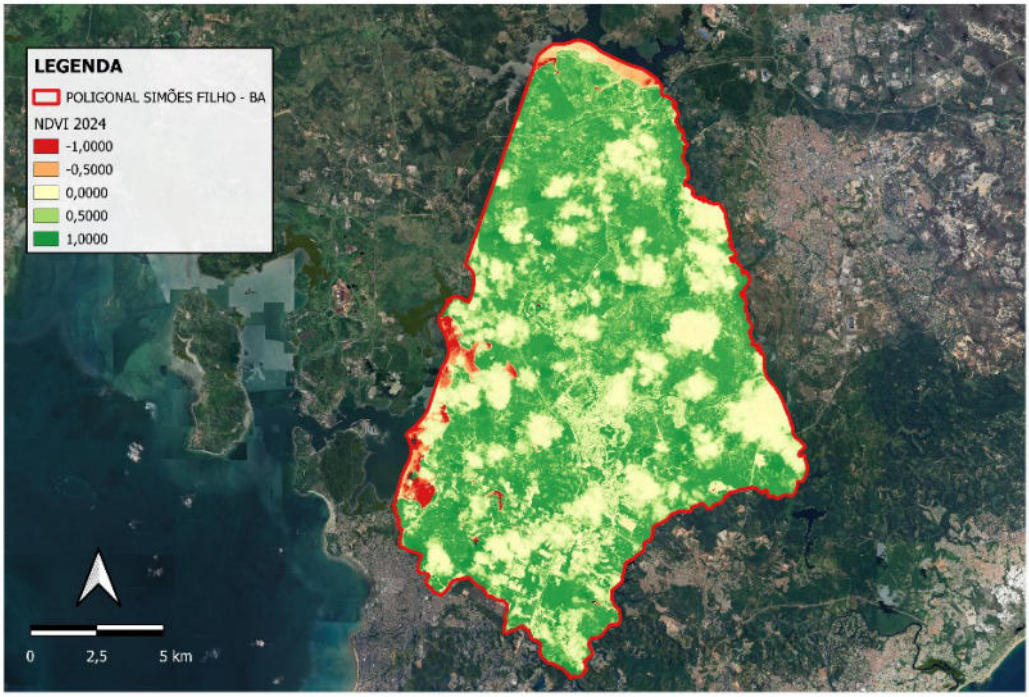


Fig. 5 Índice de vegetação ano base de 2024.

6 CONCLUSÃO

A parir da aplicação da metodologia, foi possível identificar as mudanças ao longo dos últimos anos sobre o solo do município de Simões Filho. A urbanização e mudança de hábitos transformaram o uso do solo, evidenciado pelo aumento significativo da área não

vegetada e pela redução da cobertura agrícola ao longo das últimas décadas. Essas transformações são reflexo das mudanças sociais na cidade, como o crescimento populacional, a migração para áreas urbanas e o desenvolvimento de infraestrutura e habitação.

Os valores do cálculo do NDVI também revelam mudanças substanciais na vegetação ao longo do tempo. O aumento nas áreas de vegetação morta, juntamente com a expansão das áreas com vegetação doente e solos expostos, sugere pressões significativas sobre o meio ambiente, possivelmente devido à urbanização descontrolada, práticas agrícolas intensivas e atividades extrativistas.

Pode-se concluir que o plano diretor está em conformidade com a Lei n°. 12.651/2012 e, em alguns aspectos, é ainda mais conservador, visando a proteção ambiental. É necessário estudar detalhadamente a aplicação e o cumprimento dessa lei. Os resultados deste trabalho só ressaltam a importância de estudar e identificar as mudanças ambientais causadas pelo desenvolvimento das cidades, a fim de amenizar os impactos da ocupação urbana.

Com as informações reveladas pelo estudo, é fundamental que os formuladores de políticas públicas considerem a revisão e fortalecimento do plano diretor municipal, garantindo que ele incorpore mudanças ambientais e urbanas para promover um desenvolvimento sustentável. Além disso, é crucial desenvolver programas estaduais e municipais que incentivem práticas agrícolas sustentáveis, ajudando a reduzir a pressão sobre as áreas de vegetação nativa. Estabelecer um sistema contínuo de monitoramento ambiental também é essencial, permitindo acompanhar as mudanças na cobertura do solo e vegetação, o que facilitará a tomada de decisões informadas e eficazes.

7 REFERÊNCIAS

Brasil, (2012). Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa** [online]. Brasília, DF: Planalto. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm#:~:text=Esta%20Lei%20estabelece%20normas%20gerais,n%C2%BA%20571%2C%20de%202012. [Consultado em: 14 fev. 2023].

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA), (2003). **Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis como de interesse social para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação, na Zona Costeira** [online]. Resolução CONAMA Nº 341, de 25 de setembro de 2003. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=372. [Consultado em: 14 fev. 2023].

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2006). **Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP** [online]. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=480. [Consultado em: 14 fev. 2023].

Castro, S.L.I., May, L.R., e Garcias, C.M., (2018). Meio ambiente e cidades-áreas de preservação permanente (APPs) marginais urbanas na Lei Federal n. 12.651/12. **Ciência Florestal**, 28, pp. 1340-1349.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE [online]. **Bahia | Simões Filho Panorama - IBGE Cidades**. [Consultado em: 14 fev. 2023]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/simoes-filho/panorama.

Leis Municipais. **Lei Ordinária 724 2006 de Simões Filho BA - Leis Municipais** [online]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/ba/s/simoes-filho/lei-ordinaria/2006/73/724/lei-ordinaria-n-724-2006-dispoe-sobre-a-politica-urbana-do-municipio-institui-o-plano-diretor-participativo-municipal-da-cidade-de-simoes-filho-e-da-outras-providencias. [Consultado em: 14 fev. 2023].

Leis Municipais. **Lei Ordinária 940 2014 de Simões Filho BA - Leis Municipais** [online]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/ba/s/simoes-filho/lei-ordinaria/2014/94/940/lei-ordinaria-n-940-2014-institui-o-codigo-municipal-de-meio-ambiente-dispoe-sobre-o-sistema-municipal-de-meio-ambiente-de-simoes-filho-sismuma-e-da-outras-providencias. [Consultado em: 27 mar. 2023].

MapBiomas. 2023. **MapBiomas Brasil** [online]. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura. [Consultado em: 27 mar. 2023].

Oliveira, T.G. de e Francisco, C.N., 2018. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e as Mudanças no Código Florestal. **Caderno de Geografia** [online], **28**(53), pp. 574. Disponível em: https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2018v28n53p574. [Consultado em: 20 jul. 2024].

ESGOTO A CÉU ABERTO: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS, ESTUDO DE CASO NO CONJUNTO HABITACIONAL FELIPE CAMARÃO NA CIDADE DE NATAL/RN

L. C. S. Freitas, V. S. Rodrigues, V. N. V. Tinoco, R. T. V. Fernandes e A. M. de Sousa Junior

RESUMO

O esgoto a céu aberto representa grandes riscos à saúde da população. Por essa razão, é importante analisar o saneamento básico para compreender os efeitos causados pela falta de tratamento de resíduos. Assim, a pesquisa objetivou investigar impactos do destino do esgoto a céu aberto no Conjunto Habitacional Felipe Camarão. Desta forma, a metodologia consistiu na aplicação de um questionário aos moradores do conjunto e a realização de um estudo topográfico, utilizando dados de altitude da região fornecidos pelo TOPODATA. A partir disso, foram gerados mapas utilizando os softwares QGIS e SAGA GIS. Os resultados evidenciaram que o esgoto a céu aberto está sendo despejado no rio Potengi, com prováveis consequências para a saúde pública e comprometimento as condições básicas dos moradores. Conclui-se que a aplicação de geoprocessamento, aliada à pesquisa de campo, foi suficiente para mapear o destino dos efluentes urbanos destinados erroneamente e mensurar seus impactos.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico trata-se de um conjunto de medidas destinadas a proteger ou modificar as condições ambientais, melhorando a qualidade de vida da população, prevenindo doenças, promovendo a saúde, aumentando a produtividade individual e promovendo a atividade econômica (Instituto Trata Brasil, 2012).

No Brasil, a população mais afetada pela falta de acesso a serviços básicos é a de baixa renda, que se concentra em favelas, subúrbios e áreas rurais. A ausência de serviços de saneamento eficientes pode gerar graves problemas de saúde afetando a qualidade de vida dessas pessoas. Além disso, a falta de investimentos nesse setor pode trazer impactos negativos para o sistema econômico, uma vez que o custo para prevenir a propagação de doenças em decorrência do saneamento precário é alto (Santos *et al.*, 2018). No Brasil, a lei n°

11.445/2007 garante de forma constitucional o saneamento básico para as pessoas, entretanto, apenas 51,2% do esgoto gerado no Brasil é tratado e, no Nordeste, terceira maior região do país, o índice de atendimento de esgoto é de 30,2% (SNIS, 2021).

O Conjunto Felipe Camarão, localizado no município de Natal no Rio Grande do Norte, onde a maioria da população é modesta e com baixo grau de instrução. Esse fator é reflexo direto do tratamento dispensado à comunidade e de como essas áreas ficaram isoladas devido ao descaso com instituições públicas, um exemplo disso são os esgotos, bacias hidrográficas, pocilgas e monturos de lixo, competindo por espaço com lixões e comprometendo a balneabilidade dos à água (Bezerril, 2006). Diante dessa realidade, este trabalho tem como objetivo analisar a problemática do esgoto a céu aberto, bem como seu destino.

2 OBJETIVO GERAL

Investigar sobre o destino do esgoto a céu aberto e seus malefícios para a população e meio ambiente presente no Conjunto Habitacional Felipe Camarão, localizado na cidade de Natal - RN, através de uma análise espacial a partir de dados de altitude fornecidos pelo TOPODATA, um banco de dados geomorfométricos do Brasil.

3 METODOLOGIA

Nessa seção será apresentada a metodologia adotada para a realização deste estudo. Inicialmente, será realizada uma caracterização da área de estudo, destacando suas principais características e relevância para a pesquisa. Em seguida, a justificativa para a escolha dessa área específica, evidenciando os motivos que a tornam um local propício para a investigação. Por fim, serão detalhados os procedimentos metodológicos utilizados na coleta e análise dos dados empregando os softwares QGIS e SAGA GIS e dados altimétricos do TOPODATA, onde foram conduzidos estudos na região de Natal.

3.1 Caracterização da área de estudo

Com base nos dados do censo de 2022, constatou-se que a cidade de Natal, localizada no estado do Rio Grande do Norte, no nordeste do Brasil (Figura 01), possui uma população de 751.300 habitantes. Esse número reflete uma diminuição de 0,56% em comparação ao último censo realizado em 2010. No contexto do estado do Rio Grande do Norte, a população total é de 3.302.406 habitantes, o que coloca Natal como a cidade mais populosa do estado e a oitava mais populosa da região Nordeste (IBGE, 2023).

O estudo de caso do presente trabalho foi realizado na cidade de Natal, no conjunto habitacional Felipe Camarão localizado no bairro de mesmo nome. É um bairro localizado no distrito administrativo oeste da cidade e possui uma extensão territorial de 6.544 m² (Gomes, 2022).

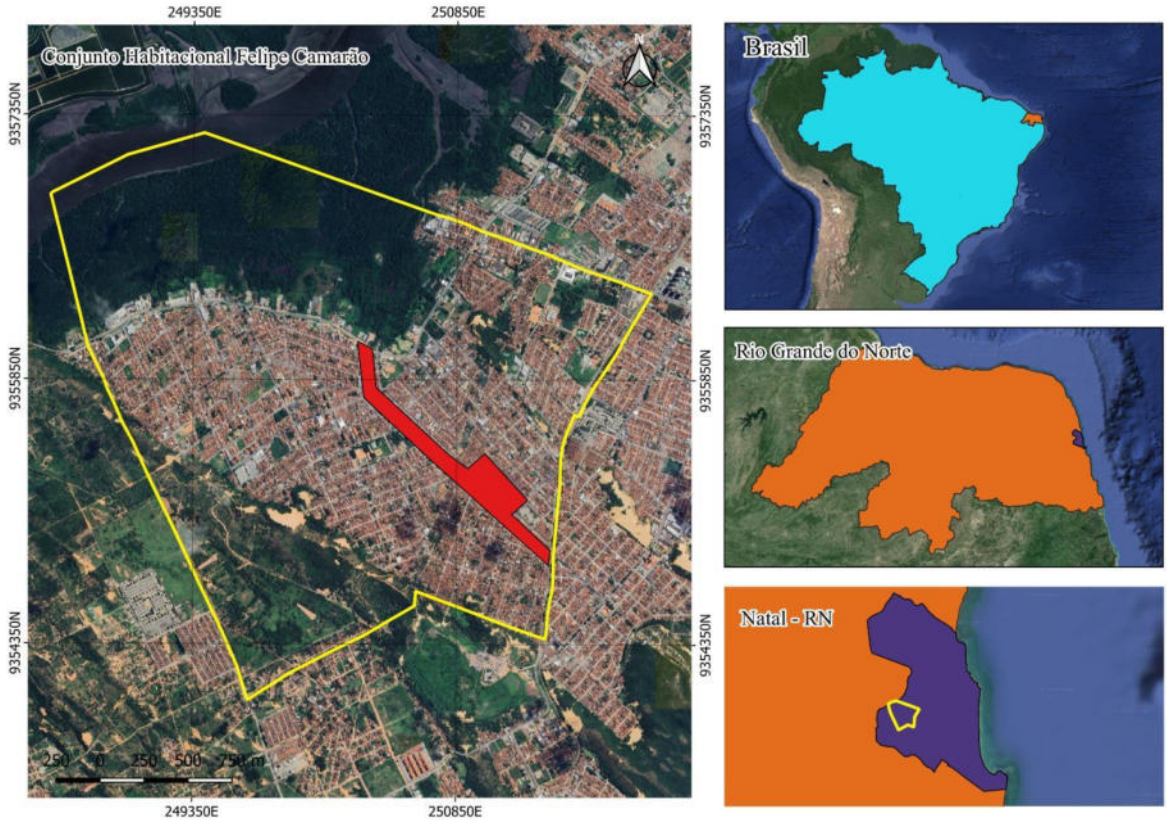


Fig. 1 Localização do Conjunto Habitacional Felipe Camarão

3.2 Justificação para a área de estudo

O Núcleo de pesquisa e extensão Acesso à Terra Urbanizada estava conduzindo um processo de regularização fundiária no Conjunto Habitacional Felipe Camarão, desta forma, tornou-se necessário realizar uma análise topográfica detalhada (Figura 02).

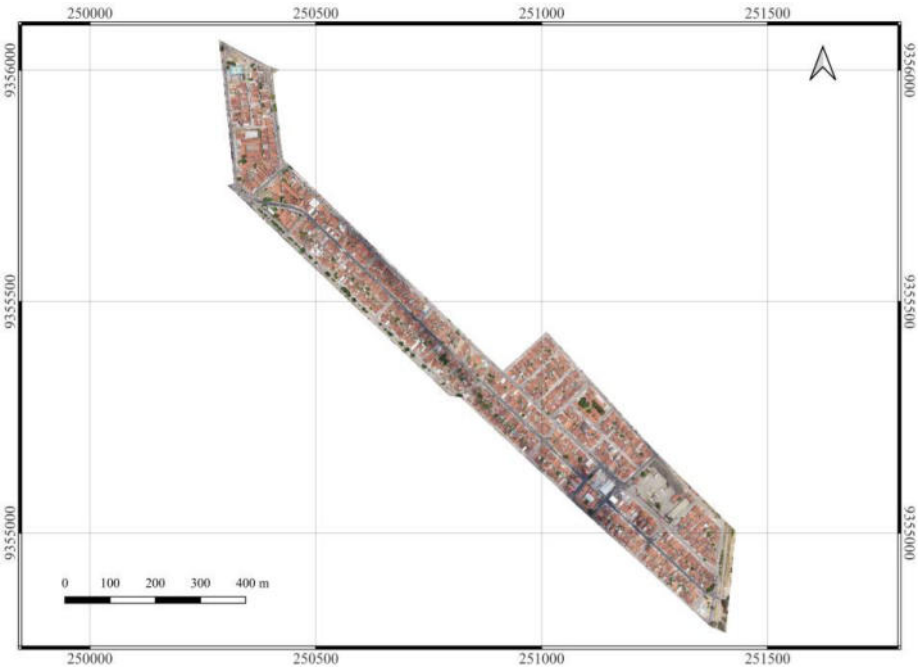


Fig. 2 Ortomosaico do Conjunto Habitacional Felipe Camarão

Durante a análise topográfica em campo, chamou-se a atenção para a problemática da destinação dos efluentes e esgoto na região. A partir disso, foi possível observar diretamente as condições do terreno e identificar áreas propensas a acumulação, bem como a disposição e fluxo dos esgotos.

Essa análise destacou a existência de práticas inadequadas de destinação de efluentes, evidenciando a necessidade de ações corretivas e a implementação de soluções para o saneamento básico na área.

3.3 Procedimentos metodológicos

A metodologia apresentada neste trabalho consiste em um estudo de caso sobre saneamento básico em um conjunto habitacional específico, com objetivo de identificar e coletar informações sobre esgoto sanitário na área do bairro Felipe Camarão. Para isso, algumas etapas foram definidas e serão descritas a seguir:

Foram coletados dados do Instituto Trata Brasil e do Conheça meu Bairro, os quais foram analisados juntamente com informações complementares obtidas através da Lei Municipal nº. 6.880 que estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Natal, e dá outras providências. Depois disso, realizou-se um estudo de campo com aplicação de um questionário no aplicativo REURB TEC, buscando identificar os problemas de infraestrutura enfrentados naquele conjunto habitacional. O questionário continha questões sobre o tipo de serviço de esgoto encontrado em suas residências. Além disso, aborda também as necessidades da comunidade em relação à falta de segurança pública, creches, saneamento básico, iluminação, CRAS, coleta de lixo, entre outras opções. Esses dados serão apresentados como uma porcentagem das respostas obtidas.

Posteriormente foi realizado um estudo topográfico no bairro de Felipe Camarão usando dados de altitude da região de Natal fornecidos pelo TOPODATA. Esses dados foram processados e analisados usando dois softwares de sistema de informação geográfica (GIS), QGIS e SAGA GIS. Os dados de elevação foram importados para o software QGIS, onde foram editados e analisados para gerar informações georreferenciadas. Inicialmente, essas informações foram aplicadas apenas para o conjunto habitacional da antiga Cohab em Felipe Camarão, mas posteriormente a análise foi ampliada para incluir áreas vizinhas, permitindo a visualização e análise de dados relacionados à localização geográfica ampliada. Esses mapas georreferenciados foram importados para o SAGA GIS, onde foi calculado o fluxo de água na área para analisar as características do escoamento superficial e subterrâneo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Natal é a décima sexta capital brasileira que mais recebe investimentos em saneamento básico, de acordo com o ranking de saneamento básico de 2023 divulgado pelo Instituto Trata Brasil. O ranking apresenta as variações médias dos investimentos entre 2017 e 2021, com valores atualizados até junho de 2021. Em 2018, foi o ano de maior destaque para Natal, com 366,25 milhões de reais para o investimento em saneamento básico. Em 2019, houve

uma queda que continuou até 2020, chegando a 90,45 milhões de reais (Instituto Trata Brasil, 2023).

No entanto, em 2021, os investimentos voltaram a subir e, até junho, totalizaram 123,99 milhões de reais. Ainda assim, Natal se encontra entre os 20 piores municípios brasileiros no ranking de saneamento básico de 2023 do Instituto Trata Brasil, que leva em consideração indicadores como coleta e tratamento de esgotos, atendimento de água, investimentos e índice de perdas (Instituto Trata Brasil, 2023).

O saneamento básico é fundamental para o desenvolvimento econômico e social e sendo considerado essencial para que haja condições mínimas para o desenvolvimento social, incluindo serviços e infraestrutura de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem e manejo de águas pluviais (Gonçalves *et al.*, 2019). Desta forma, é preciso promover mudanças no sistema de saneamento básico de Natal para garantir as condições necessárias para o crescimento social. Por exemplo, as estatísticas do Conheça melhor seu Bairro, de 2010, revelaram que apenas 6,93% das residências na área de Felipe Camarão tinham banheiro ou vaso sanitário ligado à rede geral de esgoto ou pluvial. Foram produzidos 2.530 m^3 de esgoto em média mensal, sendo que a maioria das residências (86,16%) possuía esgoto a céu aberto no bairro (Natal, 2012).

A Lei nº. 6.880, de 27 de março de 2019, é a legislação que rege questões sanitárias fundamentais na cidade de Natal. De acordo com o Capítulo 1, Seção 2, Artigo 4º dessa lei, se uma pessoa ou empresa instala um sistema de tratamento de água ou esgoto em seu próprio terreno e não precisa de ajuda externa para operar o sistema, essa ação não é vista como prestação de serviço público (Brasil, 2019).

Entretanto, de acordo com o Capítulo 3, artigo 29 parágrafo único da mesma lei, é de responsabilidade do usuário construir, instalar e manter um sistema individual para tratamento e disposição final de esgoto em locais que não tenham rede pública de esgoto, em conformidade com as leis aplicáveis e portarias locais. Sempre que possível, o usuário deve incentivar o reuso da água tratada (Brasil, 2019).

Isso se torna relevante quando consideramos a uma pesquisa *in loco* com 445 moradores participantes do bairro Felipe Camarão revelou que as condições de saneamento básico apenas 4% das residências possuem rede de esgoto enquanto 28% possuem tanque séptico e sumidouro, 28% possuem fossa negra, 18% despejam o esgoto a céu aberto e 24% não informaram a forma como descartam seus resíduos. É importante ressaltar que, de acordo com a pesquisa, não foi identificado nenhum caso em que o esgoto seja diretamente despejado no rio. (Figura 3). Esses dados evidenciam que uma parcela significativa da população local não possui um sistema adequado de tratamento e descarte de resíduos, o que pode impactar negativamente a qualidade das águas da região.

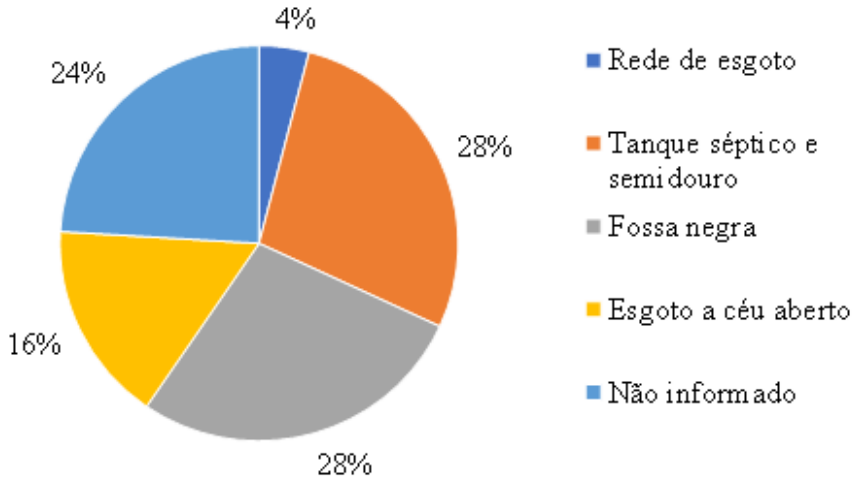


Fig. 3 Tipos de serviços de esgotamento utilizado no conjunto habitacional

Esses resultados estão relacionados com a necessidade de saneamento básico mencionada por 20% dos participantes da pesquisa (Figura 4).

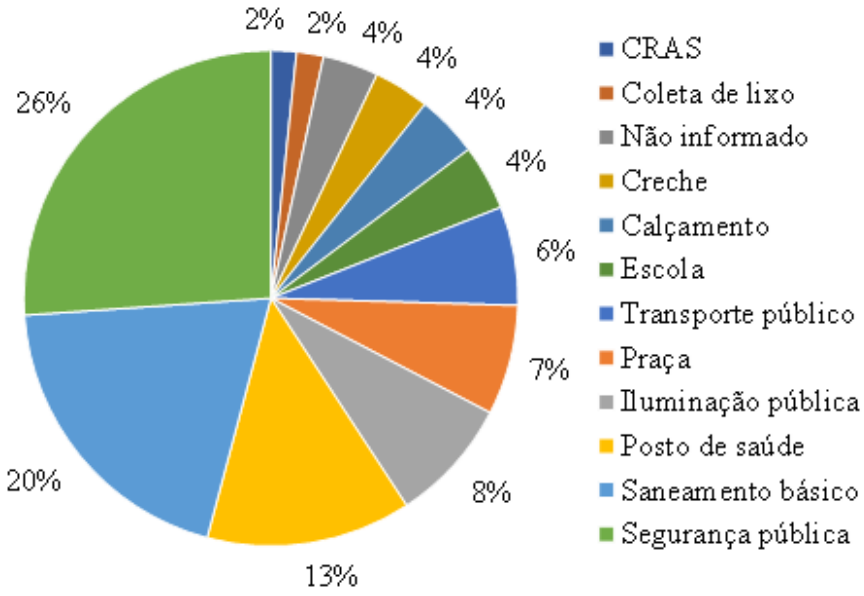


Fig. 4 Necessidades do bairro Felipe Camarão

4.1 Percurso da água

Acompanhando o fluxo da água pela superfície terrestre, resultado da análise dos dados do TOPODATA processados no SAGA GIS, foi possível localizar áreas de maior acumulação, em que a água tende a se acumular e fluir com mais intensidade. Ao analisar o percurso da água na região do Conjunto Habitacional Felipe Camarão (Figura 5), utilizando um gradiente de cores para representar o fluxo de água, podemos observar uma variação de tons que indica as diferentes áreas do conjunto em relação à destinação hídrica. As áreas mais escuras correspondem aos locais de maior fluxo de água, onde a topografia favorece a acumulação

e o escoamento, enquanto as áreas mais claras indicam menor fluxo de água, associadas a terrenos mais planos ou menos propensos à acumulação.

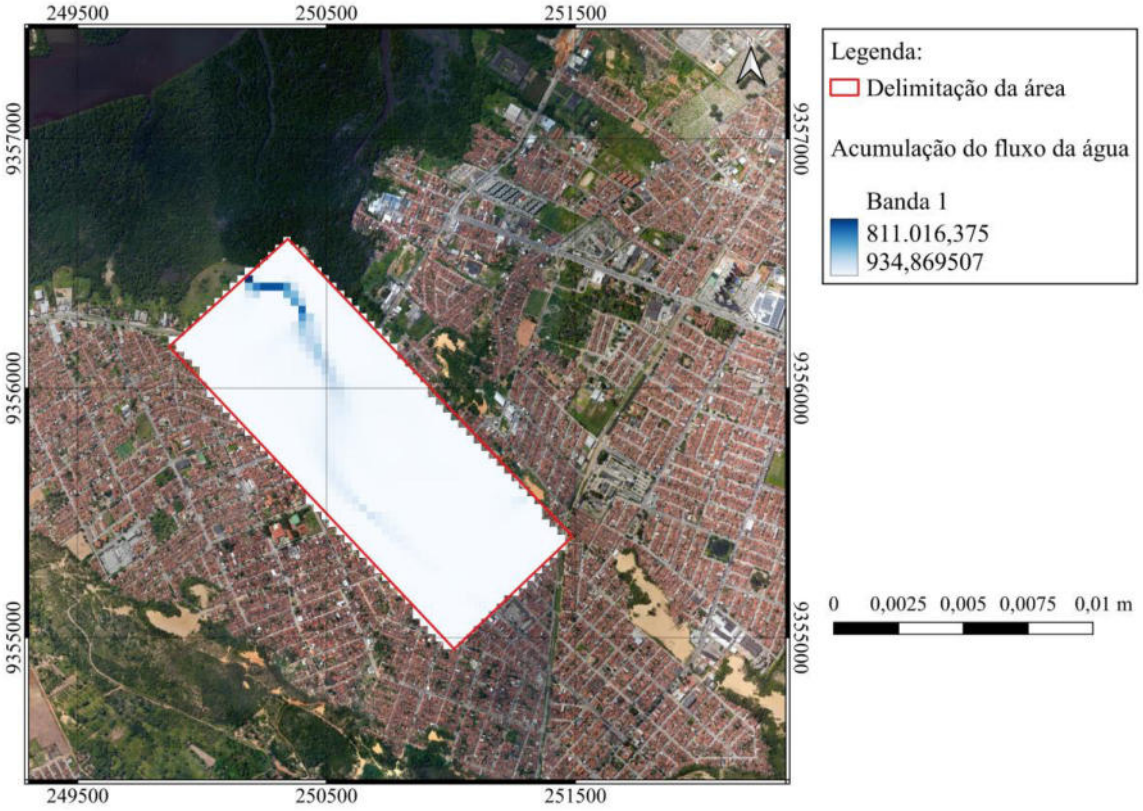


Fig. 5 Percurso da água no Conjunto Habitacional Felipe Camarão

As áreas mais escuras correspondem aos locais de maior fluxo de água, ou seja, indicam uma maior quantidade de células (pixels) contribuindo para o acúmulo. Nesse caso específico, mais de 800.000 células drenaram água no ponto azul mais escuro. Cada célula é comparada a uma bacia d'água, e a água contida em uma bacia derrama na bacia seguinte, ou seja, a água é acumulada e passa de uma célula para outra.

As áreas mais claras indicam menor fluxo de água, associadas a terrenos mais planos ou menos propensos à acumulação. As células são consideradas apenas como unidades discretas que representam uma contribuição para o acúmulo de água, sem uma medida específica atribuída a cada uma delas.

Essa mesma análise foi realizada em uma área maior (Figura 6), abrangendo os arredores do conjunto, o que permitiu comprovar que o percurso da água segue em direção ao rio Potengi. Como consequência, o esgoto a céu aberto encontrado na região também segue em direção ao rio Potengi (Figura 7).

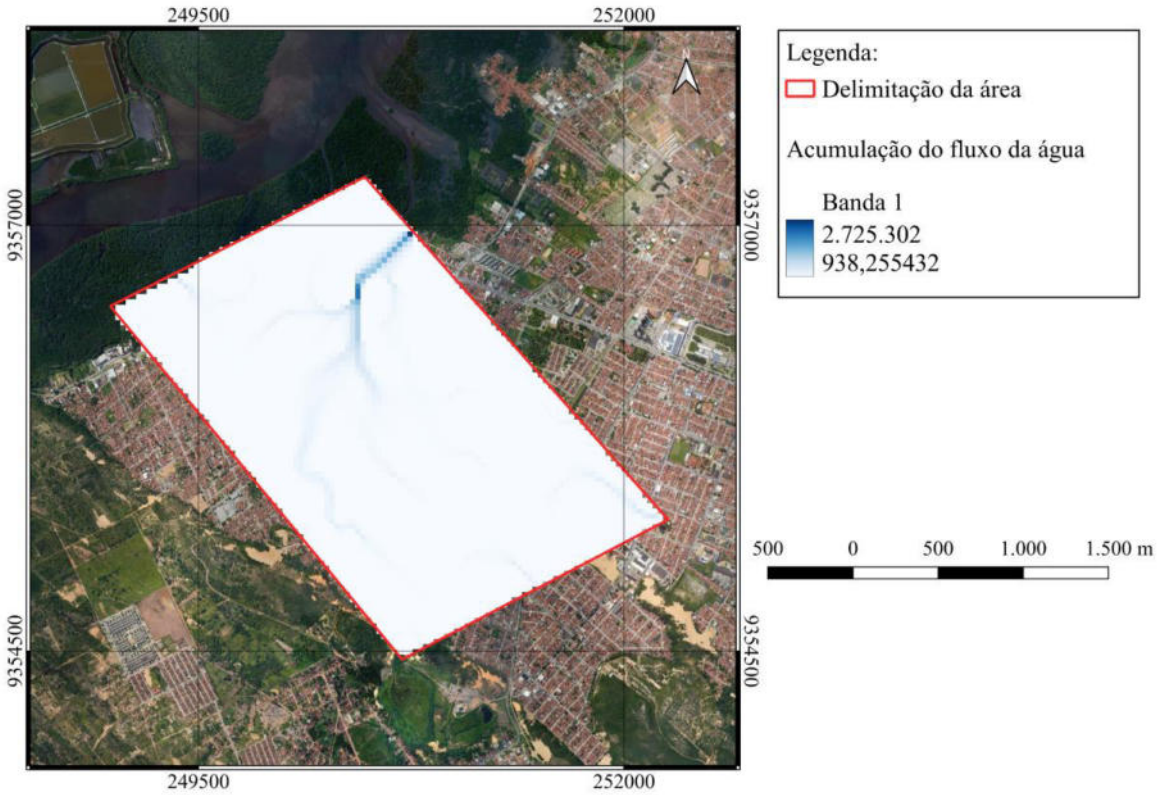


Fig. 6 Percurso da água no Conjunto Habitacional Felipe Camarão e arredores.



Fig. 7 Localização do Rio Potengi

4.2 Saneamento básico e meio ambiente

A falta de serviços básicos de saneamento está intimamente ligada a problemas de saúde pública e danos ambientais. A falta de acesso ao saneamento básico e a precariedade dos serviços aumentam significativamente a incidência de infecções gastrointestinais de origem infecciosa presumida. Além disso, a falta de saneamento é a principal causa da degradação ambiental nas bacias hidrográficas brasileiras, principalmente nas regiões onde estão localizadas as grandes cidades (Garcia e Ferreira, 2017).

Um exemplo claro disso pode ser visto no município de Natal, onde o esgoto do bairro Felipe Camarão é despejado diretamente no rio Potengi devido à falta de infraestrutura adequada. Esse despejo de esgoto, sem tratamento prévio, resulta em altas taxas de internações por diarreia, indicando o impacto negativo direto na saúde pública da região. O cenário se agrava consideravelmente quando comparado com outras localidades no país, colocando Natal em uma posição desfavorável no ranking de internações por diarreia, com um registro de 0,2 internações por mil habitantes em 2016. Essa posição desfavorável de Natal em relação a outros municípios do país, 5570º lugar, e do estado, 167º lugar, e mesmo em sua região geográfica imediata, 24º lugar (IBGE, 2016), demonstram uma relação preocupante entre o despejo de esgoto sem tratamento adequado e a saúde da população.

Além dos efeitos na saúde, o lançamento de esgoto sem tratamento no rio também contribui para o processo de eutrofização. A eutrofização, no contexto da poluição do meio aquático, afeta principalmente os lagos devido à sua baixa circulação de água, o que favorece a proliferação descontrolada de algas, cianobactérias e bactérias aeróbicas. Essa proliferação é impulsionada pelo acúmulo excessivo de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, resultante do lançamento de esgotos domésticos (Surlo *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

Diante das informações fornecidas nesta pesquisa, é possível evidenciar a falta de infraestrutura de saneamento básico no conjunto habitacional Felipe Camarão. Além disso, o esgoto a céu aberto está sendo despejado no rio Potengi, podendo causar graves consequências para a saúde da população, e com provável comprometimento ao acesso a condições básicas de higiene, saúde e qualidade de vida.

Este estudo demonstra que a integração do geoprocessamento com a pesquisa de campo foi eficaz para identificar a distribuição inadequada dos efluentes urbanos e avaliar suas consequências ambientais. Recomenda-se que pesquisas complementares sejam realizadas, visando avaliar a ausência de saneamento básico e como isso implica nos direitos e nas condições de vida dos habitantes de forma mais aprofundada.

6 REFERÊNCIAS

Bezerril, S. M. d. L., (2006). **Caracterização sócio-ambiental do bairro de Felipe Camarão- Natal/ RN**. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [Consultado em 30 de abril de 2023]. Disponível em: http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/18263.

Brasil. Rio Grande do Norte. Câmara Municipal do Natal, (2019). **Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Natal, e dá outras providências**. Lei ordinária n.º 6.880 [online], 27 de março. [Consultado em 11 de abril de 2023]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/rn/n/natal/lei-ordinaria/2019/688/6880/lei-ordinaria-n-6880-2019-estabelece-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-de-natal-e-da-outras-providencias.

Garcia, M. S. D e Ferreira, M. d. P., (2017). Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. ***Dignidade Re-Vista*** [online]. **2**(3), 12. [Consultado em 26 de junho de 2023]. Disponível em: https://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393.

Gomes, A. L. d. L., (2022). **Seu feminismo cola na favela? A incidência do pensamento feminista no cotidiano de mulheres das classes trabalhadoras no bairro de Felipe Camarão, Natal RN**. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [Consultado em 27 de fevereiro de 2023]. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/47567.

Gonçalves, D. A., (2019). **Análise das condições do saneamento básico no bairro valter garcia na cidade de Vargem Alegre-MG**. Tese, Faculdade Doctum de Caratinga. [Consultado em 23 de fevereiro de 2023]. Disponível em: https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/3480.

IBGE, (2023). Censo 2022 | **IBGE [online]. IBGE | Portal do IBGE | IBGE**. [Consultado em 30 de julho de 2023]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=resultado.

IBGE, (2016). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [em linha].** [Consultado em 3 de julho de 2023]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/natal/panorama.

Instituto Trata Brasil, (2012). Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica [online]. **Instituto Trata Brasil**. [Consultado em 29 de março de 2023]. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/manual-imprensa.pdf.

Instituto Trata Brasil, (2023). Ranking do saneamento do instituto trata Brasil de 2023 (snis 2021) [online]. **Instituto Trata Brasil**. [Consultado em 29 de março de 2023]. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/03/Versao-Final-do-Relatorio_Ranking-do-Saneamento-de-2023-2023.03.10.pdf.

Natal, (2012). **Conheça melhor seu bairro Felipe Camarão** [online]. [Consultado em 29 de março de 2023]. Disponível em: https://natal.rn.gov.br/storage/app/media/sempla/Felipe_Camarao.pdf.

Santos, F. F. S. d., Filho, J. D., Machado, C. T., Vasconcelos, J. F. e Feitosa, F. R. S., (2018). O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente** [online]. **4**(1), 11. [Consultado em 3 de maio de 2023]. Disponível em: https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/127.

SNIS, (2021). Painel de informações sobre saneamento [online]. **Ministério das Cidades**. [Consultado em 20 de fevereiro de 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis.

Surlo, M. B. e Lima, G. B., (2017). Avaliação de eutrofização no rio são josé para fins de abastecimento de água. **UNESC em Revista** [online]. **4**(1), 10. [Consultado em 3 de maio de 2023]. Disponível em: http://revista.unesc.br/ojs/index.php/revistaunesc/article/view/19.

PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA E DISPARIDADES SOCIAIS EM CIDADES LITORÂNEAS: UM ESTUDO DE CASO EM TIBAU, RN, BRASIL

R. T. V. Fernandes, B. D. A. de Oliveira, V. N. V. Tinoco, A. M. de Sousa Junior, R. T. V. Fernandes

RESUMO

Objetivou-se avaliar o padrão de expansão urbana em Tibau-RN, Brasil, mediante identificação de áreas de crescimento e suas características socioeconômicas associadas. Para tanto, foram utilizadas imagens orbitais captadas pelos satélites *Landsat 7 e 8*, para os anos de 2013, 2018 e 2023, com resolução espacial de 30 m. As imagens foram processadas pelo software QGIS 3.22. Paralelamente, realizou-se visitas em campo para complementar a análise. A área urbanizada de Tibau aumentou significativamente durante o período estudado. O maior crescimento ocorreu no interior do município, distante da praia, onde predominam moradias populares habitadas por moradores locais e turistas de cidades vizinhas. Já a região próxima à praia foi dominada por condomínios luxuosos e residências de alto padrão, destacando as disparidades na distribuição espacial da população. Depreende-se a imprescindibilidade de uma gestão urbana capaz de coordenar o crescimento físico das cidades litorâneas, bem como que seja capaz de considerar os fatores socioambientais.

1 INTRODUÇÃO

A expansão urbana em áreas litorâneas é um processo comum em regiões do sul global, especialmente pelo apelo paisagístico e turístico associado a essas regiões (Rocha, 2021). Nesse aspecto, a região Nordeste do Brasil ilustra bem essa tendência, uma vez que possui um litoral inserido totalmente na zona de clima tropical, apresentando temperaturas quentes durante o ano inteiro. Esse fator, associado às belezas naturais da região, atrai milhares de turistas e novos moradores todos os anos (Dos Santos, 2023).

Sob essa ótica, a vilegiatura e o turismo de sol e mar são os principais fenômenos associados à expansão urbana no litoral nordestino do Brasil. Vilegiatura, ou segunda residência, consiste no estabelecimento de estadia, por lazer, de forma sazonal, em lugares que apresentam amenidades naturais ou artificialidades. Turismo de sol e mar, por sua vez, compreende o grupo das atividades turísticas associadas à recreação em praias, manguezais, dunas, falésias e outros da zona costeira (Gusmão *et al*., 2022).

Contudo, os fenômenos supracitados propiciam a criação de demandas antes não existentes, como a construção e/ou ampliação de aeroportos e vias de acesso, o aumento de investimentos no setor hoteleiro e de investimentos imobiliários voltados para o turismo de segunda residência, bem como o aumento de toda a infraestrutura urbana e de serviços (Sousa e Falcão, 2023). Embora esse fato contribua significativamente para a economia e a

geração de empregos, pode, também, resultar em um processo desorganizado de crescimento, asseverando a desigualdade social e problemas nos serviços urbanos (Paiva e Diógenes, 2022).

Nesse cenário, os processos de ocupação e expansão urbana litorânea promovem usos intensivos e indiscriminados, afetando diretamente as dinâmicas dos ambientes físico-naturais, e acarretando, muitas vezes, a segregação socioespacial, sobretudo, quando não há um planejamento territorial que considere as questões culturais, sociais, políticas e econômicas das populações costeiras. Ademais, tal panorama de adensamentos desordenados e transformações adversas, no qual novas atividades cada vez mais se territorializam sobre um discurso de modernização e/ou incorporação dos espaços periféricos na dinâmica econômica global, comumente, é acompanhado de conflitos socioambientais (Oliveira e De Jesus, 2021).

Em cidades litorâneas, os efeitos do crescimento urbano desordenado, além da questão socioeconômica, podem ainda ter um maior impacto ambiental quando comparado ao interior. Tal fato decorre da presença de faixas de não ocupação marítima ou Áreas de Preservação Ambiental, comuns no litoral. O turismo, neste sentido, pode se tornar máquina do crescimento urbano, alimentando os problemas socioambientais em diversos casos onde o poder público não regulamenta a prática econômica em prol da preservação, por meio de: desordem na ocupação do solo; favelização; ocupação de área impróprias; danos à vegetação; e produção de resíduos destinados incorretamente (Huffner e Bello, 2012).

Ante ao caráter dinâmico da expansão urbana e ao consequente desafio de se controlar esse processo, faz-se necessário mapear e compreender tal fenômeno. Nesse âmbito, as geotecnologias podem ser eficazes, na medida em que o geoprocessamento e o sensoriamento remoto destacam-se na obtenção de dados referente ao uso e ocupação do solo (Castro *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, essas técnicas amplamente utilizadas para obtenção de dados espaciais, possibilitam a obtenção de informações sobre a superfície da Terra por meio de imagens adquiridas do espaço, utilizando radiação eletromagnética refletida ou emitida em uma ou mais regiões do espectro eletromagnético. Desse modo, a adoção de geotecnologias em estudos de expansão urbana permite uma compreensão das mudanças ocorridas ao longo dos anos (Vilarinho *et al.*, 2023).

Diversos estudos validam a utilização de geotecnologias para monitoramento da expansão urbana a partir de sensoriamento remoto. O trabalho de Faria *et al*. (2018), por exemplo, foi capaz de mapear o uso e ocupação de uma cidade brasileira durante um período que abarcou 31 anos, entre 1984 e 2015, utilizando satélites de diferentes gerações do projeto *Landsat*. A partir deste estudo, foi traçado um paralelo entre a degradação ambiental e a expansão urbana e o histórico econômico e crescimento populacional registrado da cidade.

A missão *Landsat* é um programa de sensoriamento remoto liderado pelo governo dos Estados Unidos, com o objetivo de fornecer dados e imagens da superfície terrestre para uma variedade de aplicações, incluindo monitoramento ambiental, agricultura, planejamento urbano e gestão de recursos naturais. Desde o lançamento do primeiro satélite da série em 1972, a missão *Landsat* tem sido uma fonte crucial de informações, contribuindo significativamente para o entendimento das mudanças globais e locais ao longo do tempo. O *Landsat* 8, lançado em 2013, continua a missão, oferecendo dados aprimorados com os sensores OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), abarcando os

espectros da faixa visível, infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas, infravermelho termal, além de uma banda pancromática (INPE, 2020).

Diante do exposto, o presente estudo analisou o padrão de expansão urbana em Tibau, cidade litorânea do Nordeste brasileiro, identificando áreas de crescimento na última década e suas características socioeconômicas associadas, a fim de compreender de que forma a expansão urbana refletiu as desigualdades sociais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Tibau está localizado no estado do Rio Grande do Norte (RN), região Nordeste do Brasil (Lat: 4°50'16.00"S; Lon: 37°15'13.87"O). Possui aproximadamente 169,237 km², sendo 6,5 km de linha de costa. O município possui praias calmas com águas quentes durante todo o ano, o que atrai turistas de todas as regiões, em especial das cidades vizinhas (Figura 1).

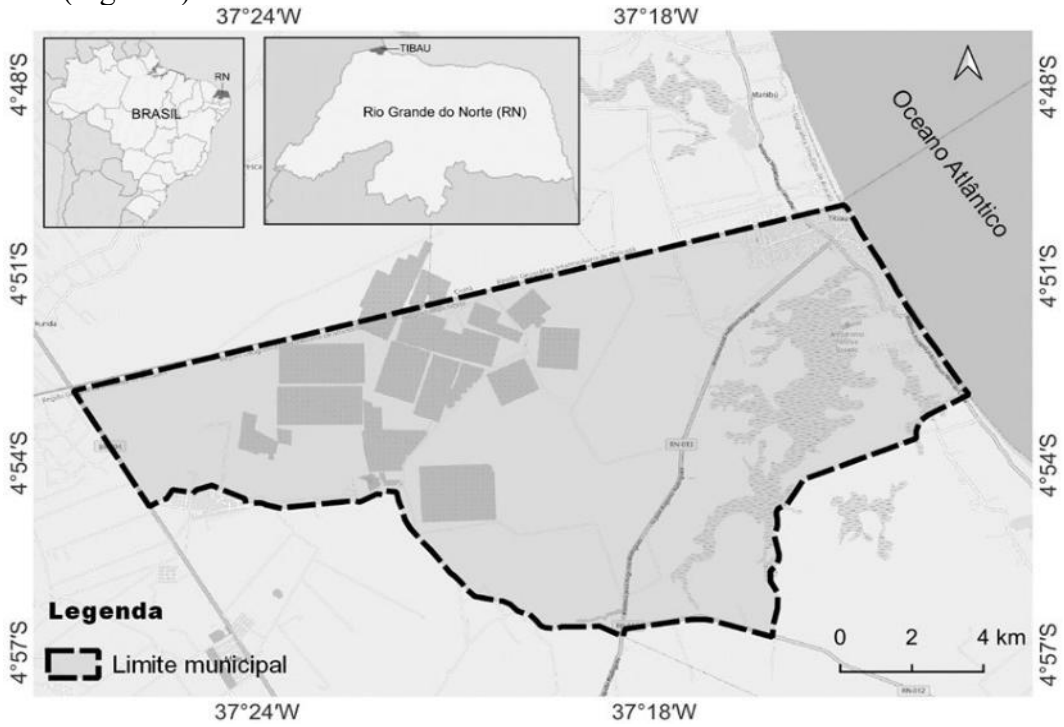


Fig. 1 Localização do município de Tibau, no estado do Rio Grande do Norte (RN) – Brasil.

2.2 Construção da base de dados

Foram utilizadas imagens orbitais captadas pelos sensores dos satélites *Landsat 7* e *Landsat 8*, nas três bandas do espectro visível, ou seja, a combinação RGB (red – vermelho, *green* – verde e *blue* - azul), adquiridas para os anos de 2013, 2018 e 2023, com resolução espacial de 30 m. Essas imagens foram obtidas do portal *Earth Explorer do United States Geological Survey (USGS)* e selecionadas com base na menor cobertura de nuvens disponíveis. A Tabela 1 apresenta as características das imagens usadas.

Tabela 1 Informações referentes às imagens de satélites usadas na pesquisa.

Ano	Satélite	Sensor	Bandas	Data
2013	Landsat 7	ETM+	B1, B2, B3	20/09/2013
2018	Landsat 7	ETM+	B1, B2, B3	29/05/2018
2023	Landsat 8	OLI	B2, B3, B4	02/10/2023

2.3 Processamento das imagens

As imagens selecionadas foram processadas utilizando o software *QGIS*, Versão 3.22. Foi aplicada uma combinação de bandas específicas dos satélites *Landsat 7* e *Landsat 8*, visando otimizar a detecção e a diferenciação das áreas urbanizadas. Para o *Landsat 7*, utilizou-se a combinação de bandas RGB 321, enquanto para o *Landsat 8* foi adotada a combinação de bandas RGB 432. Devido às falhas nas imagens geradas pelo sensor do *Lansat 7*, foi necessário realizar o procedimento de correção usando o *Gap Mask*.

Esse processamento permitiu a criação de mapas temáticos das áreas urbanizadas ao longo dos anos de estudo. Os perímetros urbanizados de Tibau foram identificados e delimitados nessas imagens por meio da vetorização supervisionada, criando uma base de dados geoespaciais.

2.4 Análise dos dados coletados em campo

Paralelamente ao processamento das imagens de satélite, foram realizadas visitas em campo para complementar a análise. Durante essas visitas, foram avaliados o padrão construtivo dos imóveis, a infraestrutura urbana, a ocupação do solo e o perfil dos proprietários. Esses dados qualitativos foram fundamentais para compreender as dinâmicas locais de urbanização, identificar padrões de crescimento urbano e verificar possíveis discrepâncias entre os dados obtidos por sensoriamento remoto e a realidade observada no terreno.

Ao combinar a metodologia em construção da base de dados, processamento das imagens de sensoriamento remoto e análise dos dados coletados em campo, foi possível obter uma abordagem abrangente e integrada para o estudo do perímetro urbanizado de Tibau e suas transformações ao longo do tempo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a mancha da área urbanizada de Tibau no decorrer dos anos estudados obtidas a partir da vetorização supervisionada. Notou-se que esta aumentou significativamente ao longo do período estudado: de 3,35 km² em 2013 para 4,49 km² em 2018 e 5,85 km² em 2023. O maior crescimento ocorreu no interior do município, distante da praia, onde predominam moradias populares habitadas por moradores locais e turistas de cidades vizinhas.

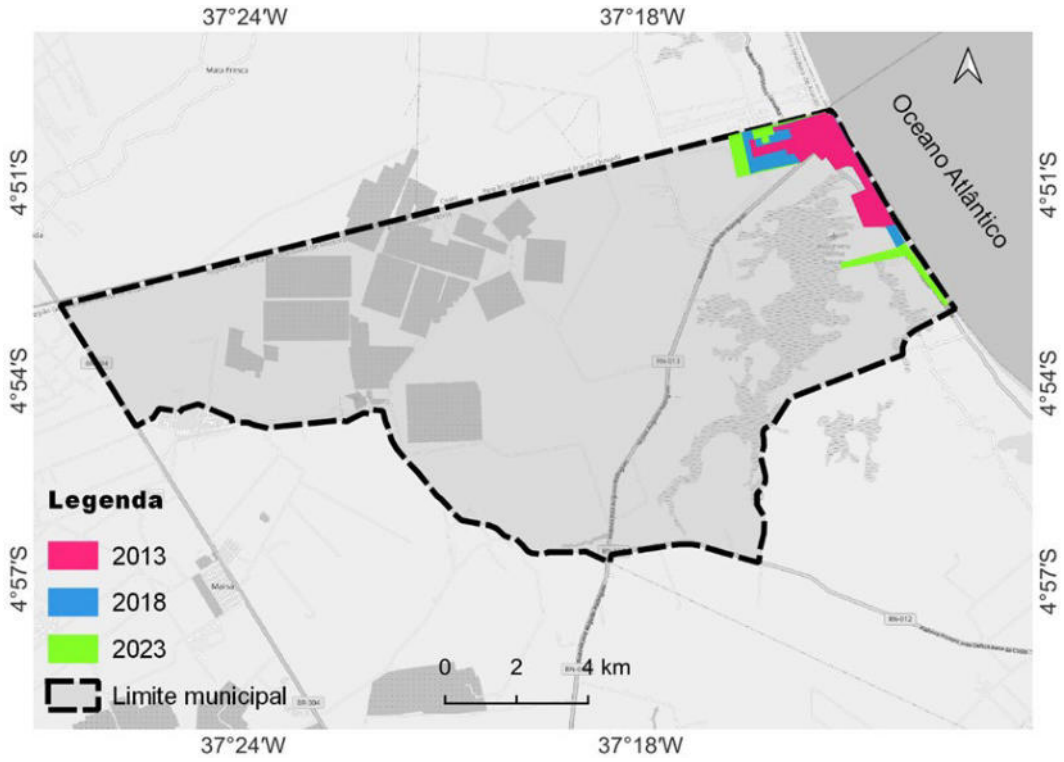


Fig. 2 Vista das áreas urbanas do município de Tibau entre os anos de 2013 e 2023

Observou-se a partir da vetorização que as regiões predominantes de crescimento concentram-se próximas ou ao longo do litoral, área de forte setor econômico e atrativo para o turismo.

Quadro semelhante foi observado por Coelho *et al.* (2022), que ao avaliarem processos de expansão urbana e as transformações da paisagem no vetor oeste da região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil, reportaram que os loteamentos urbanos correspondentes à maioria das áreas decorrentes de processos de expansão no vetor, são empreendimentos voltados a populações de média e baixa renda.

Essa configuração pode ser atribuída às políticas e aos arranjos institucionais implementados pelas várias instâncias do poder, bem como à articulação com o setor privado, viabilizados pela construção de infraestruturas. Entretanto, segundo Paiva e Diógenes (2022), as intervenções físicas no território geram diversos impactos e conflitos, em sua maioria relacionados à coexistência com usos pretéritos e contemporâneos (pesca, porto, habitação). Ademais, entre os principais impactos e conflitos da expansão urbana em Tibau, pode-se constatar a progressiva segregação socioespacial litorânea, resultante de um acelerado processo de capitalização e da apropriação da natureza (Nunes e Silva, 2024).

A Figura 3 apresenta o estado da mancha de urbanização mais antiga do presente estudo, do ano de 2013, revelando o sentido de ocupação pelo litoral, a sudeste, e um processo de interiorização dessa mancha a sudoeste.

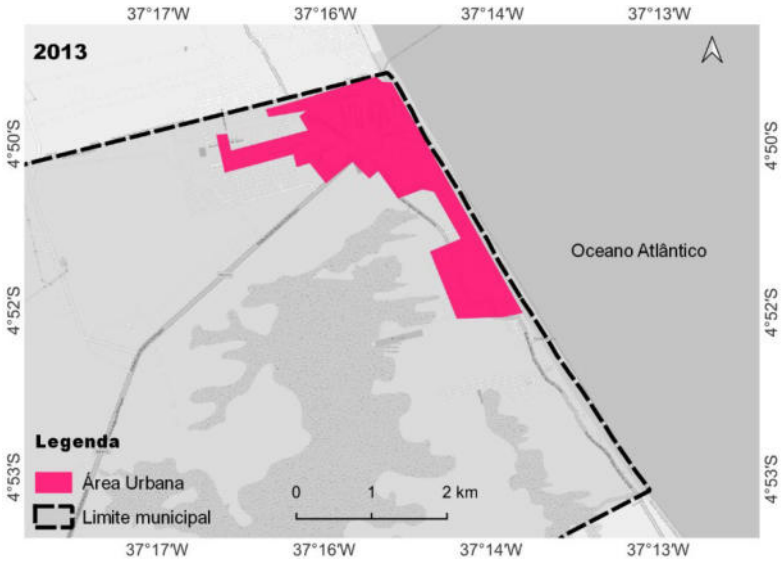


Fig. 3 Vista da área urbana do município de Tibau em 2013

Por outro lado, a região próxima à praia foi dominada por condomínios de luxo e residências de alto padrão, ocupadas principalmente por turistas que não residem no município, destacando as disparidades socioeconômicas na distribuição espacial da população. A análise dos resultados, mostrada nas Figuras 4 e 5, ressalta a complexidade das dinâmicas urbanas em cidades litorâneas brasileiras, evidenciando a interação entre crescimento urbano, desenvolvimento turístico e disparidades sociais.

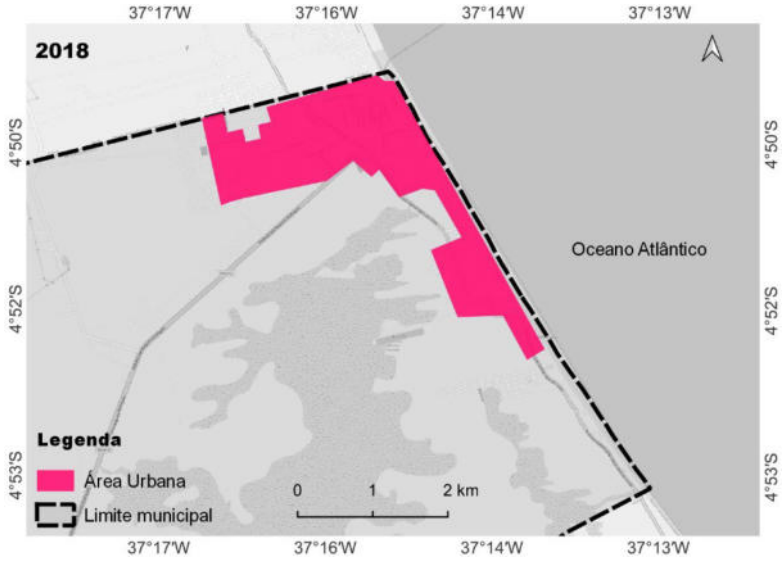


Fig. 4 Vista da área urbana do município de Tibau em 2018

Segundo Honório e Rocha (2021), a dinâmica da urbanização litorânea ocorre no contexto da sociedade contemporânea, na medida em que o imaginário social de aproveitamento dessas áreas impacta a sua expansão, ficando a imagem do "lugar paradisíaco" renegada às pressões dos seus agentes produtores. Assim, a grande motivação da construção desse imaginário é substituída pela demanda dos espaços urbanos, incluindo serviços, comércio e lazer homogeneizante, refletindo os efeitos do atual período econômico mundial (Correa, 2016).

Nesse contexto, conforme Sousa e Falcão (2024), a tradição das segundas residências se incorpora também como uma ambientação da elite ao território paradisíaco em busca de saúde física e mental. Junto a isso, o fenômeno global de inserção no mercado turístico, gerou a expansão dos tecidos urbanos em direção ao mar, não se refletindo unicamente na escala nacional, mas na escala regional e também local, como ocorreu em Tibau-RN.

Cabe destacar, ainda, que a concentração de empreendimentos de luxo na região costeira (Figura 5) sugere um modelo de desenvolvimento desigual e excludente, enquanto o crescimento populacional no interior do município aponta para a necessidade de políticas urbanas mais inclusivas e sustentáveis.

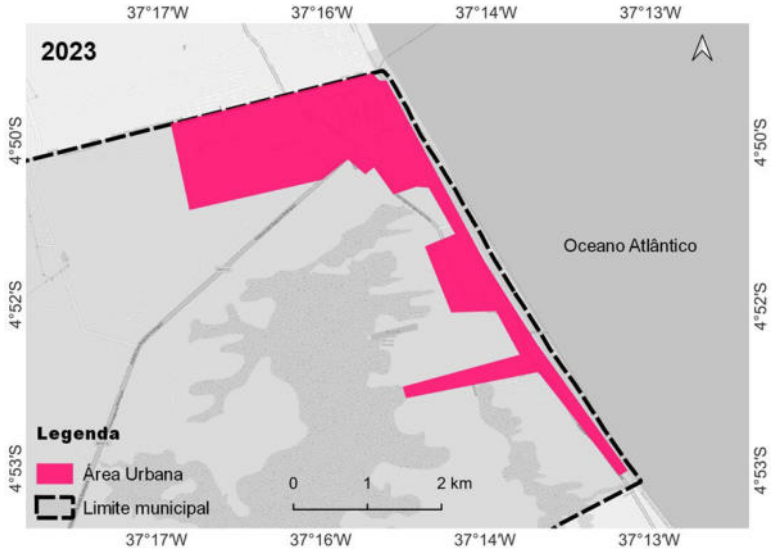


Fig. 5 Vista da área urbana do município de Tibau em 2023.

De acordo com o censo e as pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a cidade de Tibau possuía, em 2010, 3.687 habitante em 1.056 domicílios. O censo de 2022 mostra uma população de 5.382 pessoas e 5700 residências. Duas coisas podem ser destacadas desses dados: o crescimento populacional da cidade; e que o município possui mais imóveis do que população. Isso se dá pela característica dos imóveis na região turística, onde os mesmos passam a ser casas temporárias ou de estadia sazonal. Enquanto a população cresce 3,2% ao ano e os domicílios 36,65% ao ano, a taxa máxima de crescimento da mancha urbana observada foi de 7,2% ao ano. Isso significa que atualmente existem mais casas na cidade do que a população fixa, e que a mancha urbana produz lotes cada vez mais compactos, o que pode acarretar em questões socio-ambientais.

Sob essa ótica, analisar os espaços e suas demandas exige um pensamento sistêmico que se proponha a estudar as relações sociais nesses ambientes, visto que eles já nascem sociais,

sendo imprescindível a consideração deste atributo na sua análise. Adicionalmente, a segregação espacial observada em Tibau é advinda do incipiente planejamento no que concerne à tomada de medidas eficazes para o controle da expansão urbana. Dessa forma, os interesses do mercado imobiliário, as disparidades dos valores da terra, que dividem o sistema em nichos socioeconômicos, assim como as condições ecológicas e naturais do litoral, favorecem tal condição (Carvalho *et al.*, 2024).

Além disso, conforme Câmara e Da Silva (2021), a partir do uso de geotecnologias, associado aos dispositivos legais que regem o direito ambiental brasileiro, é possível planejar racionalmente o uso e a ocupação do solo, tal qual os recursos naturais existentes, especialmente em áreas litorâneas e costeiras. Essa perspectiva pode subsidiar, inclusive, políticas de licenciamento e fiscalização ambiental, realizadas pelos órgãos competentes, assim como auxiliar em possíveis aplicações de sanções.

Por fim, tornam-se fundamentais o controle da expansão e o estímulo ao adensamento supervisionado das áreas intraurbanas para o melhor aproveitamento da infraestrutura já instalada, além da melhoria das áreas interioranas, associados à sustentabilidade ambiental, são medidas importantes e essenciais a serem adotadas pelo poder público municipal, atendendo aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável recomendados pela Agenda 2030 e estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (Carvalho *et al*., 2024).

4 CONCLUSÃO

Ante ao cenário observado no município de Tibau, Rio Grande do Norte, Brasil, depreende-se a imprescindibilidade de uma gestão urbana capaz de coordenar o crescimento físico das cidades litorâneas, bem como que seja capaz de considerar os fatores socioambientais. Desse modo, a expansão urbana planejada não apenas visará o desenvolvimento econômico, mas também uma ocupação do solo mais equitativa e sustentável para os ambientes costeiros.

5 REFERÊNCIAS

Câmara, I. F., Da Silva, R. R. (2021) Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, Nordeste do Brasil, **Geociências**, São Paulo, 40(4), 1033-1046.

Carvalho, L. M., Medeiros, V. A. S., Ribeiro, R. J. C. e Rocha, M. C. (2024) Tentáculos, blocos e eixos: a sintaxe espacial para o estudo da expansão urbana de Aracaju/SE, **Revista de Morfologia Urbana**, 12(1), 1-14.

Castro, T. C. S., Rodrigues, J. D., Costa, D. S., Diniz, A. M. C. e Silva, E. R. A. C. (2020) Mapeamento das dinâmicas espaço-temporais da cobertura vegetal e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pimenta (Maranhão - Brasil), **Meio Ambiente (Brasil)**, 2(1) 34-40.

Coelho, L. L., Queiroga, E. F. e Reis, S. M. (2022) Processos de expansão urbana e as transformações da paisagem no vetor oeste da região metropolitana de Fortaleza, **Oculum Ensaios Revista de Arquitetura e Urbanismo**, Campinas, 19, e225101.

Correa, L. H. S. (2021) A Segunda residência como indutora da urbanização em áreas litorâneas na contemporaneidade, **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, 28, 291-307.

Dos Santos, O. A. A. (2023) Apontamentos Geo-Históricos para o Estudo da Produção do Espaço Praiano no Nordeste do Brasil, Sociedade & Natureza, Uberlândia, 35, 1-11.

Faria, E.; Silva, J. R.; Camargo, P. L. T. Mapeamento Do Uso E Ocupação Da Terra De Santo Antônio Do Monte - Mg Através De Técnicas De Geoprocessamento Ao Longo De 35 Anos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 66, p. 203–217, 2018.

Gusmão, L. H. A., Tourinho, H. L. Z. e Messias, C. G. (2022) Expansão urbana a partir dos processos de vilegiatura e do turismo de sol e mar na Ilha do Atalaia, Salinópolis/PA, Brasil, **Geografia**, Rio Claro, 47(1), 1-28.

Honório, I. C. e Rocha, I. O. (2021) Turismo e urbanização-metropolização no litoral do Nordeste e Sul brasileiro: Fortaleza e Florianópolis, **Research, Society and Development**, 10(12), e48101220152.

Huffner, J. G. P. e Bello, L. A. L. Análise Dos Impactos Ambientais Da Expansão Urbana Na Ilha De Cotijuba, Belém-Pa. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 13, n. 44, p. 286–298, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Landsat. Disponívem em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>.

Nunes, A. M. N. e Silva, S. M. P. (2024) Expansão urbana da Zona Norte de Natal (ZNN) e a degradação ambiental na zona de proteção ambiental 09 (ZPA 09): uma revisão e integração de contextos e cenários, **Contemporary Journal**, 4(4), 01-30.

Oliveira, A. C. C. A. e De Jesus, M. H. O. (2021) Transformações socioespaciais no litoral norte da Bahia: vetores, padrões e tendências de uso e ocupação territorial, **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, 2, Edição Especial, 178-195.

Paiva, R. A., Diógenes, B. H. N. (2022) Urbanização turística e infraestrutura na região metropolitana de Fortaleza: impactos e conflitos, **Paisagens Híbridas**, 2(2), 66-85.

Rocha, A. C. L. (2021) O fenômeno de segunda residência como um dos indutores da expansão urbana das metrópoles no contexto de globalização: uma análise sobre o Rio de Janeiro, **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, 39, 1-22.

Sousa, A. S. e Falcão, Y. M. (2023) Metropolização do prazer e ócio litorâneo: o litoral de Aracati-CE e as faces antagônicas do lazer marítimo, **Revista Homem, Espaço e Tempo**, 17(2), 22-41.

Vilarinho, K. G., Meneses, M. R. e Vieira, V. C. B. (2023) Análise espaço-temporal da expansão urbana no município de Cajueiro da Praia-Piauí, **Research, Society and Development**, 12(6), e25712642308.

UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO E SUPERFÍCIE (MDT E MDS) NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENXURRADAS E ENCHENTES NO BAIRRO PINHALZINHO EM HOLAMBRA/SP (BRAZIL)

B. A. Carmo e L. F. Matias

RESUMO

Este estudo propõe a utilização de Modelos Digitais de Terreno e Superfície (MDT e MDS) e a topografia social para a identificação das áreas vulneráveis a enxurradas e enchentes, em cidades pequenas, tomando como área empírica de análise o bairro Pinhalzinho, em Holambra (SP). Utilizou-se uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) para a obtenção das imagens, um Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS) para o georreferenciamento e a técnica de aplicação de questionário para a identificação das características socioeconômicas da população. Os modelos e o questionário ajudaram na identificação das áreas vulneráveis, principalmente a partir da combinação dos dados dos questionários com os mapas, tendo em vista que é a população que sabe onde ocorrem esses casos, assim, indicando as que precisam de atenção por parte do Estado. Espera-se que o resultado desta pesquisa possa contribuir com a promoção do uso eficaz de geotecnologias no planejamento urbano de cidades pequenas.

1 INTRODUÇÃO

Abordar o planejamento urbano na atualidade demanda a retomada de discussões inerentes as temáticas ambientais na sociedade contemporânea, tendo em vista que não há como fugir da necessidade em se contemplar esse debate, dada a complexidade que abarca a relação que a sociedade estabelece para com a natureza. Neste interim, tem se tornado um imenso desafio compreender os novos parâmetros das discussões socioambientais, uma vez que graves problemas urbanos têm afligido a população brasileira, bem como diversas partes do mundo (Aguiar, 2016).

Diante do crescimento urbano, verifica-se uma transformação exponencial da natureza, situação está que é fruto do processo de apropriação, ocupação e transformação da mesma, orientado majoritariamente pelo modo de produção capitalista (Nunes *et al*., 2006; Bernardes e Ferreira, 2005). Em decorrência desse processo ocorrer de forma desigual e combinada no espaço geográfico (Smith, 1988), observa-se que as maiores cargas de danos ambientais se distribuem pela cidade também de forma desigual, onde as áreas com populações menos favorecidas economicamente, sofrem intensamente com os impactos socioambientais urbanos e, na maioria dos casos, tais segmentos populacionais ficam à margem das ações e políticas públicas voltadas para a implantação/ampliação de infraestrutura urbana voltada a ofertar qualidade de vida.

Nesse sentido, se torna essencial a combinação de vários instrumentos que auxiliem na coleta e análise dos dados referentes às transformações da cidade, considerando seu processo de (re)produção sócio-espacial. Dentre os instrumentos que possibilitam tal feito, estão as geotecnologias, que nesta pesquisa possuem extrema relevância no processo de mapeamento e espacialização dos fenômenos socioambientais, bem como na compreensão de aspectos correlatos ao relevo.

Rosa (2005) define as geotecnologias como um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. Estas são compostas por *hardware*, *software* e *peopleware* que, quando combinados, tornam-se um meio importante para o auxílio e tomadas de decisões em uma área específica. Assim, as geotecnologias podem ser compreendidas como elementos que compõem a prática social, principalmente nesse momento histórico. Por essa circunstância, é imperioso ter em mente que por se tratar de uma prática social, elas influenciam na forma pela qual a sociedade percebe, analisa e representa o espaço geográfico. Isto é, a forma como a sociedade vai produzir, reproduzir e entender o espaço com o qual ela interage (Matias, 2005).

Portanto, ao passo em que se compreende que as geotecnologias são parte integrante das práticas sociais, considera-se também que seus usos e aplicações são carregados de ideologia. Assim, a maneira pela qual o espaço geográfico será interpretado e entendido carregará consigo as perspectivas de mundo do usuário que os produziu, logo, não há uma produção neutra. Por esse motivo, torna-se relevante que os usuários das geotecnologias reflitam sobre as finalidades dos produtos gerados, bem como a quais classes sociais eles irão servir. Conforme Matias (2005, p. 8893), as geotecnologias podem funcionar "[...] como instrumento de controle, servindo à classe dominante, ou como instrumento de libertação, a favor das classes menos favorecidas e das causas socialmente mais justas".

A partir desse raciocínio, torna-se possível estabelecer que quando as geotecnologias são utilizadas no planejamento urbano, elas devem auxiliar no mapeamento, análise e interpretação dos fenômenos presentes na cidade, contribuindo no detalhamento e reconhecimento das áreas a serem ocupadas, garantindo que esta ocupação ocorra de forma apropriada. Sob esta perspectiva, é evidente que além de serem utilizadas para planejar futuros assentamentos urbanos, também devem ser utilizadas para o reconhecimento de áreas de risco, visando a resolução de problemas presentes na cidade, e neste caso a utilização das geotecnologias deve ocorrer de forma democrática, em benefício de toda a população.

Entende-se como instrumentos componentes das geotecnologias, a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto por satélites, incluindo o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS). Esses instrumentos ainda podem ser divididos em duas categorias, os mais correlatos ao *hardware* (por exemplo, satélites, sensores, receptores, computadores) e os que dizem respeito ao *software*, os quais são capazes de organizar, gerenciar e processar os dados geográficos, ofertando informações para subsidiar a análise geográfica (Garcia, 2016).

Assim, considera-se que quer seja na cartografia da periculosidade ou no mapeamento da vulnerabilidade, as geotecnologias, especialmente o SIG e os dados provenientes dos levantamentos por sensores aerotransportados, têm sido instrumentos fundamentais na representação desses cenários, especialmente por sua capacidade em correlacionar os dados das variáveis consideradas e a modelagem dos diferentes componentes do risco (Freitas e Cunha, 2013).

Quando se trata de ambientes urbanos, compreende-se que é indispensável a atualização dos dados de monitoramento, pois só assim torna-se possível um processo de planejamento e gestão eficazes. Consequentemente, as combinações do SIG com os dados provenientes do Sensoriamento Remoto, podem tornar o planejamento cada vez mais eficiente para a identificação e mitigação dos problemas socioambientais urbanos. Neste caso, necessita-se que o Estado avance no sentido de criar mecanismos que propiciem a utilização desses instrumentos, em favor da oferta de qualidade de vida para a população.

Compreender como os processos socioambientais se estruturam e se espacializam nas cidades, é muito mais complexo do que apenas se embasar em dinâmicas provenientes da natureza, tendo em vista que há interação com as dinâmicas sociais das populações que se encontram em risco, considerando principalmente que estes produziram os espaços que ali habitam.

Com relação ao processo de escolha da área empírica de análise, tomou-se como base a leitura da pesquisa realizada por Otero e Eltink (2016). Para eles é notável a existência de uma escassez de estudos e pesquisas sistemáticas sobre os pequenos centros urbanos e seus processos de estruturação urbana, essas por sua vez devem dar conta e suporte para a compreensão das especificidades e dinâmicas inerentes ao modo de (re)produção sócio-espacial existentes nessas áreas.

Dito isto, decidiu-se verificar o panorama nacional brasileiro dos municípios com até 20.000 habitantes para, dentre eles selecionar um. Neste panorama identificou-se 4.074 cidades pequenas, as quais representam 73,14% do total de municípios brasileiros, conforme dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022. Após a aferição deste recorte quantitativo, ainda com base na pesquisa de Otero e Eltink (2016), que apontou que dentre os municípios pertencentes à Região Metropolitana de Campinas (RMC), Holambra segue com poucas pesquisas que focam no estudo de suas particularidades, apesar da importância nacional e internacional que o agronegócio de flores e plantas ornamentais representa para a economia local.

Dentro dos limites municipais, bem como do perímetro urbano de Holambra, outro aspecto tomado como base para a definição da área de estudo foi o relatório apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, que apresentou o mapeamento das áreas de alto e muito alto risco de deslizamento e inundações para o município, na escala de 1:25.000 (IPT, 2012). A partir do mapa síntese do relatório apresentando a localização das principais áreas suscetíveis a casos de enchentes, foi identificado o bairro Pinhalzinho como área de ocorrência de enchentes, o que o tornou elegível para a realização desta pesquisa.

Como é possível observar na Figura 1, a área em questão é permeada por um rio de médio porte e um córrego de pequeno porte, e as características das quadras dão a entender que este é um bairro de chácaras (veraneio), tendo em vista que são terrenos amplos com muita área verde. Logo, é possível estipular que o problema correlato ao bairro não é necessariamente relacionado a processos de impermeabilização, muito provavelmente se relacionam com as formas do relevo e ao processo de ocupação da terra.

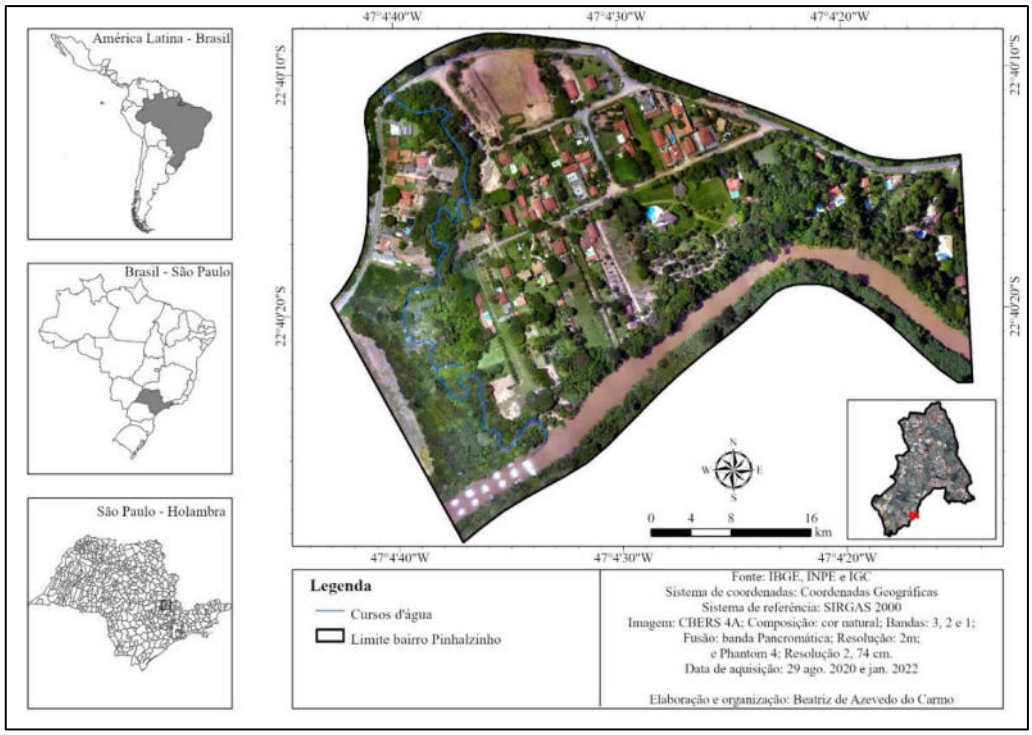


Fig. 1 Localização do município de Holambra e do bairro Pinhalzinho

Neste artigo são identificadas as áreas propensas a ocorrência de enchentes e enxurradas no bairro Pinhalzinho, através da análise de MDT e MDS, somados a identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental provenientes da topografia social. A coleta de dados primários foi realizada através do uso de uma ARP, que oferece alta resolução e viabiliza a análise de áreas urbanas com maior detalhamento, permitindo a compreensão mais ampla a respeito das áreas urbanas com maiores vulnerabilidades.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a construção desta pesquisa fez-se o uso de diversos procedimentos metodológicos, visando construir um estudo com uma base teórico-epistemológica consistente, junto às práticas que dão suporte para as discussões inerentes a vulnerabilidade socioambiental decorrente de enxurradas e enchentes. Para isso, utilizou-se de levantamento bibliográfico, pesquisa de campo e trabalho de gabinete.

A primeira etapa da pesquisa foi a construção da base teórico-epistemológica, como o levantamento bibliográfico. Essa etapa, segundo Amaral (2007) é de enorme importância, já que qualquer trabalho de cunho científico necessita deste tipo de pesquisa, haja vista que é neste momento em que são delimitadas as formas de abordagem do objeto de estudo. Assim, o primeiro passo foi uma busca via palavras-chave (espaço urbano, planejamento urbano, planejamento ambiental, vulnerabilidade, geotecnologias, Aeronave Remotamente Pilotada, enchentes, enxurradas e Holambra) em bancos de dados bibliográficos oficiais: banco de periódicos da CAPES e *Google Scholar*, entre outros. A partir das pesquisas já realizadas, foi organizado um banco de dados bibliográficos interno e posteriormente foi realizada a apreciação e análise desses estudos, buscando verificar quais eram as contribuições deles para as discussões aqui propostas.

Com relação à pesquisa de campo, ela se deu em dois momentos distintos, o primeiro focado na aplicação dos questionários aos moradores do bairro, para a construção do perfil populacional do bairro, com uma amostragem livre. Com relação as perguntas, elas foram relacionadas ao caráter socioeconômico e os dados foram generalizados, para proteger a integridade e individualidade dos dados dos participantes, a exposição dos dados de renda se deu em forma de um mapa coroplético, considerando a média de renda por quarteirões, já os demais dados foram trabalhados de forma descritiva. O segundo momento da pesquisa de campo foi dedicado ao levantamento aerofotogramétrico que ocorreu através da coleta das imagens aéreas e dos pontos de apoio e verificação, esses serviram para o processamento e georreferenciamento das imagens.

Os pontos de controle (apoio e verificação) podem ser compreendidos como pontos foto-identificáveis na área mapeada, possuindo informações de coordenadas dos eixos x, y e z. Esse conjunto de pontos permitem um controle maior no georreferenciamento das imagens, como também garantem a precisão dos produtos finais (Silva, 2018).

A distribuição dos pontos de controle foi realizada de forma homogênea, priorizando as linhas de sobreposição entre as imagens. Ao todo, foram coletados 18 pontos de controle (5 de verificação e 13 de apoio), com a utilização do equipamento GNSS Hiper Lite+, da marca *Topcon*, com um par de receptores/antenas L1/L2. O tempo de rastreamento da estação base foi em torno de 4 a 5 horas, enquanto o tempo de coleta dos pontos distribuídos em campo foi de 15 a 20 minutos para cada um deles. Os dados coletados foram pós-processados através do processamento estático rápido, utilizando como referência a estação SPC1 da RBMC/IBGE via *software TopconTools*, os quais ofertaram dados de planimetria e altimetria.

Com relação ao aerolevantamento, ele foi realizado com base na dinâmica adotada por Carmo (2022), utilizando o *site Dronedeploy* para o planejamento dos voos, estabelecendo a área a ser mapeada, tempo de voo, altura do voo, tipo de voo (3D detalhado ou voo focado em dados 2D). O projeto de voo foi executado com um *smartphone*, esse que ocorreu durante a janela de voo, das 10h30 às 15h00, pois neste período há menos incidência de sombras em campo.

O equipamento utilizado para o recobrimento aéreo foi uma ARP modelo *Phantom 4* da DJI, que possui a bordo um sistema de navegação GPS/GLONAS, com uma câmera de CMOS de 1/2.3”, apresenta também um sensor CMOS de 1”, com obturador mecânico que captura imagens de 12.4 MP. Entretanto, o equipamento não tem uma autonomia alta de voo, já que o tempo máximo de operação é de 30 minutos, por isso foram necessários 4 voos sequenciais para a cobertura completa do bairro (área de 0,32 km^2), com uma altura média de voo de 71,1 metros, resultando em uma ortoimagem com resolução espacial de 2,74 cm.

O processamento das imagens foi realizado no *software Agisoft Metashape*, onde foi gerada a ortoimagem, o MDS e o MDT, já os produtos cartográficos foram gerados no *ArcGIS Pro*, bem como a organização da base de dados georreferenciados. Ambos os *softwares* utilizados são de licenças educacionais.

3 A NATUREZA, A POPULAÇÃO E A VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL A ENCHENTES E ENXURRADAS NO BAIRRO PINHALZINHO

Em Holambra, há uma diversidade considerável de paisagens urbanas, as quais contam com fachadas arquitetônicas neerlandesas nas áreas próximas ao centro comercial e turístico, como também nas fachadas dos órgãos da prefeitura. Entretanto, em localidades afastadas do centro as paisagens sofrem alterações, onde é possível visualizar dinâmicas diferentes nas casas e comércios, com características mais próximas do que se verifica em outras cidades brasileiras, variando de acordo com o poder aquisitivo da população que ali habita.

Neste ponto, Carmo (2022) compreende que a cidade de Holambra montou um cenário para atender as demandas do mercado turístico e consequentemente ao mercado do agronegócio de flores e plantas ornamentais, esse por sua vez muito conectado com o passado histórico de ocupação e colonização holandesa. Em bairros afastados das áreas turísticas, tornam-se evidentes os problemas socioambientais urbanos, em razão do poder público concentrar esforços para maximizar a acumulação de capital via mercado turístico.

Com relação ao bairro Pinhalzinho, ele localiza-se em uma área afastada do centro turístico e comercial, na periferia física da cidade. Sua paisagem possui alguns aspectos marcantes (Figura 2); em partes remete-se a uma dinâmica de área rural. Outra característica marcante é a ausência de asfaltamento, a maior parte das vias são de terra, a única asfaltada é a via de acesso ao bairro.

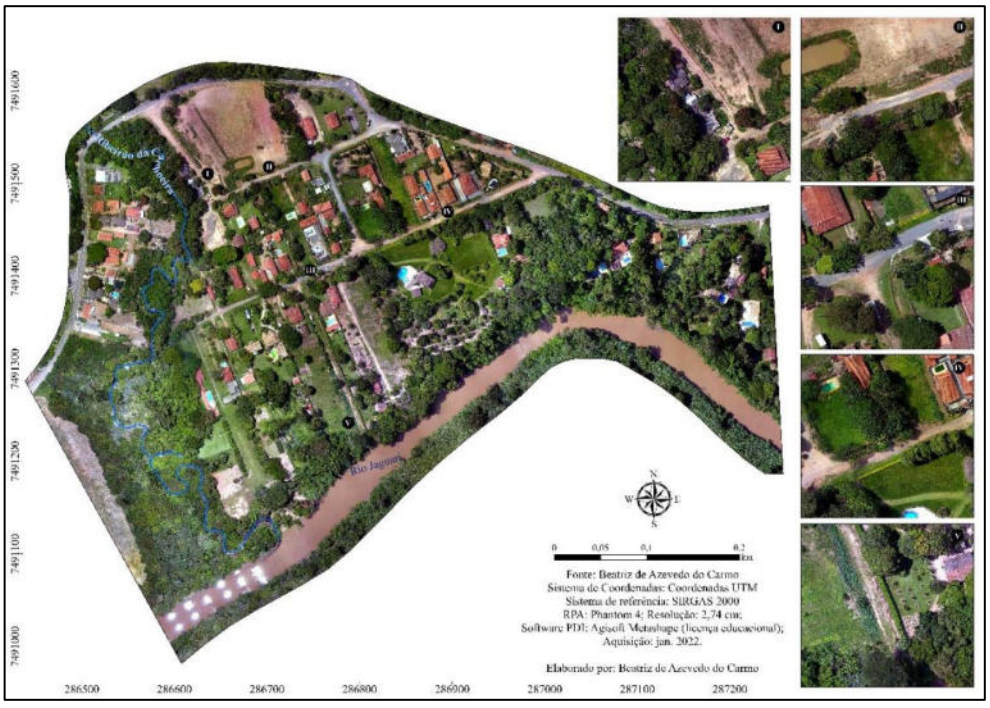


Fig. 2 Ortoimagem do bairro Pinhalzinho com as áreas de interesse (janeiro 2022)

A ortoimagem permite a análise de alguns pontos de interesse, principalmente para a compreensão do quadro correlacionado a ocupação do bairro Pinhalzinho, além disso essas são as localidades com mais incidência de enxurradas intensas, enquanto que no ponto I, é a área onde as pessoas relataram sofrer com enchentes e enxurradas intensas durante a aplicação dos questionários, 66,66% dos questionados relataram já ter presenciado

enxurradas intensas e 33,34% relataram ter presenciado enchentes. Neste ponto, torna-se visível que as localidades próximas ao rio Jaguari, ao norte e a leste da localidade mapeada, são caracterizadas como as áreas onde há os maiores terrenos. Já a outra porção do bairro, ao norte e a oeste, são as áreas com mais solo exposto, terrenos menores e casas mais simples, além disso são nessas áreas que há os relatos da existência de casos de enchentes, que chegam às portas das casas, como também enxurradas intensas, as quais podem ser resultado tanto da topografia do relevo, como também da falta de vegetação (áreas I e II na Figura 2). Além disso, por conta da falta de asfaltamento há o início de processos erosivos rasos (áreas III e IV), que indicam um escoamento intenso em épocas de chuva.

Quando são acrescidos os dados de MDT e MDS na análise, ficam mais evidentes as localidades que mais sofrem com esse quadro (enchentes e enxurradas), que é intensificado pela ação da sociedade, durante o processo de ocupação do relevo. Perini e Marcuzzo (2018) compreendem que o uso dos Modelos Digitais de Elevação (MDEs) possui uma enorme relevância para o mapeamento e delimitação as áreas de risco às enchentes, pois eles tornam possível a visualização e análise do relevo de forma "nua", como também possibilita a visualização de como são distribuídas as ocupações ao longo da superfície.

Considerando a relevância em se compreender as características correlatas ao relevo, a Figura 3 demonstra quais são as características da superfície da área de estudo, no caso com a utilização do MDT.

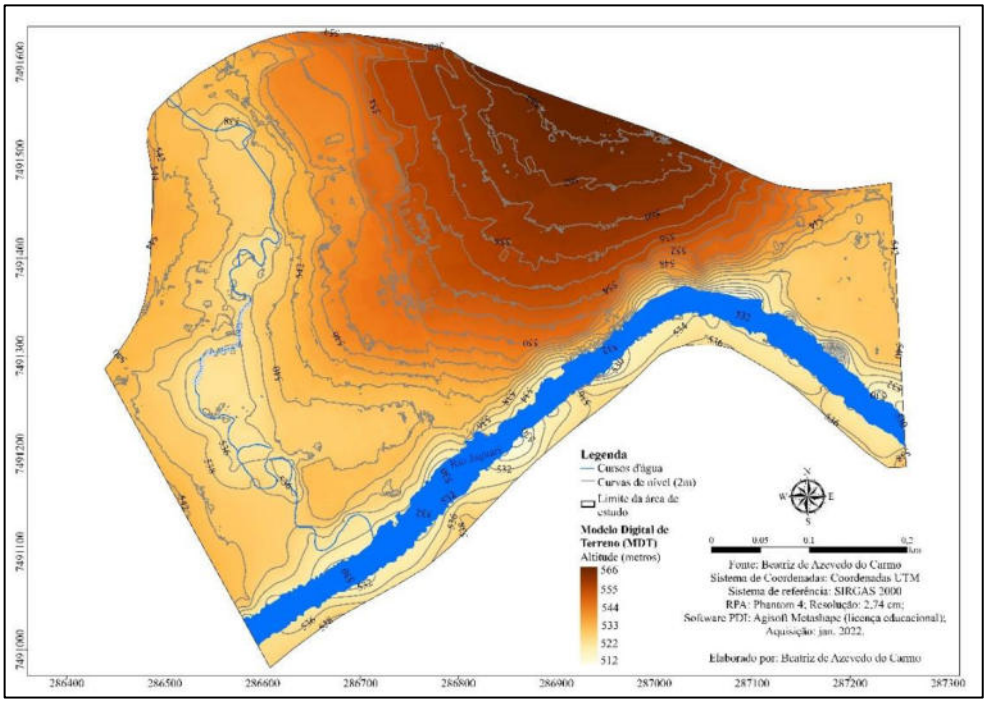


Fig. 3 Modelo Digital de Terreno do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Na Figura 3 é possível a identificação das áreas mais baixas localizadas próximas aos cursos hídricos, essa característica do relevo favorece para que o fluxo de drenagem leve as águas pluviais direto para os rios. As localidades mais altas, encontram-se a nordeste no mapa, neste caso o sentido da drenagem se dá em direção aos dois cursos d'água na base do relevo (rio Jaguari e rio Ribeirão da Cachoeira). Com relação a amplitude do relevo, ela corresponde

a 54,34 metros, sendo que as áreas mais baixas do relevo possuem uma altitude de 511,57 metros e as localidades mais altas possuem sua altitude de 565,91 metros.

Considerando as áreas próximas ao Ribeirão Cachoeira, por suposição, a partir da própria dinâmica de escoamento superficial, é possível considerar que há a probabilidade da existência de casos hidrológicos. No entanto, os próprios moradores relatam que são nessas localidades que existem os problemas hidrológicos associados a enchentes e enxurradas, reafirmando a suposição.

A partir das análises do relevo, bem como do processo de uso e ocupação da terra, torna-se indispensável a presença de áreas com vegetação preservada de forma significativa, uma vez que sua função é preservar o solo, como também auxiliar na infiltração da água e reduzir o impacto e a força do escoamento superficial. Ainda mais considerando que na porção nordeste da área mapeada, encontram-se as localidades com mais áreas de solo exposto, como também de casos de enxurradas intensas.

Em contrapartida, o MDS, como definido por Carmo (2022), pode ser compreendido como o modelo que considera as construções e as formas de ocupação do relevo, não somente seu modelado, ou seja, considera tudo que está acima da superfície. Neste quesito, para a autora, esse modelo em conjunto com o MDT, oferecem subsídio para os estudos de vulnerabilidade socioambiental a enchentes e enxurradas, já que eles possibilitam uma análise mais ampla dos atributos físicos do relevo, os quais em conjuntos com os dados socioeconômicos trazem para debate como essas populações estão expostas ao risco e qual a sua capacidade de resiliência. Na Figura 4 é possível observar o MDS do bairro Pinhalzinho.

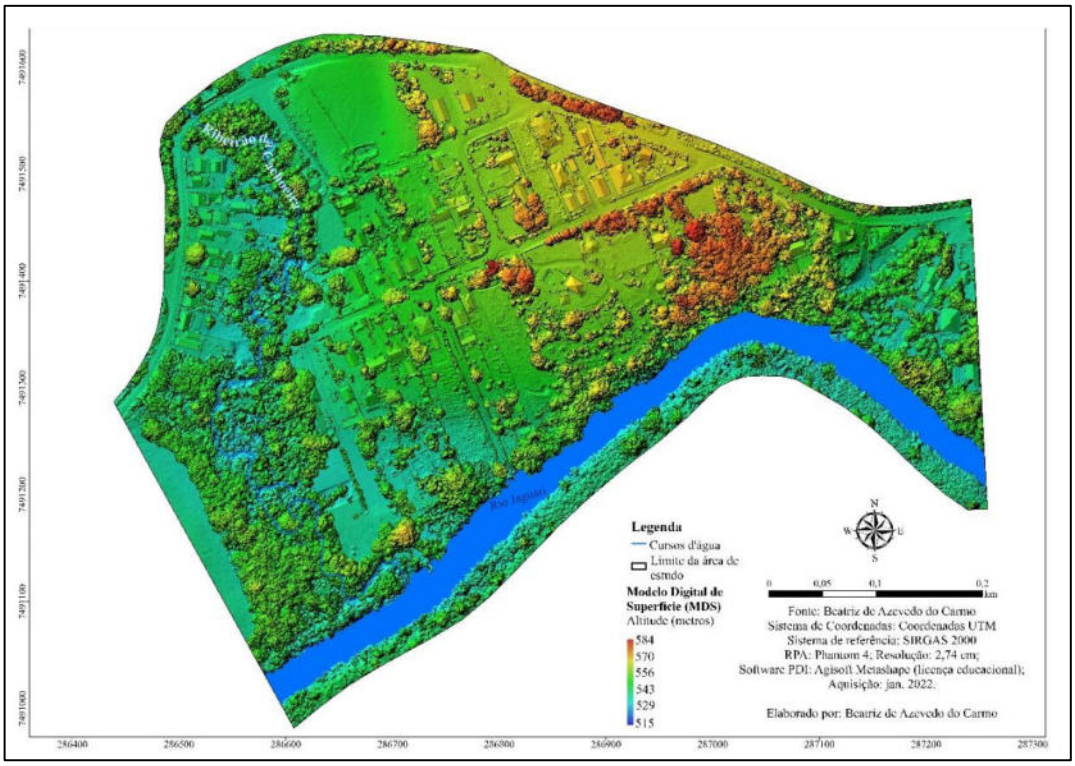


Fig. 4 Modelo Digital de Superfície do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Nesta representação (Figura 5), é possível verificar que as áreas que se destacam referem-se aos dados de altitude da vegetação, que são altos (altura das árvores em conjunto com a

altitude do relevo), parte dela compõe a Área de Proteção Permanente (APP) do rio Jaguari, que quando comparado aos dados da Figura 3, é possível verificar que as altitudes mais altas correspondem as mesmas áreas em ambas as figuras. Assim, apesar de ser notória a quantidade de vegetação preservada, ainda se destaca a área ao norte com a pouca presença de vegetação em áreas declivosas, o que intensifica, como já mencionado, os fluxos de escoamento superficial na localidade.

Assim, para compreender de forma ampla os quadros referentes as taxas de vulnerabilidade socioambiental a enchentes e a enxurradas na área de estudo, para além dos dados referentes ao relevo e sua ocupação, foram acrescidos os dados socioeconômicos, os quais elucidam como vivem essas pessoas. Na Figura 5 é possível observar como se distribuem os dados de renda dos moradores na área de estudo.

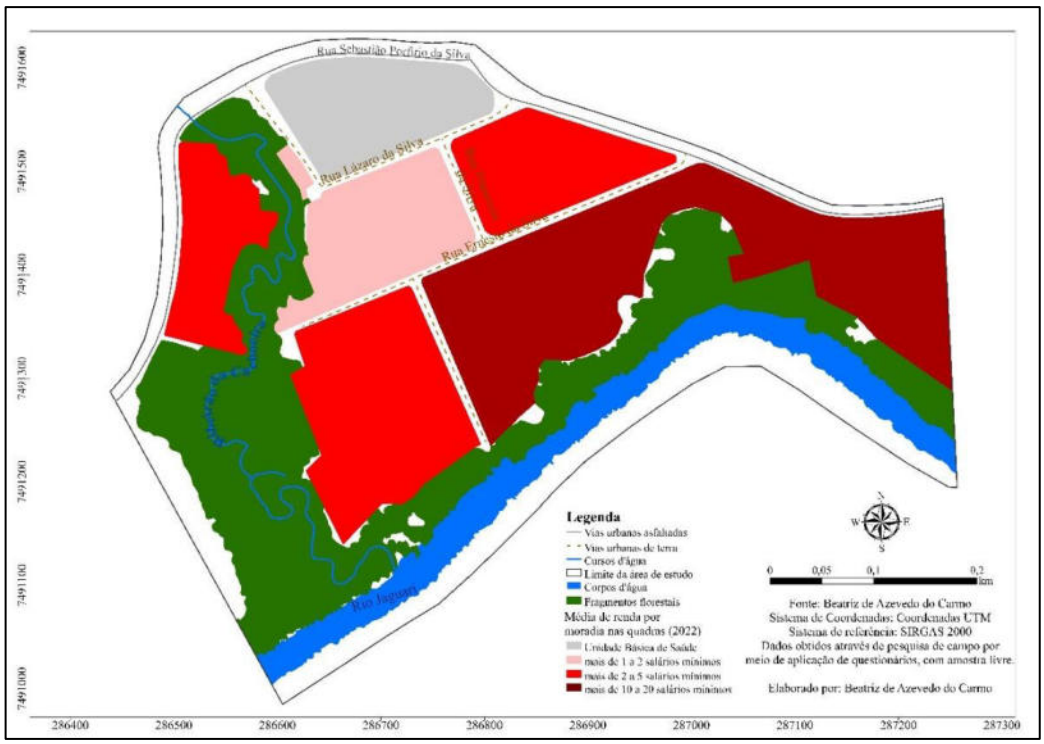


Fig. 5 Renda familiar dos moradores do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Para alcançar os dados expostos na figura foi realizada uma média com as respostas obtidas dos residentes em domicílios nas quadras. Com isso, observa-se que o quarteirão maior é o que detém os maiores rendimentos, além disso nesta mesma quadra foi questionado sobre a escolaridade e nesta localidade é justamente onde as pessoas possuem ensino superior. Além disso, nas áreas onde há os menores rendimentos são também as localidades que mais concentram pessoas nas habitações de 5 a 6 pessoas, bem como são também a parcela da população com os menores índices de escolaridade (a maior proporção com ensino fundamental ou médio incompleto, mais de 60% dos entrevistados). Quando esses dados são comparados aos modelos (MDS e MDT) é perceptível que as localidades mais altas do relevo são ocupadas pelas famílias com maiores rendimentos, enquanto as áreas mais baixas são ocupadas pelas famílias com menores rendimentos.

Neste quesito, pode-se dizer que a topografia do relevo tem condicionado o processo de ocupação via renda, já que esses dados quando comparados induzem a percepção de classes

sociais distribuídas pelo relevo através de seus rendimentos. Ou seja, pessoas com menores rendimentos ocupam a base do relevo, geralmente próximas dos cursos hídricos, e consequentemente, em área propícia a eventos hidrológicos (enchentes e enxurradas), enquanto a parcela da população que detém os maiores rendimentos ocupa as localidades mais altas no relevo. Destarte, entende-se que em decorrência do desenvolvimento e ocupação desiguais do espaço urbano, bem como na apropriação diferencial do relevo, neste caso fica em evidência o processo de segregação social e ambiental (Nascimento, 2012). Na Figura 6 é possível evidenciar as diferenciações entre as paisagens no topo e na base do relevo.



Fig. 6 Exemplo das habitações que remetem a topografia social

Na figura, as imagens 1 e 2 são marcadas pela existência de casas de alto padrão, as quais estão nas localidades com as maiores altitudes no relevo e, consequentemente, mais próximas das vias asfaltadas. Já as imagens 3 e 4, as localidades nas áreas mais baixas e mais próximas do ribeirão Cachoeira, é notório que as casas são mais simples e com terrenos menores, são exatamente aquelas que relataram sofrer com casos de enxurradas e enchentes intensas.

Conectando essa percepção com as questões correlatas as dimensões da vulnerabilidade social, Barbosa *et al*. (2019) estabelecem que ela é composta por três dimensões: o capital humano (escolaridade), a infraestrutura (coleta de lixo e saneamento básico) e a renda (rendimento mensal). Sob essa perspectiva o dado com relação aos rendimentos mensais, já estão elucidados no mapa, com relação a infraestrutura, parte da população relatou durante a aplicação dos questionários a falta de saneamento básico, em especial o esgoto, já que o abastecimento de água começou de forma efetiva no bairro a três anos. A maioria da população relatou que o bairro tem coleta de lixo normalmente.

Diante do exposto, é possível verificar que as dinâmicas físico-territoriais do bairro influenciam diretamente no surgimento das enxurradas e enchentes, tanto pelo processo de ocupação do relevo, como também pelas questões correlatas aos aspectos da rede de drenagem e escoamento superficial, situação esse que coloca a população em situação de risco. Contudo, quando essas questões são conectadas aos questionamentos e características da população, nota-se que ela se encontra em situação desiguais de vulnerabilidade socioambiental a enxurradas e enchentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa, as características da vulnerabilidade socioambiental no bairro Pinhalzinho, em Holambra, se dá por diversos fatores, haja vista que os esforços da gestão pública se concentram na manutenção do mercado turístico consolidado localmente e com influência nacional e internacional, pelo agronegócio de flores e plantas ornamentais. Entretanto, é imperioso reiterar que o processo de planejamento e gestão urbanos devem contemplar toda a população, uma vez que é papel do Estado dinamizar as relações urbanas e ofertar qualidade de vida aos citadinos em sua amplitude.

Em conjunto com as práticas de planejamento e gestão urbanos eficazes, é imprescindível a adoção de meios técnicos que propiciem a análise dos contextos urbanos das diversas realidades espacializadas. Tendo em conta que há a disponibilidade de pesquisas e equipamentos que contribuem com a aplicabilidade de tais técnicas, sob esta perspectiva, as geotecnologias trazem diversos ganhos a nível local para a análise, principalmente com dados de alta resolução, como é o caso das imagens advindas de ARP. Os MDS e MDT, podem ser considerados alguns dados básicos gerados por esse equipamento, sendo possível alcança-los com as aeronaves mais simples do segmento, tornando o seu custo benefício atrativo para a utilização em análises urbanas.

Diante dos resultados alcançados durante a realização desta pesquisa, é possível confirmar que os dados com alta resolução alcançados com a ARP são eficazes na localização e análise das áreas onde há a existência de problemas socioambientais urbanos, vide as áreas suscetíveis a enchente e enxurradas, principalmente a partir da utilização dos modelos de elevação, compreende-se que eles servem bem para localizar áreas expostas ao risco, mas é necessário a combinação de diversas técnicas para práticas eficientes de planejamento e gestão. Em decorrência do custo-benefício de sua operação e reavaliação do quadro urbano, tornam-se mais adequados a realidade de cidades pequenas, tendo em vista que as mesmas sofrem com a ausência de dados orbitais pela dificuldade de obtenção de produtos com alta resolução espacial e temporal.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa de mestrado que deu base para a construção deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

Aguiar, T. C. (2016) **Planejamento ambiental:** o desafio da interação sociedade/natureza., Consequência Editora, Rio de Janeiro.

Amaral, J. J. F. (2007) **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**, s/ editora, Fortaleza.

Barbosa, I. R., Gonçalves, R. C. B., Santana, R. L. (2019) Mapa de vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário. **Revista Brasileira Crescimento Desenvolvimento Humano**, (29), 48 – 56.

Bernardes, J. A., Ferreira, F. P. M. (2005) Sociedade e Natureza. In: Cunha, S. B., Guerra, A. J. T. **A questão ambiental:** diferentes abordagens. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

Carmo, B. A. (2022) **Os modelos digitais de terreno na caracterização da vulnerabilidade socioambiental a enchentes na periferia do espaço urbano de Holambra (SP) e as ações do planejamento urbano**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas (SP).

Freitas, M. I. C.; Cunha, L. (2013) Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana**, (5)1, 15 – 31.

Garcia, G. J. (2016) **Geotecnologias aplicadas ao planejamento e gestão ambiental**. Unesp/IGCE/CEAPLA, Rio Claro.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2012) Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Holambra (SP). **Relatório Técnico n. 131.179 – 205**, Holambra (SP).

Matias, L. F. (2005) Por uma economia política das geotecnologias. **X Encontro de Geógrafos da América Latina**, 8879 – 8899.

Nascimento, E. (2012) Produção de uma topografia social urbana. **Revista Mercator**, 11(26), 75 – 94.

Nunes, J. O. R., Sant'anna Neto, J. L., Tommaselli, J. T. G., Amorim, M. C. C. T., Perusi, M. C. A. (2006) A influência dos métodos científicos na Geografia física. **Terra Livre**, 2, 119 – 130.

Otero, E. V., Eltink, Y. (2016) Produção do espaço e legislação urbanística em uma pequena cidade metropolitana: Holambra-SP. **Boletim de Geografia**, 34, 63 – 80.

Rosa, R. (2005) Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do departamento de geografia**, 81-90.

Silva, D. Q. (2018) **Viabilidade e acurácia de VANT para monitoramento costeiro tridimensional**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Smith, N. (1988) **Desenvolvimento desigual**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ZONA URBANA DA CIDADE DA GUARDA, PORTUGAL

M. Elisabete S. Soares, Diwild D. D'Apresentação

RESUMO

Este artigo apresenta a análise da evolução e da dinâmica da ocupação do solo, no período 1995-2018, com base nas Cartas de Uso e Ocupação do Solo. Aplicou-se o estudo à zona urbana da cidade da Guarda e sua envolvente, localizada na Região Centro de Portugal. Realizou-se a análise quantitativa e qualitativa das alterações ocorridas nos períodos 1995-2007, 2007-2018, 1995-2018 para toda a área de estudo e também por freguesia. A metodologia consistiu: i) quantificar as classes de ocupação do solo para os três períodos; ii) analisar a evolução da ocupação e uso do solo, quantificando a variação para cada classe; iii) quantificar as transições de perdas e ganhos para cada classe, de forma a avaliar a dinâmica das classes ao longo do período temporal analisado. Os resultados obtidos permitiram avaliar, identificar, mapear e quantificar as alterações ocorridas na ocupação do solo da área de estudo entre 1995 e 2018.

1 INTRODUÇÃO

As alterações na ocupação e uso do solo, juntamente com o aumento da população global, resulta em alterações da paisagem o que poderá levar a consequências negativas para o meio ambiente e o bem-estar da população. A mudança rápida da ocupação e uso do solo é reconhecida como um dos principais fatores da alteração e do declínio dos ecossistemas e das condições ambientais, com consequências a vários níveis (Clerici *et al.*, 2014; Stellmes *et al.*, 2013). Esta mudança rápida é um dos principais fatores responsáveis pela degradação do solo, das mudanças climáticas, local e global, e também pelo aquecimento global do planeta. Tais mudanças também determinam em parte a vulnerabilidade de lugares e pessoas, da economia e das políticas, bem como o aumento da suscetibilidade aos riscos ambientais (Lambin *et al.*, 2001). De acordo com Marcucci (2000) as paisagens são uma combinação única de características físicas, culturais e locais, resultando das condições e eventos locais anteriores. Para compreender o território é necessário estudá-lo como um todo, tornando-se num desafio para os planeadores e os gestores do território.

O principal objetivo deste estudo consistiu em analisar e perceber as dinâmicas da ocupação do solo ocorridas ao longo do período temporal entre 1995 e 2018 com base nas Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) de 1995, 2007 e 2018 elaboradas para Portugal Continental, dando foco especial para a evolução da ocupação urbana. O estudo foi aplicado à zona urbana da cidade da Guarda e sua envolvente, localizada na Região Centro de Portugal Continental, abrangendo quatro freguesias: Guarda, Maçainhas, Arrifana e Casal de Cinza. A análise incidiu em toda a área de estudo e também para cada freguesia separadamente. Foram

consideradas cinco classes de uso e ocupação do solo, respeitantes ao 1.º nível hierárquico das COS de 1995, 2007 e 2018, havendo necessidade de agregar e reclassificar as classes relativas à COS 2018, de forma a uniformizar as respetivas nomenclaturas. A análise espacial desenvolveu-se com recurso a ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica. Realizou-se a análise quantitativa e qualitativa das classes de uso e ocupação do solo para os períodos 1995-2007, 2007-2018 e 1995-2018, bem como a avaliação da dinâmica das transições na ocupação das várias classes de uso e ocupação do solo. Com base nas alterações da ocupação do solo ocorridas, quantificaram-se as perdas e os ganhos entre as cinco classes avaliadas para os períodos 1995-2007 e 2007-2018, obtendo-se as matrizes de transições.

Este artigo encontra-se estruturado em cinco secções: a presente introdução; na secção dois faz-se um enquadramento geográfico da área de estudo; na secção três apresentam-se os dados e a metodologia utilizada no estudo; na secção quatro são apresentados os resultados obtidos e respetiva análise e discussão; na quinta secção apresentam-se as conclusões.

2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo incidiu sobre o território de quatro freguesias (Arrifana, Casal de Cinza, Guarda e Maçainhas) do município da Guarda, enquadrando-se geograficamente na Região Centro (NUTII) e na Sub-Região Beiras e Serra da Estrela (NUTIII) de Portugal Continental (NUTI), conforme se apresenta na Figura 1. Esta área abrange a cidade da Guarda, principal núcleo urbano do município, a qual se inclui na freguesia Guarda e restantes três freguesias como zonas da sua periferia.

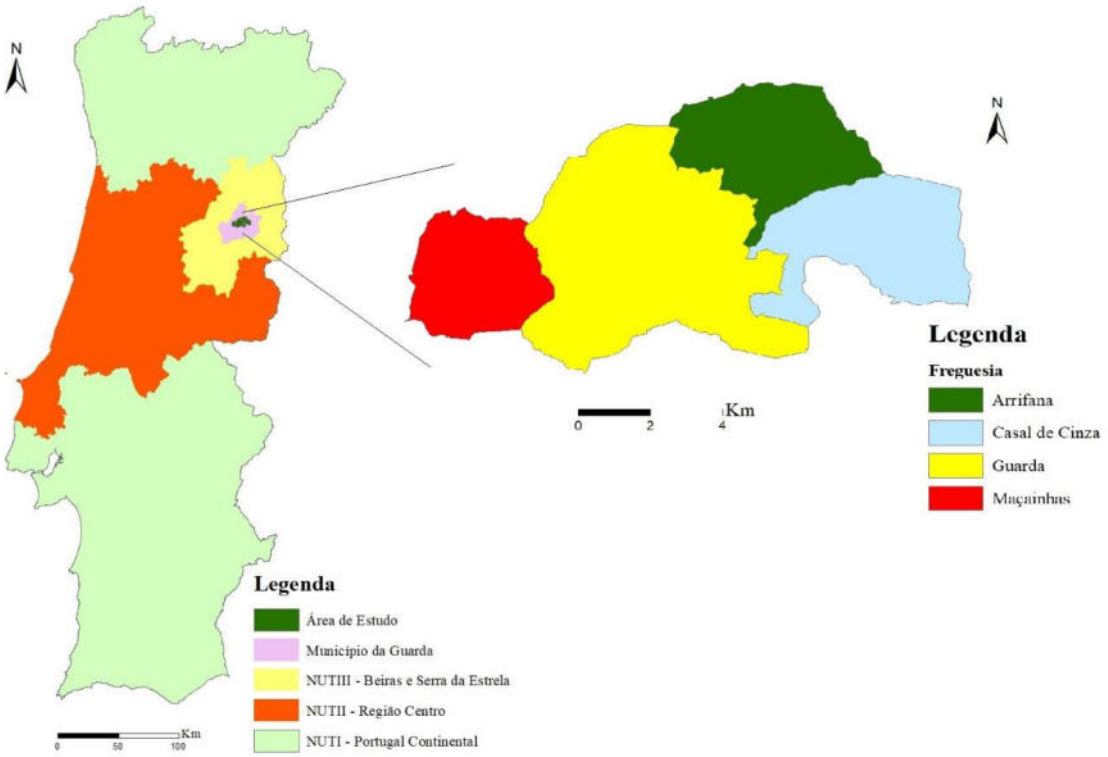


Fig. 1 Enquadramento geográfico da área de estudo
Fonte: DGT, 2023

A área de estudo tem um total de 28 456 habitantes (INE, 2022), de acordo com Censos de 2021, compreende uma área total de 83,65km^2 e possui uma densidade populacional total de

340,18hab/km^2. Como se pode observar na Tabela 1, a freguesia da Guarda apresenta a maior densidade populacional (702,10hab/km^2), seguida da freguesia de Maçainhas com um a densidade de 80,08hab/km^2. As freguesias de Arrifana e Casal de Cinza têm menores densidades populacionais, 35,08hab/km^2 e 26,88hab/km^2, respetivamente.

Tabela 1 Densidade populacional da área de estudo

Freguesia	N.º Habitantes	Área (km^2)	Densidade populacional (hab/km^2)
Arrifana	555	15,82	35,08
Casal de Cinza	483	17,97	26,88
Guarda	26 441	37,66	702,10
Maçainhas	977	12,20	80,08
Total	**28 456**	**83,65**	**340,18**

Fonte: INE, 2022

3 DADOS USADOS E METODOLOGIA

Como referido anteriormente, a análise desenvolvida baseou-se nas Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) relativas aos anos de 1995, 2007 e 2018, disponibilizadas pela Direção-Geral do Território (DGT). Selecionaram-se as datas de forma a que os períodos temporais fossem semelhantes. A nomenclatura da COS é constituída por um sistema hierárquico de classes de ocupação/uso do solo. A série cartográfica das COS 1995, 2007 e 2018 corresponde a uma cartografia de polígonos, em formato vetorial, que representam unidades de uso/ocupação do solo homogéneas. Cada polígono está classificado apenas com um código do nível hierárquico mais detalhado da nomenclatura. Esta informação tem uma exatidão temática maior ou igual a 85% e exatidão posicional melhor ou igual que 5,5 metros (DGT, 2018; DGT, 2019), apresentando a unidade mínima cartográfica de 1 hectare. Para simplificar a análise das alterações ocorridas no território consideraram-se apenas as classes de uso e ocupação do solo correspondentes ao 1.º nível hierárquico, que agrega todas as subclasses dos restantes níveis da hierarquia, das respetivas COS (1995, 2007, 2018), composto por um total de cinco classes (territórios artificiados, áreas agrícolas e agroflorestais, áreas florestais e espaços naturais, zonas húmidas e corpos de água). Houve necessidade de agregar e reclassificar as classes relativas à COS 2018, conforme mostra a Tabela 2, de forma a uniformizar e a criar cinco classes de acordo com a nomenclatura das COS de 1995 e de 2007. Para tal, foi tido como referência o número e a designação das classes do 1.º nível hierárquico da COS 1995. Assim, a análise desenvolvida incidiu sobre estas cinco classes de uso e ocupação, para as datas de 1995, 2007 e 2018.

Tabela 2 Agregação de classes do 1.º nível hierárquico da COS 2018

Nomenclatura da COS 2018 (original)	Nova nomenclatura
1. Territórios artificializados	1. Territórios artificializados
2. Agricultura	2. Áreas agrícolas e agroflorestais
3. Pastagens	
4. Superfícies agroflorestais	
5. Florestas	3. Áreas florestais e espaços naturais
6. Matos	
7. Espaços descobertos ou com pouca vegetação	
8. Zonas húmidas	4. Zonas húmidas
9. Massas de água superficiais	5. Corpos de água

Fonte: DGT, 2019

A metodologia foi aplicada para o conjunto das quatro freguesias (toda a área de estudo) e separadamente para cada uma das freguesias e consistiu em: i) cálculo da percentagem de ocupação de cada uma das classes (Equação 1) para as datas 1995, 2007 e 2018; ii) cálculo da taxa de variação de cada classe (Equação 2) nos períodos 1995-2007, 2007-2018 e 1995-2018; iii) cálculo das matrizes de transições e dos mapas de diferenças para cada classe ao longo dos períodos 1995-2007 e 2007-2018.

$$\text{Ocupação (\%)} = \frac{A_C}{A_T} \times 100 \quad (1)$$

Onde:
A_C – Área da classe de ocupação
A_T – Área total do território em análise

$$\text{Taxa de variação (\%)} = \frac{A_f - A_i}{A_i} \times 100 \quad (2)$$

Onde:
A_f – Área de ocupação da classe para o período final
A_i – Área de ocupação da classe para o período inicial

4 RESULTADOS OBTIDOS

O mapeamento das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo para os anos 1995, 2007 e 2018, apresentado na Figura 2, permitiu obter uma leitura geral do território em análise e perceber a distribuição espacial das respetivas classes para cada uma das datas.

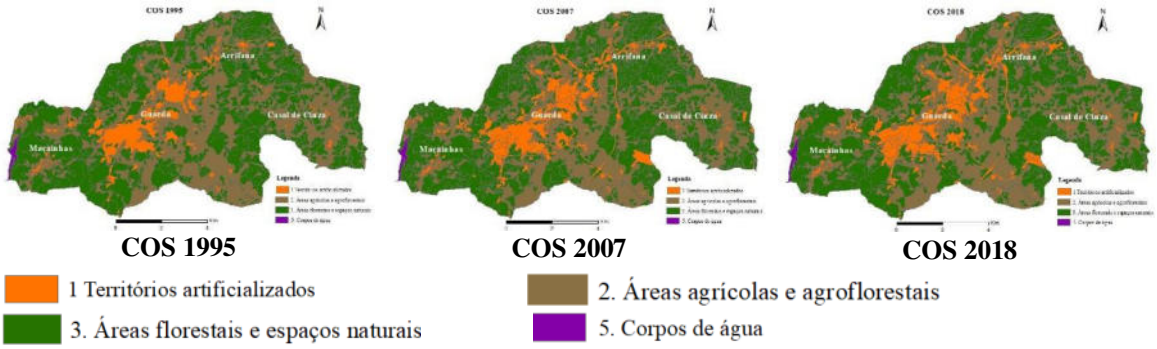


Fig. 2 Ocupação do solo em 1995, 2007 e 2018 na área de estudo
Fonte: DGT, 2018; DGT, 2019

Na Tabela 3 apresentam-se as áreas e respetivas percentagens de ocupação do solo relativas às cinco classes para a área de estudo e para as referidas datas. Dos valores apresentados na Tabela 3, verifica-se que as classes Áreas agrícolas e agroflorestais e Áreas florestais e espaços naturais ocupam mais de 85% do território da área de estudo. No período de 1995 a 2018 houve um crescimento de 4,15% dos territórios artificializados, verificando-se o seu maior crescimento no período de 1995 a 2007 com um aumento de 3,79%; as áreas agrícolas e agroflorestais decresceram 0,43%, havendo um decréscimo desta classe de 4,51% entre 1995 e 2007 e um aumento da sua ocupação de 4,08% entre 2007 e 2018; a classe áreas florestais e espaços naturais, no período de 1995 a 2018 decresceu em 3,71%, verificando-

se um crescimento de 0,72% entre 1995 e 2007 e uma diminuição de 4,43% entre 2007 a 2018. A classe de zonas húmidas não existe no território da área de estudo, pelo que todos os valores apresentados são nulos.

Tabela 3 Percentagem de ocupação do solo por classe nos anos de 1995, 2007 e 2018

	1995		2007		2018	
Classes de Ocupação Solo	**Área (ha)**	**%**	**Área (ha)**	**%**	**Área (ha)**	**%**
1. Territórios artificializados	729,67	8,72	1046,75	12,51	1076,18	12,87
2. Áreas agrícolas e agroflorestais	3046,47	36,42	2668,88	31,91	3010,55	35,99
3. Áreas florestais e espaços naturais	4557,87	54,49	4618,38	55,21	4247,28	50,78
4. Zonas húmidas	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5. Corpos de água	30,55	0,37	30,55	0,37	30,55	0,37
Total	**8364,56**	**100,00**	**8364,56**	**100,00**	**8364,56**	**100,00**

Fonte: DGT, 2018; DGT, 2019

A análise da ocupação dos territórios artificializados, de acordo com o gráfico apresentado na Figura 3, mostra que a ocupação desta classe cresceu em todas as freguesias entre 1995 a 2018, tendo havido um aumento mais expressivo no período de 1995 a 2007. A freguesia da Guarda é a que detém maior percentagem de área ocupada por esta classe ao longo de todo o período, o que se justifica por também ser a freguesia com maior número de habitantes (26 441), correspondendo a 93% da população total residente na área de estudo. De referir que a cidade da Guarda, sendo a sede do município, centraliza os principais serviços do concelho, concentrando a maior área residencial do território municipal.

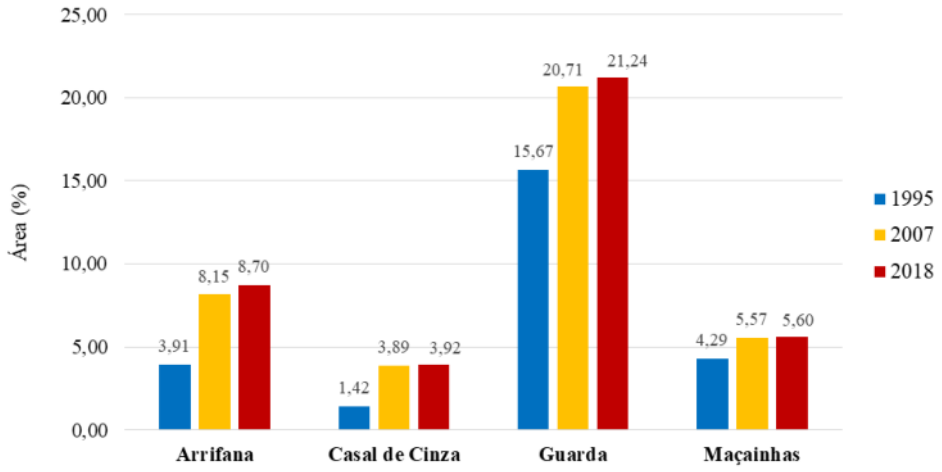


Fig. 3 Ocupação da classe Territórios artificializados nas quatro freguesias da área de estudo

Os territórios artificializados são uma categoria de territórios antropizados. Neste trabalho, utilizou-se a terminologia das Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal, onde territórios artificializados referem-se especificamente a áreas com modificações intensas, como urbanização e infraestruturas. Assim, enquanto todos os territórios artificializados são antropizados, nem todos os territórios antropizados são artificializados. Esta distinção é

importante para a precisão na classificação e análise das mudanças de uso do solo ao longo do tempo.

De um modo geral, os territórios artificializados nas freguesias da Guarda, Casal de Cinza e Arrifana têm menor representatividade para os três anos, quando comparado com as restantes classes, com exceção da classe Corpos de água na freguesia de Maçainhas, a qual possui a menor área (30,55ha), correspondendo a uma ocupação de 2,50% para todos os anos. Tratando-se da área da albufeira da Barragem do Caldeirão mantém-se constante, sendo esta a única freguesia em que existe este tipo de ocupação do solo. De salientar ainda que, para as 4 freguesias mantém-se a tendência da maior área de ocupação ser a classe das áreas florestais e espaços naturais, para todos os anos, com exceção da freguesia da Guarda no ano de 2018, em que a classe de maior representatividade foi a área agrícola e agroflorestais.

4.1 Evolução da ocupação do solo ao longo dos três períodos

Realizou-se a análise detalhada para cada classe de ocupação do solo ao longo dos três períodos 1995-2007, 2007-2018 e 1995-2018, para todo o território da área de estudo. Na Figura 4 apresenta-se graficamente as respetivas taxas de variação para cada classe de ocupação do solo nos períodos 1995-2018, 2007-2018 e 1995-2007.

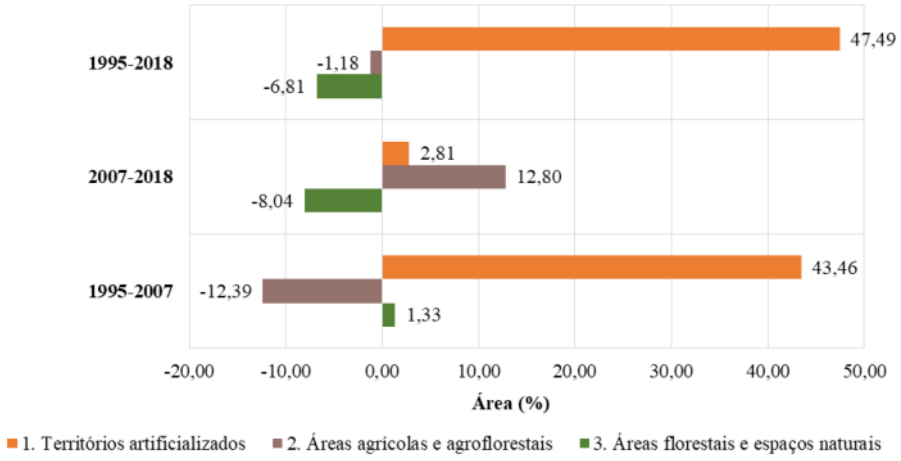


Fig. 4 Taxa de variação das classes de ocupação do solo para toda a área de estudo nos três períodos temporais

Os resultados (Figura 4) mostram que no período de 1995-2007 houve um crescimento de 43,46% dos territórios artificializados face ao território ocupado em 1995; as áreas florestais e espaços naturais tiveram um ligeiro aumento de 1,33%; as áreas agrícolas e agroflorestais tiveram um decréscimo de -12,39% de área ocupada. No período de 2007-2018 os territórios artificializados aumentaram de forma mais moderada, apresentando uma taxa de variação de 2,81%, relativamente a 2007. Contrariamente ao período anterior (1995-2007), as áreas agrícolas e agroflorestais tiveram um aumento significativo de 12,80 % e nas áreas florestais e espaços naturais houve uma redução da taxa de variação de -8,04%. No total, para o período de 23 anos (1995-2018), constata-se que os territórios artificializados são a classe que mais aumentou no território, com uma taxa de variação de 47,49% em 2018 face a 1995. Por outo lado, verificou-se que neste período, as classes Áreas agrícolas e agroflorestais e Áreas florestais e espaços naturais, tiveram uma diminuição da sua área de ocupação, com uma taxa de variação de -1,18% e – 6.81%, respetivamente. De salientar qua as restantes duas classes consideradas neste estudo, Zonas húmidas e Corpos de água, não sofreram

qualquer alteração na sua área de ocupação ao longo período analisado, conforme explicado anteriormente e apresentado na Tabela 3.

Calculou-se a taxa de variação da ocupação do solo por freguesia para cada uma das épocas: 1995-2007 (Figura 5), 2007-2018 (Figura 6) e 1995-2018 (Figura 7), de forma a analisar a dinâmica das ocupações por cada unidade administrativa. Desta análise, constata-se que no período 1995-2007 houve um acentuado crescimento na ocupação do solo por áreas artificializadas em todas as freguesias, destacando-se as freguesias de Arrifana e Casal de Cinza com uma taxa de variação superior a 100%, o que se justifica pela construção da plataforma logística e também de algumas vias rodoviárias, como a A23 e acessos à A25, bem como outro tipo de construções. Também a zona urbana das freguesias Guarda e Maçainhas se expandiu, como justificam as taxas de variação positivas relativas à classe de territórios artificializados. Por outro lado, verifica-se um decréscimo das áreas agrícolas e agroflorestais em todas as freguesias, com maior incidência na freguesia Arrifana.

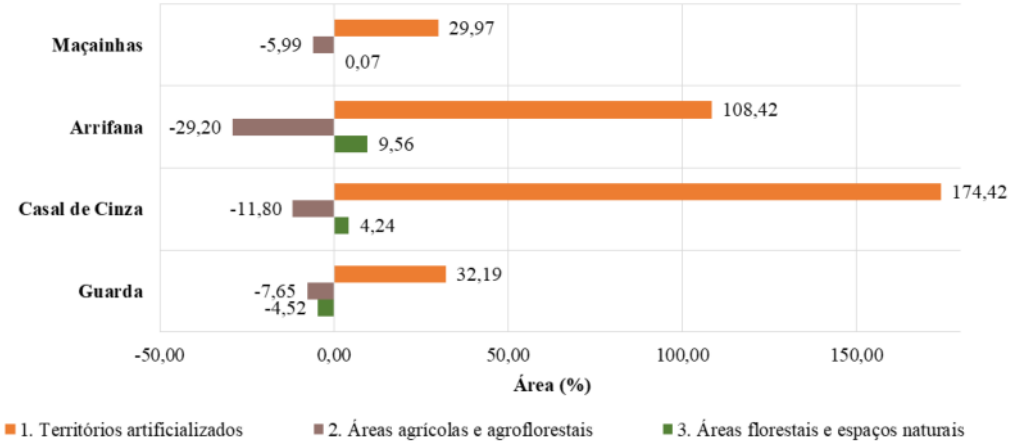


Fig. 5 Variação da ocupação do solo para o período 1995-2007

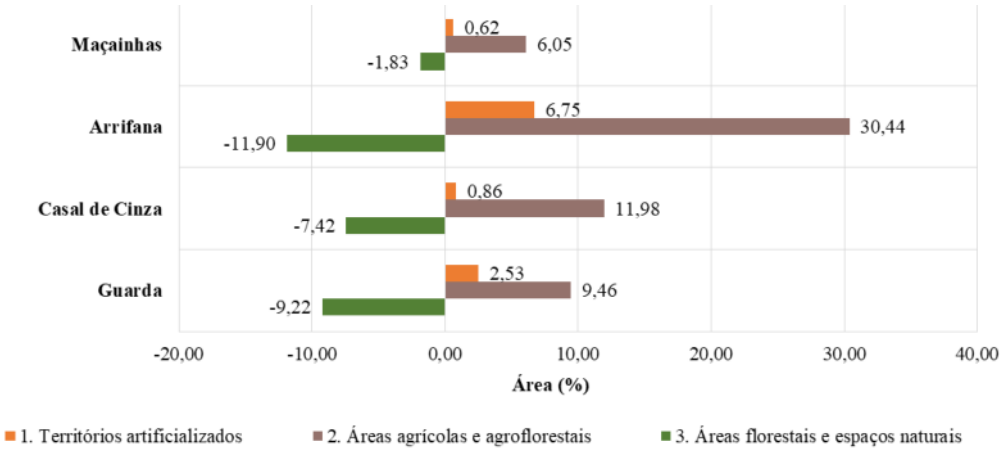


Fig. 6 Variação da ocupação do solo para o período 2007-2018

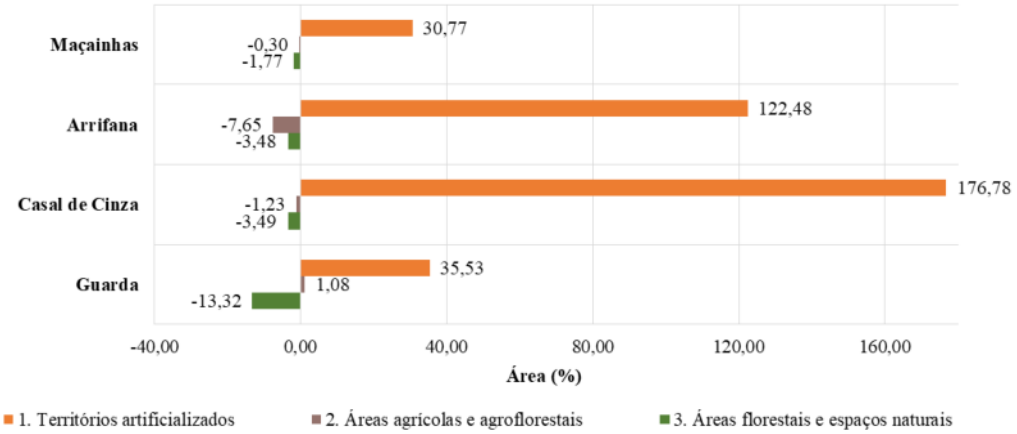


Fig. 7 Variação da ocupação do solo para o período 1995-2018

No período 2007-2018 verifica-se que as áreas agrícolas e agroflorestais aumentaram em todas as freguesias, destacando-se a freguesia Arrifana com uma taxa de variação de 30,44%. Também esta freguesia é a que apresenta maior crescimento das áreas artificializadas neste período, com uma taxa de crescimento de 6,75%. No entanto, registou uma perda de áreas florestais e espaços naturais de -11,90%. As restantes freguesias apresentam um comportamento análogo, com ganho de solo artificializado e de áreas agrícolas e agroflorestais e perda de áreas florestais e espaços naturais. Apesar das taxas de variação positivas das áreas agrícolas e agroflorestais, mostrando que houve um aumento destas áreas em todas as freguesias no período 2007-2018, tal não foi suficiente para evitar a perda de área ocupada por esta classe no período de 1995 a 2018, apresentando-se todas as freguesias com taxa de variação negativa. Também a classe áreas florestais e espaços naturais apresentam uma variação negativa para este período, sendo a freguesia da Guarda a que teve maior decréscimo (-13,32%). Por outro lado, verifica-se que as áreas artificializadas entre 1995 e 2018 aumentaram grandemente a sua área de ocupação, com taxas a variar entre 30,77% na freguesia Maçainhas, 35,53% para a freguesia Guarda, 122,48% para a freguesia Arrifana e 176,78% para a freguesia Casal de Cinza.

4.2 Dinâmica da ocupação do solo

Para uma melhor compreensão de toda a dinâmica de ocupação do solo na área de estudo, calcularam-se as matrizes de transições para os períodos 1995-2007 e 2007-2018, tendo-se sobreposto os dois mapas de cada uma das classes, obtendo-se classes de ocupação comum entre cada período (valores na diagonal das matrizes). As Tabelas 4 e 5 mostram a análise quantitativa das perdas e ganhos para cada classe de ocupação ao longo dos referidos períodos.

Pela análise das Tabelas 4 e 5 verifica-se que entre 1995 e 2007 ocorreu alteração do solo em 929,45ha em toda a área de estudo, mais 439,23ha que no período 2007-2018, ao longo do qual se alteraram 490,22 hectares. Entre 1995 e 2007 (Tabela 4) as áreas agrícolas e agroflorestais perderam um total de 554,47ha para os territórios artificializados (118,98ha) e para as áreas florestais e espaços naturais (435,49ha). Para perfazer os 2668,88ha totais de ocupação existentes no ano de 2007 (Tabela 3), ganhou 176,88ha das áreas florestais e espaços naturais, havendo uma perda efetiva de 377,59ha. As áreas florestais e espaços naturais perderam um total de 374,98ha, os quais contribuíram para o ganho dos territórios artificializados (198,10ha) e das áreas agrícolas e agroflorestais (176,88ha), mas ganhou

435,49ha das áreas agrícolas e agroflorestais, havendo um ganho efetivo de 60,51ha de território para esta classe, aumentado a sua área de 4557,87ha em 1995 para 4618,38ha em 2007. No total houve um ganho de 317,08ha dos territórios artificializados, 176,88ha de áreas agrícolas e agroflorestais e 435,49ha de áreas florestais e espaços naturais.

Tabela 4 Matriz de transições das classes de ocupação do solo entre 1995 e 2007 em toda a área de estudo

2007-1995	1. Territórios artificializados	2. Áreas agrícolas e agroflorestais	3. Áreas florestais e espaços naturais	4. Corpos de água	**Total (1995)**	**Total de Perdas (ha)**
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	
1. Territórios artificializados	**729,67**	0	0	0	729,67	**0**
2. Áreas agrícolas e agroflorestais	118,98	**2492**	435,49	0	3046,47	**554,47**
3. Áreas florestais e espaços naturais	198,10	176,88	**4182,89**	0	4557,87	**374,98**
5.Corpos de água	0	0	0	**30,55**	30,55	**0**
Total (2007)	1046,75	2668,88	4618,38	30,55	**8364,56**	**929,45**
Total de Ganhos (ha)	**317,08**	**176,88**	**435,49**	**0**	**---**	

Tabela 5 Matriz de transições das classes de ocupação do solo entre 2007 e 2018 em toda a área de estudo

2018-2007	1. Territórios artificializados	2. Áreas agrícolas e agroflorestais	3. Áreas florestais e espaços naturais	4. Corpos de água	**Total (2007)**	**Total de Perdas (ha)**
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	
1. Territórios artificializados	**1037,96**	2,3	6,49	0	1046,75	**8,79**
2. Áreas agrícolas e agroflorestais	16,38	**2608,77**	43,73	0	2668,88	**60,11**
3. Áreas florestais e espaços naturais	21,84	399,48	**4197,06**	0	4618,38	**421,32**
5.Corpos de água	0	0	0	**30,55**	30,55	**0**
Total (2018)	1076,18	3010,55	4247,28	30,55	**8364,56**	**490,22**
Total de Ganhos (ha)	**38,22**	**401,78**	**50,22**	**0**	**---**	

No período 2007 a 2018 (Tabela 5) verifica-se que os territórios artificializados perderam 8,79ha de área, a qual foi convertida para áreas agrícolas e agroflorestais (2,30ha) e áreas florestais e espaços naturais (6,49ha). Estas alterações ocorreram nas freguesias da Guarda

(6,21ha), Maçainhas (1,49ha) e Casal de Cinza (1,09ha). No entanto os ganhos superam as perdas, registando um ganho efetivo de 29,43ha de área neste período. O aumento da área desta classe de 1046,75ha (2007) para 1076,18ha (2018) foi conseguido pelo ganho às áreas agrícolas e agroflorestais (16,38ha) e às áreas florestais e espaços naturais (21,84ha). As áreas agrícolas e agroflorestais perderam neste período 60,11ha, sendo que 16,38ha passaram a ser território artificializado e 43,73ha áreas florestais e espaços naturais. No entanto, a classe áreas agrícolas e agroflorestais ganhou 399,48ha das áreas florestais e espaços naturais, havendo um ganho efetivo de 341,67ha. As áreas florestais e espaços naturais perderam um total de 421,32ha, distribuídos pelo território artificializado que ganharam 21,84ha desta classe e pelas áreas agrícolas e agroflorestais que ganharam os restantes 399,48ha. Apesar de ter havido um ganho total de 50,22ha de áreas florestais e espaços naturais, conseguidos às classes territórios artificializados (6,49ha) e áreas agrícolas e agroflorestais (43,73ha) o balanço é negativo, tendo havido uma perda efetiva de 371,10ha de área desta classe. O total de área ganha neste período foi de 38,22ha para os territórios artificializados, 401,78ha para as áreas agrícolas e agroflorestais e 50,22ha para as áreas florestais e espaços naturais.

As Figuras 8 e 9 apresentam os mapas de transições para o território artificializado nos períodos 1995-2007 e 2007-2018, respetivamente, onde se observa a distribuição espacial das áreas ganhas e as respetivas classes que contribuíram para o ganho, perdendo área.

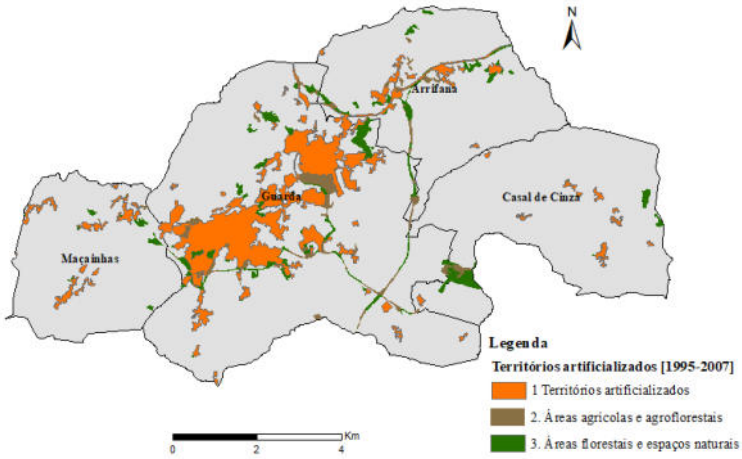


Fig. 8 Mapa de transições da classe territórios artificializados entre 1995 e 2007

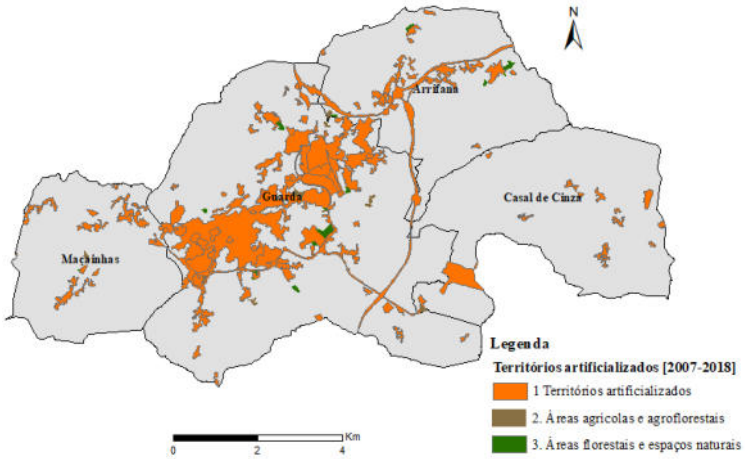


Fig. 9 Mapa de transições da classe territórios artificializados entre 2007 e 2018

Em suma, as variações da área de ocupação para cada classe nos três períodos analisados mostram um aumento dos territórios artificializados em todas as freguesias, sendo que, nos períodos de 1995-2007 e 1995-2018 nas freguesias Casal de Cinza e Arrifana, apresentaram grandes valores de variação (174,42%, 108,42% e 176,78% 122,48%, respetivamente) por conta da redução das outras duas classes. No período 2007-2018 houve um pequeno aumento desta classe de ocupação nas freguesias Guarda, Casal de Cinza e Maçainhas. A freguesia Arrifana não registou perdas neste período, tendo tido um aumento da área artificializada com uma taxa de variação de 6,75 %. Constata-se que, para toda a área de estudo, o período 1995-2007 foi o que registou maior crescimento urbano em todas a freguesias. As áreas agrícolas e agroflorestais no período 1995-2007 apresentaram redução de área de ocupação em todas as freguesias, com valores de perdas superiores a 5%; já no período de 2007 para 2018 registou-se uma dinâmica inversa, com recuperação de áreas em todas as freguesias, mesmo assim inferior à área perdida. Relativamente às áreas florestais e espaços naturais, no período 1995-2007, registou-se um aumento, com exceção da freguesia da Guarda, onde houve uma redução de 4,52 %. No período 2007-2018 esta classe apresentou uma redução nas áreas de ocupação nas quatro freguesias. Ao longo dos 23 anos (1995-2018) as áreas agrícolas e agroflorestais sofreram uma redução nas freguesias de Casal de Cinza, Arrifana e Maçainhas, havendo um aumento da área desta classe na freguesia da Guarda; as áreas florestais e espaços naturais sofreram uma redução em todas as freguesias, sendo a maior perda na freguesia da Guarda. Em Apresentação (2023) pode ser consultada uma análise detalhada para cada freguesia da área de estudo.

5 CONCLUSÕES

A análise da dinâmica do uso e ocupação do solo para a área de estudo permitiu observar que, apesar de no período temporal 1995-2018 terem ocorrido diversas alterações no território, a área de estudo continuou a ser bastante caracterizada pela forte presença de áreas florestais e espaços naturais, bem como áreas agrícolas e agroflorestais. Estas duas classes surgem também como as mais suscetíveis à perda de área para a outras classes, principalmente para a formação de territórios artificializados. Esse fenómeno é verificado ao longo dos três períodos analisados. A classe dos territórios artificializados assume ao longo dos anos um efeito crescente em todas as freguesias, contribuindo para um aumento da dispersão urbana. Com base na análise da dinâmica de ocupação do solo foi possível observar que ao longo do tempo houve o desenvolvimento de novas áreas comerciais; rede viária e espaços associados; indústrias; pedreiras; parques e jardins; instalações desportivas e principalmente construção de edifícios. É também possível perceber uma diminuição das atividades relacionadas com agricultura e culturas temporárias entre 1995 e 2007, mas no período 2007-2018 registou-se um maior investimento nessas áreas. No caso das áreas florestais e espaços naturais houve um aumento no período 1995-2007. Assim, destaca-se o aumento dos territórios artificializados por conta da redução de outras classes, em especial as áreas agrícolas e agroflorestais e áreas florestais e espaços naturais, sendo o período 1995-2007 o que apresentou maior crescimento urbano em todas as freguesias. No período 2007-2018 verificou-se uma recuperação da área relativa a zonas agrícolas e agroflorestais, havendo uma redução da ocupação da área florestal e espaços naturais.

A utilização de dados mais recentes poderá tornar o estudo mais atual e preciso, no entanto, acredita-se que as principais conclusões seriam idênticas, pois na área em estudo o período de seis anos será pouco relevante para o objetivo proposto neste trabalho. Esta poderá ser uma análise futura a desenvolver, bem como a introdução de outros fatores referentes ao

território. Poderá também ser interessante a inclusão de subclasses relativas ao solo artificializado, de forma a avaliar-se com maior detalhe a dinâmica da ocupação desta classe.

Portanto, as métricas e transições levantadas no estudo têm como objetivo principal fornecer uma base sólida para a análise das mudanças no uso do solo, apoiar a tomada de decisões informadas em políticas de planeamento e gestão territorial, e sim, potencialmente servir como base para o desenvolvimento de modelos preditivos que possam antecipar futuras mudanças e seus impactos.

6 REFERÊNCIAS

Apresentação, D. (2023) Análise da evolução da ocupação do solo na zona urbana da Guarda e sua envolvente. **Relatório de Projeto de Licenciatura**. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico da Guarda, Guarda, Portugal. https://bdigital.ipg.pt/dspace/handle/10314/9252.

Clerici, N., Paracchini, M. L. e Maes, J. (2014) Land-cover change dynamics and insights into ecosystem services in European stream riparian zones. **Journal of Ecohydrology & Hydrobiology** 14, 107-120. doi:10.1016/j.ecohyd.2014.01.002.

DGT (2018) Especificações técnicas da Carta de uso e ocupação do solo de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010 e 2015. **Relatório Técnico**. Direção-Geral do Território, Lisboa, Portugal.

DGT (2019) Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal Continental para 2018. **Relatório Técnico**. Direção-Geral do Território, Lisboa, Portugal.

DGT (2023) **Carta Administrativa Oficial de Portugal** (CAOP 2023). Direção-Geral do Território: Lisboa, Portugal. https://www.dgterritorio.gov.pt/ (consultado em maio de 2024).

INE. (2022) **Censos 2021 - Portugal.** Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.

Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skånes, H., Steffen,W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C. e Xu, J. (2001) The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change** 11, 261-269. doi:10.1016/S0959-3780(01)00007-3.

Marcucci, D.J. (2000) Landscape history as a planning tool. **Journal of Landscape and Urban Planning** 49, 67-81. doi:10.1016/S0169-2046(00)00054-2.

Stellmes, M., Röder, A., Udelhoven, T. e Hill, J. (2013) Mapping syndromes of land change in Spain with remote sensing time series, demographic and climatic data. **Journal of Land Use Policy** 30, 685-702. doi:10.1016/j.landusepol.2012.05.007.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA GESTÃO DAS ÁGUAS: OFICINAS DE CO-DESENHO COM A COMUNIDADE NA CIDADE DO PARANOÁ-DF

O. V. R. Nunes, M. C. L. Bezerra, V.C. Messias, J. C. C. Santana e C. A. F. Camelo

RESUMO

O artigo contempla o princípio da participação social na adoção de Soluções Baseadas na Natureza para responder os desafios socioambientais na cidade do Paranoá, Distrito Federal, Brasília, Brasil. Trata-se de área de recarga de aquíferos com poucas áreas verdes e padrão urbanístico que não dialoga com sua base ecológica. O método contempla análise técnica e comunitária em 3 oficinas, envolvendo: compreensão dos problemas e das demandas da comunidade; discussão de soluções para nivelamento de repertorio e expectativas; e definição de zoneamento realizado em co-desenho. De modo geral a análise técnica priorizou o entendimento da dinâmica das águas e a comunitária trouxe as necessidades dos moradores em relação ao ambiente urbano. Como resultado as duas visões se expressão em intervenções nas escalas meso e micro que promovem os serviços ecossistêmicos: oferta de alimentos, regulação do ambiente com vegetação, dotação de espaços de convívio e culturais além da necessária infiltração das águas.

1 INTRODUÇÃO

Discutir e propor intervenções que adotem abordagens no contexto das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) exigem um olhar diferente se consideradas as condições das cidades de urbanização desigual e aquelas para onde sua base conceitual e metodológica foi concebida, o Norte Global. Os aspectos sociais são tão ou mais relevantes para a população do que os ecológicos. Temas relativos as carências de infraestrutura urbana, mesmo em suas formas tradicionais e a ocupação de áreas de fragilidade ambiental de forma irregular, tornam mais difíceis a tarefa de promover sustentabilidade ecológica a essas localidades.

Entretanto, os desafios urbanos presentes em de cidades do Sul Global, como enchentes e secas urbanas extremas, deslizamentos de terra, ondas de calor e perda de biodiversidade exigem uma reconsideração dos valores e soluções de planejamento urbano para a adaptação e resiliência das cidades protegendo as comunidades e a natureza. Por tudo isso, nunca se discutiu tanto, mesmo a nível coloquial, a necessidade de renaturalizar as cidades. Apesar de parecer contemporânea, essa pauta não é tão atual assim no meio acadêmico onde se pode retroceder algumas décadas para encontrar as bases de um ordenamento territorial urbano

que leve em consideração os fatores do meio físico biótico incluindo o tema da participação das comunidades. É possível apontar uma série de contribuições conceituais e práticas oriundas de arquitetos da paisagem, urbanistas e ecólogos urbanos como Patrick Geddes (Ecologia Urbana do século 1900), Frederick Law Olmsted (Sistema de Parques do século 1900), Ebenezer Howard (Cidade Jardim de 1902), Anne W. Spirn (Jardim de Granito de 1884) e Ian McHarg (Desenho com a Natureza de 1969).

Tendo ficando em segundo plano tais considerações forma recentemente, a partir dos anos 1990, retomadas e atualizadas com abordagens interdisciplinares relacionadas aos ecossistemas urbanos visando o aumento da resiliência e adaptabilidade das ocupações humanas no rastro das discussões sobre sustentabilidade. De forma sintética pode-se elencar a Infraestrutura Verde (Bonzi, 2013 e Meneguetti, 2017 assim como citados em Pellegrino e Moura, 2017; Firehock e Walker, 2019; Ahern, 2007), Ecologia Urbana (Forman, 2014), Infraestrutura da Paisagem (Bélanger, 2017), Urbanismo da Paisagem (Waldheim, 2016), Ecologia da Restauração (Hobbs e Harris, 2001; Wu e Hobbs, 2007), Desenho sensível a água (*Water Sensitive Urban Design* -WSUD e LID - *Low Impact Development*), todas abordagens que compõem o que posteriormente se passa a denominar como Soluções Baseadas na Natureza (SbN) (Scotti *et al.*, 2016).

O conceito amplo de SbN que em muito apoia a ideia da consideração dos Serviços Ecossistêmicos nas ações de planejamento urbano pode ser enunciado como exposto em 2009 pela IUCN (Cohen-Shacham *et al.*, 2016; Marques *et al.,* 2021, p. 16), como um conceito que diz respeito às ações para proteger, gerenciar e restaurar (ecossistemas naturais ou modificados), de modo sustentável, com objetivo de enfrentar os desafios sociais, de forma eficaz e adaptativa, fornecendo, simultaneamente, bem-estar humano e benefícios da biodiversidade. Esse conceito em 2013, é amplificado pela Comissão Europeia (CE) com o intuito de nortear os países membros a rever suas estratégias de ordenamento territorial.

Para Cohem-Shacham *et al.* (2016), o termo SbN pode ser definido e usado em inúmeras maneiras diferentes. Por exemplo, enquanto a UICN enfatiza a necessidade de se considerar um ecossistema bem gerido ou restaurado para ser considerada uma SbN, a definição da Comissão Europeia é um pouco mais ampla e dá mais ênfase à aplicação de soluções que não apenas usam a natureza, mas também se inspiram e apoiam a natureza. É daí que se tem hoje as SbN como sendo uma abordagem mais ampla que envolve as demais abordagens que visam promover a resiliência urbana com vários autores enfatizando mais ou menos os aspectos de cada caso particular de atuação. Assim, temos tanto enunciado que apontam uma rede interconectada de espaços verdes e naturais que conservam os valores e funções dos ecossistemas, proporcionando benefícios à população local (Caiche, 2021; Fernandes, 2022; Guimarães, 2018); como outros que nomeiam intervenções de baixo impacto ecológico e alto desempenho, seguindo princípios como o uso de paisagens multifuncionais, flexibilidade e conectividade dos sistemas (Guimarães, 2018; Herzog, 2010). E ainda os que destacam que além dos benefícios ecológicos deve-se considerar fatores sociais, como bem-estar, erradicação da pobreza, desenvolvimento socioeconômico e governança (Eggermont *et al.*, 2015 como citado em Pereira, 2021).

Por esse motivo, Bezerra (2020) destaca que se deve ter em conta um viés comum qual seja soluções que promovam o metabolismo urbano circular[1] e, que estejam a serviços da

[1] Dois modelos sintetizam essa leitura do espaço urbano: metabolismo linear e circular. O linear traduz a forma tradicional de construirmos cidades num contínuo de consumo de recursos naturais e produção de resíduos. Já o metabolismo circular considera que a entrada de insumos (recursos naturais) e saída de resíduos ocorre de

promoção de uma cidade resiliente. Em todo caso as várias abordagens devem considerar a realização de intervenções que visem a promoção da renaturalização das cidades. Dito isso, pode-se dizer que hoje existem muitas pesquisas que tratam dessas várias abordagens, tanto conceitual como de princípios e seus benefícios. Entretanto, adentrando nos princípios recorrentes (Bezerra e Sant'anna, 2021): multiescalaridade, interdisciplinaridade, multifuncionalidade, conectividade e participação social é possível dizer que o menos explorado nas experiências reportadas se refere a forma de como envolver a comunidade na construção de intervenções que visem a renaturalização das cidades. Sendo um desafio maior nas cidades de urbanização desigual onde a lista de carências urbanas é de diferentes ordens e muitas vezes se sobrepõe a necessidade imediata da população em proteção da natureza. São demandas legitimas que devem ser articuladas.

A experencia que se relata no artigo advém de um projeto de pesquisa e extensão do Laboratório da Paisagem da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília realizado em parceria como o Politécnico de Milão. O trabalho se desenvolveu junto à comunidade cidade do Paranoá no Distrito Federal, distante 20 km do Plano Piloto de Brasília (centro da capital do Brasil). Trata de um método de participação social para adoção das soluções que ampliem a infiltração das águas na cidade que se encontram sobre uma área de recarga de aquíferos e visa, portanto, um *retrofit* urbano para melhoria dos serviços ecossistêmicos hídricos em uma comunidade de baixa renda e periférica,

O método utilizado nesta pesquisa combinou análises técnicas e de participação da comunidade, visando desenvolver soluções integradas e culturalmente sensíveis para os desafios ambientais e socioeconômicos enfrentados pela cidade do Paranoá. Inicialmente, procedeu-se uma análise das condições físicas e urbanas da cidade do Paranoá, com foco especial nos problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos e à impermeabilização do solo. Foram utilizadas ferramentas técnicas e análises para entender a situação atual da cidade e identificar áreas prioritárias para intervenção.

Iniciou-se uma interação direta com os moradores locais por meio de eventos comunitários e oficinas participativas. Durante esses eventos, foram discutidos os problemas enfrentados pela comunidade em relação ao meio ambiente e à qualidade de vida. A participação ativa dos moradores permitiu uma compreensão mais profunda das necessidades e expectativas da comunidade em relação à melhoria do ambiente urbano.

A identificação das principais demandas da comunidade foi utilizada para elaborar propostas de intervenção na paisagem urbana, com foco na promoção dos serviços ecossistêmicos hídricos e na melhoria da qualidade de vida da população. As propostas foram desenvolvidas levando em consideração tanto as necessidades técnicas quanto as preferências e sugestões da comunidade. Com esses dados, elaborou-se projetos de intervenção na paisagem visando dar luz a novas visões sobre a relação entre a natureza e a cidade.

2 CONTEXTO DA OCUPAÇÃO URBANA DO PARANOÁ E SUA DEMANDAS PARA PROTEÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

No âmbito das políticas públicas as discussões sobre os problemas hídricos que veem enfrentando as cidades no Brasil dão maior visibilidade ao alto consumo *per capita* da água

modo a maximizar os processos de reaproveitamento e reciclagem, com soluções que se assemelham ao comportamento natural do ambiente. A lógica da implementação de um metabolismo circular seria reduzir a pegada ecológica (Bezerra, Oliveira, Koide, Costa, 2023).

em determinadas regiões, perdas vinculadas ao sistema de distribuição e o manejo de águas pluviais, em especial as discussões da drenagem urbana sustentável. No entanto, pouco se discutiu sobre as formas de ocupação nas cidades, pautadas em altas taxas de impermeabilidade, esse assunto permanece invisível na pauta da problemática hídrica urbana no país, o que demonstra pouca compreensão sobre a dinâmica dos ecossistemas urbanos (Alberti, 2019) e sobre o potencial das áreas verdes urbanas como componentes de articulação com as infraestruturas ecológicas potenciais.

No Distrito Federal a crise hídrica premente começou a ser demonstrada em sua gravidade a partir dos estudos do Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal (ZEE-DF)[2], Lei nº 6.269/2019, iniciados em 2010, onde eram apontados os riscos de racionamento para os anos posteriores. Esses estudos no âmbito da política ambiental não têm se refletido em alterações das políticas urbanas. No decorrer dos estudos da Matriz Ecológica do ZEE-DF foram apontados riscos ecológicos das formas de urbanização sobre as áreas de recarga de aquíferos aqui utilizados como base dos estudos da área do Paranoá.

2.1 Leitura técnica sobre a proteção e promoção dos serviços ecossistêmicos hídricos

A cidade do Paranoá é uma das áreas do DF que está sobre uma região de recarga de aquíferos com poucas áreas verdes e com um padrão urbanístico que não dialoga com sua base ecológica. Atualmente na área de ocupação urbana da RA Paranoá existem cerca de 0,66 km² de área verde dentre esse total 0,11 km² se inserem no padrão de área pública onde se encontram praças, canteiros do sistema viário e áreas *non aedificand* gramadas. As áreas verdes privadas, são quase inexistentes, pois os parâmetros urbanos preconizados pela legislação de uso do solo distrital possibilitam, para a região, a taxa de ocupação total do lote, inexistindo taxas de permeabilidade. Em síntese nem no que se refere ao padrão urbanístico de áreas públicas e privadas nem nos parâmetros de ocupação dos lotes as normas dialogam com a condição do Paranoá está em uma área de recarga de aquíferos (Oliveira, 2022).

A principal categoria das áreas públicas identificada foi a de praças, quando foram contabilizadas 36 praças públicas na cidade que possuem um padrão semelhante de ocupação: mobiliário como quadras poliesportivas impermeáveis, parques infantis, pergolados - exceto em uma das praças, localizada no centro da cidade, que possui uso diverso das demais. Entretanto, do ponto de vista do tratamento, são semelhantes por possuir áreas seladas, espécies arbóreas exóticas e áreas impermeáveis, além de uma cobertura que pouco contribui para a provisão hídrica. Do total das 36 praças constatou-se que 39.489,75 m² são de superfícies impermeáveis, considerando as quadras poliesportivas, o calçamento e as áreas livres com material impermeável; 3.548,84 m² são de áreas compactadas com solo exposto e 27.928,44 m² representam cobertura vegetal do tipo gramíneas e/ou arborização.

No que se refere as possiblidades de aumento das áreas de infiltração, Oliveira (2022) estudou cenários onde simulou as possiblidades de redução da impermeabilização obtendo, para áreas públicas e privadas as situações expostas na Tabela 1. Esses dados nos mostram onde é mais oportuno intervir para iniciar um processo de *retrofit* urbanístico da cidade.

[2] Trata-se de um instrumento de planejamento territorial que visa conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. O Zoneamento Ecológico-Econômico define as áreas onde determinadas atividades podem ser desenvolvidas, levando em consideração as características ambientais, econômicas e sociais de uma região específica. No contexto do Distrito Federal, o ZEE busca equilíbrio entre a preservação do bioma cerrado e o desenvolvimento urbano e rural.

Tabela 1 Cenários urbanos com áreas verdes públicas e privadas no Paranoá

Cenários	Áreas Impermeáveis	Áreas Permeáveis
Cenário 1 - Atual	2,23 km²	0,11 km²
Cenário 2 - Área Verde Privada (taxa 20)	2,06 km²	0,28 km²
Cenário 3 - Área Verde Privada + Área Verde Pública	1,80 km²	0,54 km²
Cenário 4 - Atual + Parque	1,86 km²	0,48 km²
Cenário 5 - Área Verde Privada + Parque	1,68 km²	0,65 km²
Cenário 6 - Área Verde Privada + Área Verde Pública + Parque	1,80 km²	0,92 km²

Fonte: Oliveira, A.N. (2022)

2.2 Leitura comunitária sobre os problemas socioambientais da cidade

As oficinas, ações de caráter multidisciplinar e sócio participativo, foram os eventos adotados como estratégia para reunir os residentes, autoridades municipais, especialistas e demais *stakeholders* no Centro de Cultura e Desenvolvimento do Paranoá (CEDEP). O trabalho se fundamentou no diagnóstico técnico para discutir sobre a importância dos serviços ecossistêmicos hídricos, da preexistência de áreas de recarga de aquíferos na cidade do Paranoá e da fundamental relevância da aplicabilidade de técnicas urbanas para ampliar as taxas de permeabilidade do solo e fomentar à recarga natural dos aquíferos. Se seguiu uma explanação sobre soluções baseadas na natureza e suas possiblidades para melhoria de infraestruturas, espaços públicos e inserção da natureza na cidade.

As oficinas foram desenvolvidas para responder a seguinte questão motivadora: Quais são as visões da natureza e as expectativas da SbN dos grupos sociais locais? Em três momentos se discutiu: 1) Paranoá mais verde: discussão sobre o uso das áreas verdes e praças; 2) A natureza e você e 3) Infraestrutura verde para soluções de gestão das águas no para Paranoá

Na primeira rodada, intitulada “Paranoá mais verde: discussão sobre o uso das áreas verdes e praças”, cada morador pode relatar sua percepção dos espaços públicos e se visava identificar os problemas associados aos espaços públicos em termos e drenagem, uso e manutenção das áreas e presença da natureza. Os pontos que recorreram foram:

- Problemas de segurança que impede o uso dos espaços públicos;
- Predominância de equipamentos esportivos, o qual limita o público para uma maioria jovens do sexo masculino;
- Poucos mobiliários urbanos, como bancos e equipamentos de ginástica, por vezes deteriorados e/ou depredados;
- Baixa cobertura vegetal e predomínio de áreas impermeabilizadas;
- A avenida central com conflitos de uso nos espaços destinados aos pedestres, estacionamentos, comércio nas calçadas, bicicletas e etc.

Na segunda rodada, intitulada “A natureza e você”, buscou-se sensibilizar os moradores sobre o que são soluções baseadas na natureza apresentando-lhes várias soluções adotadas em outras localidades, as quais, solucionavam um problema de infraestrutura e que criava um espaço de lazer e de permanência para a cidade. A pergunta motivadora foi: O que é natureza para você? Como meio de interação cada um dos participantes pôde responder à pergunta, permitindo assim a criação de repertório com possíveis soluções. Como resultado

surgiram tanto situações ideais do que se imaginava poder existir na cidade como também lugares na cidade onde eles consideravam necessária a presença de natureza. Os pontos recorrentes foram:

- O parque vivencial do Paranoá é um espaço de convivência que transmite sensação de segurança e pertencimento aos moradores. Contudo, o parque não está integrado a cidade;
- A área de bosque composta por pinheiros foi mencionada como um espaço de natureza, porém como um lugar ermo e inseguro;
- Pouca presença de cobertura vegetal na cidade consolidada do Paranoá e na região do Paranoá Parque.

Na última rodada, intitulada "SbN como resposta a gestão das águas no para Paranoá", objetivou-se a co-criação. Nesta dinâmica os moradores foram divididos em dois grupos e acompanhados pelos mediadores, foram marcando em um mapa da cidade possíveis intervenções para solucionar os problemas que apontaram e criar lugares que contassem com natureza para gerar os efeitos apontados como desejáveis por eles. Os dois grupos produziram os mapas onde se destacaram as seguintes intervenções:

- Ao longo da avenida Paranoá priorizar as calçadas para pedestres, em detrimentos dos estacionamentos e implantar soluções de drenagem associadas a natureza (redução de impermeabilização);
- Criar área de baixa impermeabilização na praça da igreja com pisos permeáveis, inserção de cobertura vegetal que favoreça sombreamento e implantar soluções de drenagem, de modo a reduzir a temperatura local, além de implantar espaço destinado aos artesãos locais;
- Inserir espécie arbórea nos espaços público, do tipo frutífera e floral;
- Implantar no canteiro entre o Paranoá e o Paranoá Parque intervenções viárias a fim de que as ruas sejam conectadas, pois atualmente encontra-se segmentadas, utilizando como estratégias corredores verdes.

2.3 Síntese das discussões e referências para elaboração do projeto de intervenção

A população reafirmou a preexistência de espaços públicos impermeabilizados gerando ilhas de calor e a predominância de áreas destinadas a práticas esportivas, a qual segundo os moradores, restringem o uso dos espaços aos mais idosos e as mulheres, pois o tratamento do espaço é voltado ao público jovem do sexo masculino. Ao mesmo tempo foi reafirmado a necessidade de espaços públicos capazes de oferecer serviços e atividades para todas as faixas etárias, uma vez que atualmente os espaços públicos e livres não apresentam serviços atrativos e são voltados em sua maioria para rapazes com oferta de quadras esportivas.

Forma discutidas a integração entre as áreas de mais antiga ocupação da cidade com as mais recentes e com o parque ecológico que, está próximo, mas apartado da estrutura urbana. A proximidade com o Lago Paranoá foi discutida bem como as áreas de reflorestamentos que ainda existem nas redondezas, esses aspectos levaram a uma setorização e intervenções para consolidação ações na mesoescala. Do ponto de vista interno a área urbana, microescala, as vias e praças foram avaliadas em relação ao seu entorno e necessidades da população sendo que a avenida Paranoá, a principal da cidade, foi assumida como o grande eixo integrador. No que se refere a cobertura vegetal a comunidade apresentou a necessidade da implantação de espécies arbóreas do tipo floral e frutíferas de preferência nativas do cerrado nas vias urbanas e em frente aos blocos comerciais a fim de proporcionar sombreamento.

3 PROPOSTAS PRODUZIDAS COM A COMUNIDADE

As propostas resultantes das oficinas foram detalhadas pela equipe técnica que retornou à comunidade para um evento de discussão e fechamento das diretrizes de mesoescala, do projeto de intervenções na microescala e por fim do desenho das praças.

3.1 Propostas na mesoescala de intervenção da paisagem

Para discutir e apoiar as ideias que surgiram nas oficinas comunitárias se utilizou um conjunto de conceitos de ações estruturadoras da paisagem indicadas por Raquel Tardin (2008). Elas facilitam a tomada de decisão de onde, porque e como adotar intervenções que remetam ao objetivo pretendido. Para cada conceito é apontado as características da paisagem. A seguir, na Figura 1 se encontra o esquema geral das intervenções na mesoescala da paisagem, que é complementado por diretrizes contidas no Quadro 1 onde estão expressas as operações que visam garantir a criação de um sistema de áreas verdes que restaure as condições de promoção dos serviços ecossistêmicos. No mapa estão indicadas numerações (em círculos verdes) que estão correlacionadas com a numeração no quadro.



Figura. 1 **Projeto geral para o Paranoá para integração ecossistêmica de sua paisagem**
Fonte: autores, a partir do entendimento das oficinas participativas

Em síntese, as ações de projeto apontadas são: Acrescentar - Refere-se à possibilidade de somar espaços livres contíguos, ampliando o limite da área protegida e favorecendo a continuidade biofísica e a preservação de seu significado perceptivo; Demarcar - Consiste em estabelecer limites onde não existem, preservando a continuidade biofísica e a

preservação dos atributos perceptivos, especialmente em áreas vulneráveis; Conectar - Representa a união, tanto biofísica quanto perceptiva, de espaços já protegidos e acrescentados, estabelecendo uma superfície contínua e promovendo a interligação entre as peças do sistema; Adequar - Significa adaptar as condições dos espaços livres para preservar a integridade e diversidade de seus atributos biofísicos e perceptivos diante de possíveis ocupações urbanas; Articular - Refere-se à possibilidade de atuar nos espaços livres que relacionam tecidos urbanos sem interação entre si, juntando partes destes e criando uma rede coesa; Enlaçar - Consiste em atuar nos espaços livres que se encontram em superfícies descontínuas devido à presença de elementos de interrupção, como vias, promovendo sua integração e facilitando o deslocamento. A relação dessas ações de projeto com a intervenção proposta para o Paranoá/DF pode ser consultada no Quadro 1.

Quadro 1 Relação entre os problemas e as soluções identificadas

Localização e Problema identificado	Tipo de Intervenção
(1) Na Ligação entre Paranoá e Paranoá Parque, observa-se Desconexão e falta de continuidade. Bem como, a subutilização dos lotes e espaços livres superdimensionado.	**Adequar:** adequar a estrutura existente criando vias que articula os dois bairros, mantendo as vias atuais. As vias devem contemplar tráfego de veículos, pedestres e ciclistas em faixas separadas. Os espaços livres devem ser vegetados com elementos infiltrantes como medida compensatória a impermeabilização nos dois bairros.
(2) no Limites do Paranoá Parque, identifica-se falta de conexão entre Unidades de Conservação.	**Conectar**: criar corredores ecológicos que conectem as áreas de unidades de conservação existentes de modo a aumentar a conectividade e a diversidade biológica, além de proporcionar benefícios socioambientais.
(2) ainda no Limites do Paranoá Parque, identificou-se desconexão entre Paranoá Parque e área verde adjacente devido a segregação causada pela Linha de Transmissão de Energia na Rua Alta Tensão.	**Enlaçar:** proteger a fauna e a flora local, em conformidade com as atividades comercial alinhadas às calçadas. Além disso, conectar essas áreas verdes com outros espaços livres, como parques e praças, oferecendo mobilidade atividade a pedestres e ciclistas e favorecendo a permanência dos consumidores na via.
(3) Na Avenida Central e transversal observam-se alagamentos por falta de infiltração da água da chuva e dimensionamento do sistema de drenagem. Calçadas obstruídas, a ausência de vegetação e conflito entre carros e pedestres.	**Articular:** criar uma rede de espaços verdes que permita a infiltração da água da chuva no solo e ajude a reduzir o escoamento superficial. Além disso, conectar esses espaços verdes com outros espaços livres, como praças e parques, por meio de caminhos e vias que permitam a circulação de pedestres e ciclistas.
(4) Na Área próxima ao lago (parte sul), observou-se usos indevidos em áreas de sensibilidade ambiental. Falta de conexão entre áreas de Unidades de conservação.	**Adequar:** criar espaços que ajude a proteger a fauna e a flora local. Além disso, a operação articular pode ser utilizada para conectar essas áreas com outros espaços livres como parques e praças por meio de caminhos e vias que induzam as pessoas a irem a essas novas áreas e assim protegê-las de ocupação indevida.
(5) No limite do Paranoá (parte leste) encontra-se área verde de Pinus sendo suprimida progressivamente, sem o plantio de vegetação nativa.	**Acrescentar:** criar um zoneamento de uso produtivo das áreas de caráter rural e/ou de proteção que possibilitará o controle da ocupação. Relacionar essas áreas com outros espaços livres da cidade facilitando o acesso seguro da população com o entrono, por meio de caminhos e vias que permitam a circulação de pedestres e ciclistas.
(5) No limite do Paranoá (parte leste) levantou-se que os acessos a cidade possuem caráter rodoviarista e os espaços verdes existentes resultam subutilizados.	**Enlaçar:** integrar a áreas urbana do Paranoá com a área do parque ecológico que fica na entrada da cidade. Essa integração visa melhorar os usos atuais do espaço, que é ecologicamente subutilizado como faixa marginal *non aedificandi*.

Fonte: os autores.

As recomendações para adoção das SbN tendo em conta o que se objetiva alcançar foram definidas com a comunidade a partir da oficina onde se discutiu várias soluções de projetos que se utilizaram de SbN e que foram escolhidas como referências, algumas delas estão abaixo indicadas (Quadro 2):

Quadro 2 Intervenções ligadas a SbNs

Tipo de intervenção	Descrição
Drenagem / Infiltração	Os sistemas de drenagem verde, como jardins de chuva e poços de infiltração, podem ajudar a reduzir o escoamento superficial e melhorar a infiltração da água da chuva no solo, reduzindo o risco de alagamentos e enchentes.
Alimentação	Podem ser utilizados na microescala como hortas e jardins de ervas e pomares ou mesoescala com sistemas agroflorestais, que combinam a produção agrícola com a preservação ambiental..
Espaços Verdes das Praças	Revitalização das áreas verdes com retirada de arvores “danosas’ ao ambiente e o excesso de grama com reintrodução de arvores do cerrado para melhoria estética e benefícios ambientais, como a melhoria da qualidade do ar e a redução do efeito de ilha de calor urbano.
Corredores ecológicos	A serem utilizados na mesoescala ajudam a promover a circulação da fauna e da flora local, além de melhorar a conectividade ecológica da paisagem urbana.
Pavimentação	Tratamento do piso dos espaços públicos de vias e praças por meio de pisos permeáveis
Educação Ambiental	A participação de adultos em oficinas ou atividades de fim de semana e/ou programas escolares com jovens e crianças é essencial para que cada vez mais a comunidade a comunidade amplie o entendimento sobre a necessidade de conservação da natureza e das possibilidades de fazê-lo associados a atividades saudáveis, rentáveis e culturais e/ou de lazer.
Restauração de áreas degradadas	Na mesoescala se faz necessário a recuperação de áreas de erosões e de nascentes. Nessas localidades o replantio é necessário com criação de florestas urbanas com presença de serrapilhagem para garantir o sequestro de carbono; Remoção dos pinheirais no trecho leste, que são espécies exóticas e invasoras, deve ser substituido por espécies nativas do Cerrado, mais adequadas para a ecologia da paisagem..

Fonte: os autores.

A implementação das propostas apresentadas não apenas visa melhorar a qualidade ambiental e promover a biodiversidade, mas também aprimorar a experiência urbana, oferecendo espaços de convivência, recreação e educação ambiental.

3.2 Propostas de Intervenção na microescala

Dentre os projetos na microescala que foram produzidos, elegeu-se o projeto na Faixa de Interação entre Paranoá e Paranoá Parque, localmente conhecido como Praça da Avenida, Figura 2, devido a sua maior relevância para integrar objetivos socio ambientas da comunidade. Nesta área nota-se a presença de rotatórias de caráter rodoviaristas devido à grande dificuldade de acesso a área pelos pedestres, a falta de definição no tratamento dos espaços gerando dualidade para que a pessoas utilizem a área o que se soma a inexistência de mobiliário e insuficiência de áreas verdes e sombreadas. Esses desafios refletem a necessidade de intervenções que abordem não apenas aspectos físicos, mas também sociais e ambientais do espaço urbano. Entre as principais propostas, destacam-se:

- Remoção das Rotatórias e Substituição por Cruzamentos Diretos: A eliminação das rotatórias e a criação de cruzamentos diretos, semaforizados ou não, visam facilitar o acesso dos pedestres à Praça, reduzindo conflitos com o tráfego de veículos e aumentando a segurança no local.

- Implantação de Ciclovia de Lazer: A criação de uma ciclovia de lazer tem como objetivo incentivar o uso de bicicletas como meio de transporte interno a cidade conectando os diferentes espaços da Praça de forma acessível e segura.
- Ampliação e Sombreamento das Calçadas: A expansão das calçadas, aliada à instalação de áreas sombreadas e pontos de descanso, busca fomentar a caminhada em espaços de convívio mais agradáveis e convidativos.
- Introdução de Vegetação: A utilização de vegetação ornamental, preferencialmente nativa, tem o intuito de embelezar o ambiente urbano, atrair a comunidade para a Praça e promover uma maior integração com a natureza.
- Implementação de Sistema de Retenção e Tratamento de Águas Pluviais: A introdução de um sistema para retenção, infiltração e tratamento de águas pluviais visa mitigar os impactos ambientais decorrentes do escoamento superficial, contribuindo para a sustentabilidade hídrica e ambiental da região.

O foco das intervenções na microescala foi menos de caráter ecológico e sim de estruturação da paisagem com melhorias do microclima com uso de vegetação e dotação de espaços de convívio e lazer.

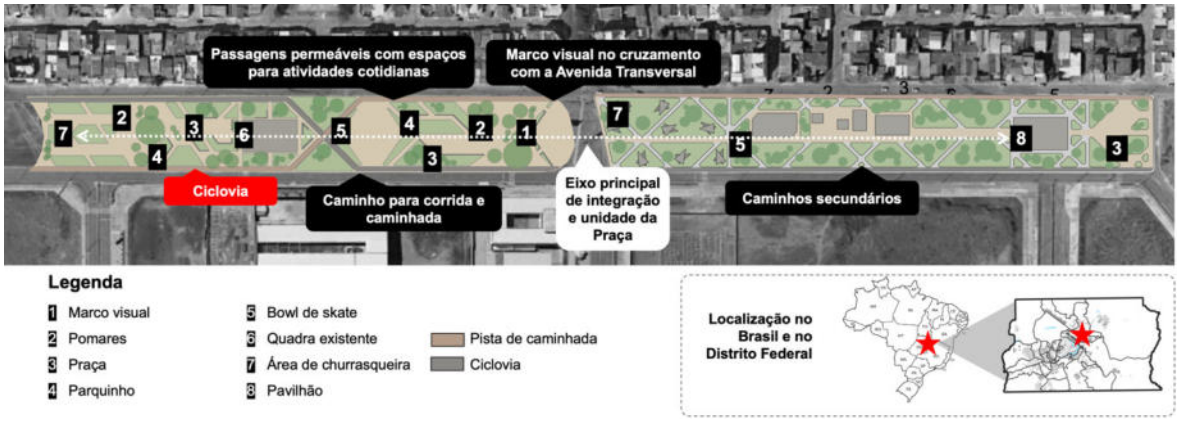


Figura 2 **Projeto da faixa de integração entre o Paranoá e Paranoá Parque**
Fonte: os autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa destacam a urgência de enfrentar problemas como a impermeabilização do solo, a escassez hídrica e os impactos das mudanças climáticas, que afetam diretamente a qualidade de vida e a resiliência da comunidade do Paranoá. Diante de uma necessidade de enfrentar um problema amplo caráter amplo que muitas vezes não é visível a comunidade a estratégia metodológica de envolvimento da população procurou materializar as discussões entorno de situações concretas do dia a dia das pessoas com apresentação de soluções adotada em outras localidades a para criar o ambiente propicio a indicação de necessidades e de soluções que sejam aceitas por todos. Assim, a partir dos desafios socioambientais percebidos pela comunidade resultou uma abordagem multidisciplinar e participativa que pode ser adotada no planejamento urbano e na gestão dos recursos naturais em outras localidades. Ao integrar aspectos técnicos com a voz e as experiências dos moradores locais, foi possível identificar questões críticas e desenvolver propostas de intervenção que atendam às necessidades específicas da cidade e de sua população.

A análise técnica da cidade revelou áreas prioritárias para intervenção e forneceu uma base sólida para o desenvolvimento de propostas de soluções baseadas na natureza a leitura comunitária demonstrou o papel fundamental da participação pública no processo de planejamento urbano, ao fornecer insights valiosos sobre as percepções, necessidades e aspirações dos moradores em relação ao ambiente urbano em que vivem. As discussões e oficinas comunitárias permitiram uma compreensão mais profunda das questões locais e orientaram o desenvolvimento de propostas de intervenção culturalmente sensíveis e socialmente inclusivas.

Em síntese, a pesquisa realizada no Paranoá destaca a importância da integração entre conhecimentos técnicos e experiências locais na busca por soluções sustentáveis e resilientes para os desafios urbanos contemporâneos. Ao promover uma abordagem holística e participativa, é possível criar cidades mais habitáveis, inclusivas e em harmonia com o meio ambiente, beneficiando tanto a comunidade local quanto as gerações futuras.

5 REFERÊNCIAS

Ahern, J., (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. **Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management**, 13, p. 267-283.

Albert, C., Schroter, B., Haase, D., Brillinger, M., Henze, J., Herrmann, S., Gotwald, S., Guerrero, P., Nicolas, C. e Matzdorf, B. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? **Landscape and urban planning,** v. 182, p. 12-21.

Bélanger, P. (2017). **Landscape as infrastructure**. New York: Routledge.

Bezerra, M. C. L., Oliveira, A. N., Costa, M. E. L. e Koide, S. (2020). Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação do escoamento superficial. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 40, p. 1.

Bezerra, M. C. L. e Santana, C. G. (2021). **Paisagem Urbana: natureza & pessoas**. Brasília: Editora UnB.

Caiche, D. T., Peres, R. B. e Schenk, L. B. M. (2021) Floresta urbana, soluções baseadas na natureza e paisagem: planejamento e projeto na cidade de São Carlos (SP). **Revista LABVERDE,** v. 11, n. 1, p. 121-149.

Cohem-Shacham, E., Walters, G. M., Maginnis, S. e Janzen, C. (eds) (2016). **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland, Switzerland: IUCN.

Faivre, N., Fritz, M., Freitas, T. Boissezon, B. e Vandewoestijne, S. (2017). Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. **Environmental research**, n. 159, p. 509-518.

Fernandes, C. F., César, L. P. de M. e Sant'anna, C. G. (2022). Cerrado Resiliente: planejando a paisagem com Soluções Baseadas na Natureza (SbN). **Revista LABVERDE**, v. 12, n. 1, p. 68-99.

Firehock, K. e Walker, R. A. (2019). **Green infrastructure***:* map and plan the natural world with GIS. Redlands: Esri Press.

Forman, R. T. T. (2014). **Urban Ecology***:* science of cities. New York: Cambridge University Press.

Guimarães, L. F., Oliveira, A. K. B., Veríssimo, L. F., Merlo, M. L. e Vérol, A. P. (2018). O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo das águas pluviais. **Paisagem ambiente: ensaios,** n. 42, p. 75-95.

Herzog, C. P. (2010). Infraestrutura verde e resiliência no paisagismo. **Revista LABVERDE**, n. 1, p. 157.

Hobbs, R. J. (2007). Setting effective and realistic restoration goals: key directions for research. **Restoration Ecology**, v. 15, i. 2, p. 354-357.

Hobbs, R. J. e Harris, J. A. (2001). Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. **Restoration Ecology,** n. 9, p.239-246.

Marques, T. H. N., Rizzi, D., Ferraz, V. e Herzog, C. P. (2021). Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. **Revista LABVERDE**, 11(1), p. 12-49.

McHarg, I. L. (1969) **Design with Nature**. Natural History Press, Garden City, NJ, USA.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment Board. (2005)**. Ecosystems and Human Well-being:** A Framework for Assessment. London: Island Press.

Pellegrino, P. e Moura, N. B. (2017). **Estratégias para uma infraestrutura verde.** Barueri: Manole.

Pereira, M. C. S., Gobatti, L., Soares, M. C., Leite, B. C. C. e Martins, J. R. S. (2021). Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **Revista LABVERDE**, 11(1), p. 95-120.

Oliveira, A. N. (2022) **As áreas verdes nos padrões de ocupação do solo urbano no Distrito Federal e seu papel na provisão de serviços ecossistêmicos hídricos.** [Tese de doutoramento]. Universidade de Brasília.

Oliveira, F. L. (2017). **Green Wedge Urbanism:** History, Theory and Contemporary Practice. London: Bloomsbury Academic.

Tardin, R. (2008). **Espaços livres: sistema e projeto territorial**. 7Letras.

Scotti, M.R., Gomes, A. R., Lacerda, T. J., Ávila, S. S., Silva, S. L., Antão, A., Santos, A, G., Medeiros, M. B., Alvarenga, A. S., Santos, C. H. e Rigobelo, E. C. (2016). Remediation of a riparian site in the Brazilian Atlantic forest reached by contaminated tailings from the collapsed Fundão dam with native woody species. **Integrated Environmental Assessment and Management,** v. 16, i. 5, p. 669-675.

Waldheim, C. (2016). **Landscape as urbanism:** a general theory. New Jersey: Princeton University Press.

Wu, J. e Hobbs, R., (2007). Landscape ecology: The-state-of-the-science, in **Key Topics in Landscape Ecology**, p.271-287. Cambridge: Cambridge University Press.

ANÁLISE DO POTENCIAL PRODUTIVO DE HORTALIÇAS EM CULTIVO CONVENCIONAL NO BAIRRO PRAIA DAS PALMEIRAS, CARAGUATATUBA-SP

B. M. Franco e K. M. A. B. V. S. Dória

RESUMO

O artigo analisou o potencial produtivo de hortaliças em área urbana no município de Caraguatatuba-SP. Para tal, dividiu-se a metodologia em etapas onde, primeiramente, foi realizado a seleção das hortaliças por meio de revisão bibliográfica. Em seguida identificou-se o consumo (Kg/*per capita*/ano). A partir do cultivo em área experimental das hortaliças realizou-se a análise das variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca da raiz e parte aérea das hortaliças do tipo folhosas, e para as hortaliças do tipo fruto, diâmetro, comprimento e massa fresca do fruto, calculando posteriormente a produtividade média g/m². Os resultados demonstraram que em cenário atual a produtividade das culturas selecionadas atende a demanda independentemente do adubo utilizado. Entretanto em cenário futuro utilizando o adubo Aminon 25 obtém a autossuficiência apenas do quiabo, rúcula e mostarda e utilizando o adubo NPK 04-14-08 quiabo, tomate e mostarda.

1 INTRODUÇÃO

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU) aproximadamente 68% da população mundial estará vivendo em cidades até 2050. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ao realizar o censo em 2022 concluiu que o país já contém em seus centros urbanos 61% da população total. Como consequência deste fluxo de pessoas o número de construções aumentará, assim como a geração de impactos e a demanda por recursos naturais. Além das estimativas do aumento da população urbana, existe ainda uma tendência crescente de ocorrência de desastres naturais que afetará principalmente a agricultura, setor mais vulnerável as mudanças no clima, o que trará efeitos negativos sobre a segurança alimentar (FAO; OPS, 2017).

Segundo Capra (2004) enfrentamos problemas sistêmicos, ou seja, os problemas se encontram interligados entre si, como por exemplo, a urbanização que causa a modificação da paisagem natural ao adaptar e configurar áreas segundo a necessidade de uso, que somado as consequências causadas pelo adensamento urbano como o aumento de áreas impermeabilizadas e a diminuição de áreas verdes desafiam o crescimento urbano inteligente

e sustentável. Além de colocar em risco a segurança alimentar e nutricional em virtude dos eventos atuais e futuros previstos.

Segundo a edição de 2022 do relatório emitido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) sobre O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo (SOFI), aproximadamente 3,1 bilhões de pessoas em todo o mundo no ano de 2020 foram incapazes de pagar por uma dieta saudável devido ao aumento dos preços, um reflexo da pandemia do Covid-19. Globalmente os preços dos alimentos foram mais altos no final de 2020 quando comparado com qualquer outro mês dos últimos 6 anos, isso demonstra que o custo médio por uma dieta saudável aumentou em 2020. Porém, notou-se novamente um aumento do custo dos alimentos no ano de 2021 devido não somente a pandemia mais também ao aumento do custo de transporte e eventos climáticos.

Deste modo, para garantir o acesso a uma alimentação saudável especialmente para populações pobres e mais vulneráveis, estratégias e orientações vem sendo propostas buscando, por exemplo, aumentar a eficiência dos sistemas de produção de alimentos a fim de torná-los acessíveis a todos. Além disso, a criação de circuitos curtos nas cadeias agroalimentares que tem por finalidade manter uma distância mínima possível do consumidor e produtor, diminuindo consequentemente a presença de intermediários demonstram que a agricultura urbana (AU) e periurbana pode ser uma dessas importantes estratégias de produção já que traz a proximidade do produtor com o consumidor. Sendo assim, devido à escassez de estudos que relacionem o potencial de autossuficiência de hortas urbanas com a demanda por parte dos moradores, o presente estudo buscou analisar o potencial produtivo de hortaliças em horta urbana, no município de Caraguatatuba-SP.

2 METODOLOGIA

O município de Caraguatatuba está localizado no Litoral Norte do estado de São Paulo. Com uma população estimada em aproximadamente 134.873 habitantes a cidade possui um território de 484,947 km², com relevo predominantemente plano onde se situa a área urbanizada (PMSB-AES, 2019). Classificado pelo método de Koppen como clima Af-Clima tropical sem estações de seca, a cidade possui ao longo do ano alta pluviosidade, apresentando maiores valores em meses de verão e menores nos meses de inverno (CLIMATE DATA, 2020). A média mensal de precipitação para o período mais chuvoso (janeiro) é de 251,0 mm e a média do período mais seco (junho) 66,3 mm (DAEE, 2020).

Utilizando como base os resultados obtidos por Franco *et al.* (2021) bem como os critérios estabelecidos em sua pesquisa sobre a demanda de água potável em virtude da máxima ocupação edilícia prevista no plano diretor, dividiu-se a metodologia em 5 etapas para a realização da análise do potencial produtivo de hortaliças com a finalidade de atender a demanda atual e futura. A área selecionada por esses e também para o presente estudo possui 13.425,95 m², ocupada apenas por residências, a região está localizada em uma ZMV-6 zona mista vertical do bairro Praia das Palmeiras, sendo permitido pelo plano diretor o uso misto de residências, comércios e serviços. No local amostrado existe uma área não edificada de 901 m², portanto considerou-se este espaço como local de possível implantação da horta atualmente e o mesmo valor da área para produção em cenário futuro proposto como demostrado na Figura 1.



Fig. 1 Localização da área amostrada da Cidade de Caraguatatuba-SP
Fonte: Google Earth, 2020

De acordo com a grade estatística 2010 desenvolvida pelo IBGE, no local residem aproximadamente 54 pessoas segundo o censo demográfico de 2010. Com uma taxa de ocupação de 35% e coeficiente de aproveitamento de 3, Franco *et al*. (2021) previram ser possível a construção de um edifício com 8 pavimentos na área, e adotando a construção de apartamentos de 75 m² com 2 dormitórios cada, concluíram que o máximo potencial construtivo na região possibilitaria a construção de 496 apartamentos. Visto que, Creder (2003) considera a ocupação de duas pessoas por dormitórios para a realização da estimativa da demanda de água potável em apartamentos, o estudo pressupôs a ocupação de quatro pessoas por unidade habitacional, o que resulta numa densidade de 1984 pessoas.

Na primeira etapa levando-se em consideração que o clima influência as atividades humanas, principalmente na agricultura e havendo entre as regiões do Brasil uma grande variação climática, a identificação da época mais recomendada para o plantio se faz necessário (JORGE *et al*., 2016). Portanto realizou-se o levantamento das principais hortaliças consumidas no Brasil e selecionou-se 5 hortaliças dentre as 50 espécies mais comercializadas no país segundo Gondim *et al.* (2010) para a realização do experimento, verificando ainda a época indicada para o seu cultivo, tempo de colheita após o plantio, e o espaçamento entre linhas e entre plantas, Tabela 1.

Tabela 1 Informações gerais sobre as hortaliças selecionadas

Espécie	Época recomendada para o plantio (Sudeste)	Colheita (após o plantio)	Espaçamento entre linhas	Espaçamento entre plantas	Quantidade de plantas (m²)
BERINJELA	Mar./ago.	100-120 dias	1,20 a 1,50 m	80 cm a 1 m	1
MOSTARDA	Mar./ago.	45-50 dias	40 cm	40 cm	7
QUIABO	Mar./ago.	70-80 dias	1 m	40 cm	3
RÚCULA	Mar./ago.	40-60 dias	20 a 25 cm	5 a 10 cm	50
TOMATE	Ano todo	100-120 dias	1 m	50 cm	3

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados de Jorge *et al.* (2016); Gondim *et al*. (2010)

Em seguida identificou-se o consumo (kg/ *per capita*/ ano) das hortaliças selecionadas, sendo calculado posteriormente a demanda atual e futura das mesmas. Para tal, aplicou-se a Fórmula (1) para verificar a demanda futura de hortaliças por unidade habitacional, e posteriormente a Fórmula (2) para determinar a demanda de hortaliças total futura do edifício.

$$DH\ unid = N°\ ocup\ X\ Cper\ capita \quad (1)$$

Sendo:
$DH\ unid$= Demanda (kg/*per capita*/ano) de hortaliças por unidade habitacional
$N°\ ocup$= Número de ocupantes da unidade habitacional
$Cper\ capita$ = Consumo (kg/*per capita*/ano) de hortaliças

$$DH\ total = N°\ unid.total\ X\ DH\ unid \quad (2)$$

Sendo:
$N°\ unid.total$ = Número total de unidades habitacionais do edifício
$DH\ unid$= Demanda (kg/*per capita*/ano) de hortaliças por unidade habitacional

Em uma terceira etapa realizou-se o cultivo das hortaliças em área urbana por meio da instalação de uma área experimental. Os ensaios foram desenvolvidos em terreno privado localizado no bairro do Tinga no município de Caraguatatuba durante o período de outubro de 2019 a abril de 2020. As culturas mostarda, quiabo, tomate e berinjela selecionadas na primeira etapa foram cultivadas em 6 canteiros cada com dimensões de 1 m x 1 m com 20 centímetros de altura, e adubados com 2 Kg de esterco bovino/m². Os canteiros foram divididos em dois tratamentos com três repetições cada, a saber: T1: a adubação com Aminon 25 e T2: adubação com NPK 04-14-08 solúvel em água.

Paralelamente ao cultivo em canteiros realizou-se um teste fatorial com a rúcula folha larga, quinta espécie selecionada para o estudo. As mudas foram cultivadas em vasos com capacidade de 5 litros. Desenvolvido no mesmo local de implantação dos canteiros, o teste para a avaliação da produção de rúcula com diferentes adubos foi conduzido durante os meses de fevereiro a abril de 2020. O delineamento experimental foi de 3 tratamentos com 4 vasos contendo 3 plantas em cada. Sendo T1: controle, T2: plantas que receberam Aminon 25 e T3: plantas que receberam NPK 04-14-08 solúvel em água. A composição do substrato para o cultivo das rúculas foi obtida por meio da mistura de dois substratos comercial com a seguinte proporção: 2 litros de substrato composto por turfa, cinza e 2,5 litros de substrato composto por casca de pinus, turfa, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio. Este teste foi proposto como forma de verificar a viabilidade do cultivo de hortaliças em vasos, caso este seja optado por moradores residentes no local.

A quarta etapa consistiu na análise estatística dos produtos dos experimentos. Para as folhosas foram coletadas as seguintes variáveis: altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, massa fresca da raiz (g) e massa fresca da parte aérea (g). Para as hortaliças do tipo fruto foram verificadas: diâmetro do fruto (mm), comprimento do fruto do

tomate e berinjela (mm), quiabo em (cm) e massa fresca do fruto (g). Sendo mensuradas as medidas com o auxílio de régua, trena graduada, paquímetro com graduação em mm e balança digital. Todos os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância (ANOVA) complementando com o teste de Tukey no software Action Stat 3.5.

Por fim, com os resultados obtidos nas etapas anteriores analisou o potencial produtivo das hortaliças, verificando assim o potencial de autossuficiência alimentar da área em diferentes cenários. Para isso, tendo como base a metodologia proposta por Salvador (2018), identificou-se a produtividade média de cada planta por m² por meio da Fórmula (3), posteriormente determinou-se a produtividade por m² das hortaliças por meio da Fórmula (4) e em seguida utilizando a Fórmula (5) verificou-se o potencial de autossuficiência.

$$\text{Produtividade média de cada planta (g)} = \frac{\text{Média da massa fresca}}{\text{Média de frutos por planta}} \quad (3)$$

$$\text{Produtividade por m}^2 = \text{Produtividade média de cada planta (g) x Número de plantas por m}^2 \quad (4)$$

$$\text{Potencial de autossuficiência} = \frac{\text{Produtividade por m}^2 \times \text{Área produtiva}}{\text{Consumo médio do produto (Kg/per capita/ano)}} \quad (5)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estimativa do consumo anual atual e futuro de hortaliças

De acordo com a pesquisa de orçamentos familiares realizado em 2008 pelo IBGE, a aquisição de berinjela, quiabo e tomate na região de São Paulo é de 0,376 Kg/ *per capita*/ ano, 0,207 Kg/ *per capita*/ ano e 4,969 Kg/ *per capita*/ ano, respectivamente. A aquisição de rúcula e mostarda não é especificado de forma individual pela pesquisa, portanto consideramos o consumo de 0,528 Kg/ *per capita*/ ano para cada espécie, valor este identificado pelo IBGE como outras hortaliças folhosas e florais adquirido pela população do estado.

Residindo atualmente no local amostrado pelo estudo aproximadamente 54 pessoas, calculou-se o consumo anual atual da área e posteriormente o consumo anual futuro das hortaliças por meio dos dados obtidos por Franco *et al*. (2021) que previram uma densidade de 1984 pessoas na área. Para tal, aplicou-se a Fórmula (1) para se identificar a demanda por unidade habitacional e em seguida a Fórmula (2) para se determinar a demanda total futura do edifício, Tabela 2.

Tabela 2 Consumo atual e futuro das hortaliças na área amostrada do bairro Praia das Palmeiras, Caraguatatuba/SP

Cultura	Consumo atual (Kg/ ano)	Consumo futuro (Kg/ ano)
Berinjela	20,304	745,984
Quiabo	11,178	410,688
Tomate	268,326	9.858,496
Rúcula	28,512	1.047,552
Mostarda	28,512	1.047,552

O consumo anual atual das hortaliças sofrerá um aumento percentual de aproximadamente 357407% quando comparada com a demanda futura prevista em cenário proposto. Esse aumento evidência uma das consequências do adensamento demográfico nos centros urbanos, de modo específico em 13.425,95 m², o que demonstra a necessidade de buscar melhores estratégias para suprir a demanda em virtude do adensamento populacional, pois acompanhado deste está justamente a diminuição de áreas produtivas.

3.2 Cultivo em área experimental

A colheita do quiabo da variedade Valença iniciou-se após 55 dias do transplante e se encerrou após 127 dias. Os dados médios do comprimento do fruto, diâmetro e massa fresca obtidos na cultura encontra-se na Tabela 3. O T1 apresentou uma média de 24 frutos por planta enquanto que o T2 uma média de 19 frutos. O comprimento e a massa fresca demonstraram melhor desempenho quando adubado com Aminon 25, produzindo frutos com a média de comprimento de 20,41 cm e peso de 21,88318 g. Já com relação ao diâmetro do fruto não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Ambos os adubos utilizados demonstraram ser boas opções, entretanto o T1 destacou-se ao se obter maiores médias.

Tabela 3 Valores médios observados das variáveis de produção de frutos do quiabo Valença adubado com Aminon 25 e NPK 04-14-18

Variáveis	Aminon 25	NPK 04-14-08
Comprimento (cm)	20,41 a	18,91977 b
Diâmetro (mm)	18,73682 a	18,78779 a
Massa fresca (g)	21,88318 a	20,01628 b

Médias que dispõe a mesma letra na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação ao cultivo da mini berinjela Hibrida Bilbo, a colheita teve início após 74 dias do transplante encerrando-se após 148 dias. Obteve uma média de 2 frutos por planta no T1 e 3 frutos no T2. Os resultados adquiridos (Tabela 4), demonstraram não ter uma diferença estatística entre os tratamentos quanto ao comprimento do fruto, fato também observado no diâmetro e massa fresca do fruto

Tabela 4 Valores médios observados das variáveis de produção de frutos da mini berinjela Hibrida Bilbo adubado com Aminon 25 e NPK 04-14-18

Variáveis	Aminon 25	NPK 04-14-08
Comprimento (mm)	47,08 a	47,71429 a
Diâmetro (mm)	36,24 a	37,1 a
Massa fresca (g)	20,878 a	20,09429 a

Médias que dispõe a mesma letra na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O tipo de adubo utilizado, clima ou irrigação não são os únicos fatores que influenciam no desenvolvimento, a variedade cultivada pode promover uma maior eficiência e produção devido aos demais fatores. Caraguatatuba, por exemplo, no ano de 2021 produziu 439 toneladas de berinjela japonesa segundo a prefeitura do município (2022), o que a torna hoje uma das maiores produtoras do estado de São Paulo. Tal destaque na produção é observado desde 2017, em que 31% da safra de 398 toneladas foi destinado ao Entreposto Terminal de São Paulo para a comercialização. Desta forma, recomenda-se o cultivo da berinjela japonesa para futuros experimentos devido ao seu grande potencial produtivo demonstrado no município.

Os resultados obtidos com o cultivo da mostarda crespa Southern Gigante colhida após 50 dias do transplante por sua vez, demonstraram que as plantas do T2 apresentaram uma média de altura maior, diferenciando estatisticamente do T1, embora não tenham revelado diferença significativa entre os tratamentos para o número de folhas por plantas e massa fresca da raiz, Tabela 5. Com relação ao diâmetro do caule verificou que os indivíduos do tratamento adubado com NPK possuem uma média maior, assim como a massa fresca da parte aérea fazendo com que se diferenciassem estatisticamente do tratamento adubado com Aminon 25.

Tabela 5 Valores médios observados das variáveis de produção de mostarda adubado com Aminon 25 e NPK 04-14-18

Variáveis	Aminon 25	NPK 04-14-08
Altura (cm)	30,04 b	38,09524 a
N° de folhas	13,8 a	10,80952 a
Diâmetro do caule (mm)	7,345 b	10,14286 a
Massa fresca da raiz (g)	3,6235 a	5,034286 a
Massa fresca da parte aérea (g)	82,1445 b	158,1324 a

Médias que dispõe a mesma letra na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação ao tomate Roma, sua colheita teve início após 83 dias do plantio encerrando-se 115 dias depois. Durante o cultivo obteve uma média de 5 frutos por planta T1 e 9 frutos no T2. Os resultados do experimento realizado, demostraram que o comprimento dos frutos do tratamento adubado com Aminon 25 apresentaram maior média de tamanho,

diferenciando-se estatisticamente do tratamento adubado com NPK. Entretanto ao se analisar o diâmetro e massa fresca do mesmo, constatou-se que não houve variação significativa, Tabela 6.

Tabela 6 Valores médios observados das variáveis de produção de tomate Roma adubado com Aminon 25 e NPK 04-14-18

Variáveis	Aminon 25	NPK 04-14-08
Comprimento (mm)	52,27143 a	46,57529 b
Diâmetro (mm)	37,57857 a	35,42235 a
Massa fresca (g)	25,46429 a	20,23306 a

Médias que dispõe a mesma letra na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ressalta-se que durante o cultivo das hortaliças registrou-se a ocorrência de pragas tais como: *Diabrotica speciosa* (vaquinha), *Corythaica cyathicollis* (percevejo de renda) e *Phthia picta* (percevejo de tomate). Buscando utilizar o mínimo possível de insumos sintéticos o estudo utilizou calda de fumo como inseticida apenas para o controle da incidência e manejo das pragas, conseguindo minimizar o número dos insetos, porém não o suficiente para que esses não prejudicassem os frutos principalmente o do tomate, portanto em estudos futuros recomenda-se a utilização de outros meios para o manejo de pragas para melhor avaliar o potencial produtivo.

Já referente aos resultados obtidos com o teste realizado com a rúcula folha larga colhida após 60 dias do plantio, verificou-se que as plantas do tratamento adubado com Aminon 25 apresentaram as maiores médias para os parâmetros analisados, entretanto não apresentou diferença estatística entre o tratamento controle, Tabela 7. O tratamento adubado com NPK apresentou grande diferença nas variáveis analisadas, sendo o único a se diferenciar estatisticamente por apresentar médias pequenas para as variáveis. Sendo assim sugere-se que seja realizado novos testes conforme a metodologia proposta e seguindo a época recomendada para o plantio para que se possa realizar comparações dos dados obtidos em diferentes épocas, buscando compreender melhor a ação do adubo Aminon e NPK 04-14-08 sobre o seu potencial produtivo.

Tabela 7 Valores médios observados das variáveis de produção de rúcula por unidade

Variáveis	Controle	Aminon 25	NPK 04-14-08
Altura (cm)	24,79167 a	26,5 a	16,4 b
Diâmetro do caule (mm)	4,791667 a	5,136364 a	2,575 b
Massa fresca da raiz (g)	0,7666667 a	1,3409091 a	0,1741667 b
Massa fresca da parte aérea (g)	12,738333 a	18,817273 a	1,978333 b

Médias que dispõe a mesma letra na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

3.3 Potencial produtivo das hortaliças em hortas urbanas

Por meio da média da massa fresca da parte aérea e dos frutos, identificou-se a produtividade média por m² de todas as hortaliças cultivadas em virtude do tipo de adubo utilizado. Onde aplicando a Fórmula (3) se definiu primeiramente a produtividade média de cada planta por m² e posteriormente utilizando a Fórmula (4) se determinou produtividade por m², Tabela 8.

Tabela 8 Produtividade média (g)/m² da massa fresca do fruto e massa fresca da parte aérea para as culturas testadas em Caraguatatuba – SP

Cultura	Aminon 25	NPK 04-14-08
Berinjela	41,756	60,28287
Quiabo	1575,58896	1140,92796
Tomate	381,96435	546,29262
Rúcula	940,86365	636,91665
Mostarda	575,0115	1106,9268

Por fim, foi determinado por meio da Fórmula (5) a porcentagem de autossuficiência alimentar dos cenários propostos a partir da produtividade média por m². Para tal, identificou-se a área produtiva necessária, que foi definida ao se dividir o consumo total por ano da hortaliça pela produtividade média por m². Na Tabela 9 e Tabela 10 encontra-se os resultados da área produtiva necessária juntamente com o potencial de autossuficiência. Ressalta-se que para se identificar a área produtiva e consequentemente o potencial de autossuficiência considerou-se o número máximo de ciclos possíveis por ano das hortaliças para a região sudeste do país e não apenas um ciclo, otimizando, portanto, a produção.

Tabela 9 Potencial de produção de berinjela, quiabo, tomate, rúcula e mostarda adubado com Aminon 25

Cenários	Ciclo/ ano	Área produtiva necessária (m²)						Autossuficiência (%)				
		B	Q	T	R	M	Total	B	Q	T	R	M
Demanda atual: 54 pessoas	*1(B) 2(Q) 3(T) 4(R) 4(M)	486	7	702	30	50	1276	100	100	100	100	100
		486	4	234	8	12	744	100	100	100	100	100
Demanda futura: 1.984 pessoas	*1(B) 2(Q) 3(T) 4(R) 4(M)	17865	261	25810	1113	1822	46871	5	100	3	81	49
		17865	130	8603	278	455	27333	5	100	10	100	100

*(B) Berinjela (Q) Quiabo (T) Tomate (R) Rúcula (M) Mostarda.

Tabela 10 Potencial de produção de berinjela, quiabo, tomate, rúcula e mostarda adubado com NPK 04-14-08

Cenários	Ciclo/ ano	Área produtiva necessária (m²)						Autossuficiência (%)				
		B	Q	T	R	M	Total	B	Q	T	R	M
Demanda atual: 54 pessoas	*1(B) 2(Q) 3(T) 4(R) 4(M)	337	10	491	45	26	908	100	100	100	100	100
		337	5	123	11	6	482	100	100	100	100	100
Demanda futura: 1.984 Pessoas	*1(B) 2(Q) 3(T) 4(R) 4(M)	12375	360	18046	1645	946	33372	7	100	5	55	95
		12375	180	6015	411	237	19218	7	100	15	100	100

* (B) Berinjela (Q) Quiabo (T) Tomate (R) Rúcula (M) Mostarda.

A este respeito, ao se analisar os dados obtidos nota-se que seria possível alcançar a autossuficiência para o cenário atual, independentemente do tipo de adubo utilizado pelo presente estudo. Porém estima-se que no segundo cenário previsto em virtude da máxima ocupação edilícia, seria possível alcançar a autossuficiência apenas do quiabo, rúcula e mostarda ao se utilizar o adubo Aminon 25, e do quiabo, tomate e mostarda ao se utilizar o NPK 04-14-08 como adubo. E que caso seja adotado o cultivo em consórcio das hortaliças, seria possível potencializar a produção por m². Sugasti *et al*. (2013) em sua pesquisa por exemplo, obtive um índice de equivalência de 2,71 no cultivo em consórcio de alface, rabanete e quiabo Santa Cruz 47, e constataram que a utilização do quiabo trouxe benefícios para as demais hortaliças, pois além da diminuição do estresse devido ao sombreamento que o quiabo causa, proporcionou um melhor aproveitamento da área a ser plantada.

4 CONCLUSÃO

Mesmo sendo recomendado que estudos complementares sejam realizados para se determinar de forma mais precisa a produção por m², o objetivo inicial da pesquisa foi alcançado. Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que, com o potencial produtivo identificado é possível garantir o acesso a uma alimentação saudável aos moradores e alcançar a autossuficiência de determinadas culturas nos cenários do estudo.

Neste contexto, a implantação de hortas urbanas contribui com o aumento da oferta de alimentos e segurança alimentar, utilizando por exemplo, espaços antes tidos como ociosos. O cultivo em edifícios traz outros benefícios, como a minimização da temperatura, diminuição da distância do alimento fresco dos consumidores tornando dessa maneira alimentos saudáveis mais acessíveis aos moradores. Além disso, como as hortaliças cultivadas não possuem fins comerciais essas não precisam seguir os seus padrões, portanto o desperdiço em virtude desse processo seria nulo.

5 AGRADECIMENTOS

Á Leila Aparecida Lemes Camargo e Edio Sebastião Camargo, pelo apoio na realização deste estudo e por disponibilizarem o terreno para a realização do experimento.

5 REFERÊNCIAS

CAPRA.F. **A teia da vida**: uma nova compreensão cientifica dos sistemas vivos. 9. Ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

CLIMATE DATA ORG. **Caraguatatuba**. Disponível em: https://pt.climate-data.org/search/http://pt.climate-data.org/search/. Acesso em: 15 abr. 2020.

CREDER. H**. Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

DAEE. **Banco de Dados Hidrológicos.** Disponível em: http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br. Acesso em: 15 abr. 2020.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022**. Disponível em: https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en. Acesso em: 18 jul. 2022.

FAO; OPS. **América Latina y el Caribe:** PANORAMA DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL. 2017. [s.l:]. Disponível em: http://www.fao.org/3/a-i6747s.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019.

FRANCO. B. M.; DÓRIA. K. M. A. B. V. S.; SALVADOR. D. S. Análise da demanda de água potável no bairro praia das palmeiras, Caraguatatuba, a partir da máxima ocupação edilícia prevista no plano diretor. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 9, 2021, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, PLURIS. 2021.

GONDIM, A. (Ed). **Catálogo Brasileiro de Hortaliças:** saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. Embrapa Hortaliças: SEBRAE, 2010.

IBGE. **Cidades.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/caraguatatuba/panorama. Acesso em: 13 ago. 2023.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Coordenação de Trabalho e Rendimento:** Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2008-2009. Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil. [s.l:], 2011. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf Acesso em: 13 maio 2020.

JORGE. M. H. A.; MELO. R. A. C.; RESENDE. F. V.; MADEIRA. N. R., REYES. C.P.; COSTA. E. **Implantação e condução de uma horta de médio porte**. Embrapa Hortaliças-circular Técnica (INFOTECA-E). 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA. **Plano Diretor do Município de Caraguatatuba**. Disponível em: http://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/. Acesso em: 19 maio 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE CARAGUATATUBA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Caraguatatuba Água e Esgotamento Sanitário**. Disponível em: http://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2019/04/novo-plano-municipal-de-saneamento-basico. Acesso em: 1 nov. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUÁ. **Caraguatatuba se destaca como maior produtora de berinjela japonesa do estado de São Paulo**. 2022. Disponível em: https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2022/07/caraguatatuba-se-destaca-como-maior-produtora-de-berinjela-japonesa-do-estado-de-sao-paulo/. Acesso em: 01 ago. 2022.

SALVADOR.D.S. **Análise e proposição de estratégias projetuais para eco parques tecnológicos.** 2018. Tese (Doutorado em engenharia urbana) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

SUGASTI. J. B.; JUQUEIRA. A. M. R.; SABOYA. P. A. Consórcio de rabanete, alface e quiabo e seu efeito sobre as características agronômicas das culturas, produção e índice de equivalência de área**. Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 214- 225, 2013.

PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL NA VILA DA CAPILHA: ANÁLISE ESPACIAL COM TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

T. S. Gauterio, F. Tomiello, M. C. Polidori

RESUMO

O estudo de planejamento urbano elaborado na Vila da Capilha - RS inicia pelo reconhecimento de áreas urbanas e naturais, delineando um mosaico de elementos integrados, sobre os quais são realizadas análises espaciais utilizando técnicas de geoprocessamento. Para isso, num Sistema de Informações Geográficas (SIG), estão vetorizadas, a partir de uma imagem base que delimita a área de estudo, as camadas referentes aos tipos de cobertura do solo, formando um mosaico ambiental. Os resultados obtidos revelam a existência de áreas urbanas consolidadas, zonas de preservação e de amortecimento, bem como áreas identificadas com potencial para urbanização sustentável. Desse modo, a pretensão é de explicitar uma metodologia de trabalho e de fornecer suporte ao poder público em suas iniciativas de planejamento urbano e ambiental, oferecendo subsídios para tomadas de decisão e disponibilizando instrumentos para a implementação de planos e projetos que promovam a qualidade de vida nas áreas estudadas.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de planejamento têm utilizado geotecnologias, com sucesso, para alcançar aproximações com temas ambientais. Nesse caminho, a questão do ambiente natural começa a ingressar nos arranjos urbanos, introduzindo-se no desenvolvimento de planos urbanos como uma variável fundamental na tomada de decisões, o que implica em conhecer o ambiente natural e suas características, nas áreas de estudos. Análises e delimitações dos tipos de cobertura do solo auxiliam no entendimento da dinâmica entre os espaços naturais e áreas urbanizadas, além de apresentar uma perspectiva mais clara sobre alternativas, auxiliando o poder público em tomadas de decisões condizentes com o local.

Para isso, o trabalho apresenta a metodologia utilizada na elaboração do Zoneamento Ambiental Urbano da Vila da Capilha, localidade pertencente ao município de Rio Grande, no interior do Rio Grande do Sul, às margens da Lagoa Mirim, na fronteira entre Brasil e Uruguai.

De acordo com Santos (2004), há diversas formas de interpretar e atribuir sentido ao termo planejamento, cuja grande parte dos conceitos remetem à ideia de processos que permanecem em constante obtenção e análise de dados. Diante disso, o planejamento ambiental surge como uma ferramenta capaz de auxiliar no processo de identificação e classificação das zonas sujeitas aos processos naturais e de aptidão para expansão e implementação de atividades específicas (Montaño *et al*. 2005).

Fundamentando-se em técnicas de geoprocessamento, foram realizadas análises espaciais com base em camadas rasters e vetoriais, que permitiram o desenvolvimento de um mosaico ambiental, no qual foram delimitados os tipos de cobertura do solo, a partir de interpretação e vetorização sobre imagem de satélite. Posteriormente, foi elaborado um Zoneamento Ambiental Urbano, delimitando APP (Áreas de Preservação Permanente) e AUS (Áreas de Urbanização Sustentável), utilizando como premissa duas concepções: uma máscara contemplando as normas legislativas vigentes, e uma outra máscara acrescentando às normas legislativas uma sugestão de desfragmentação das manchas de mata nativa, com o objetivo de suprimir as áreas de mata fragmentadas e preencher os vazios, tornando essas massas vegetadas mais contínuas e densas.

A seguir estão fundamentos do trabalho, apresentação da área de estudo e os resultados alcançados, incluindo questões de ecologia de paisagem, geoprocessamento, cobertura do solo, desfragmentação e zoneamento ambiental urbano.

2 ECOLOGIA DE PAISAGEM E GEOPROCESSAMENTO

A paisagem pode ser entendida como um produto momentâneo dos processos e modos de produção da sociedade em questão, não se tratando de um lugar ou uma instância estática, mas sim um momento que se relaciona com elementos naturais e artificiais. (Santos, 1994). O fato do termo paisagem não se limitar apenas a aspectos naturais, aproxima esse conceito de espaços antropizados, como as cidades, destacando a importância da presença dos elementos naturais mesmo em áreas intensamente urbanizadas, impactando diretamente na qualidade de vida dos seres humanos (Melendo, 1999). Desse modo, temos que o ambiente urbano é composto pelo que a sociedade é capaz de oferecer num determinado momento, adequando-se e se organizando conforme a lógica do sistema que está inserida, pautada em interesses humanos e de grupos capitalistas específicos.

Essa organização se dá tanto de modo espacial quanto social, influenciando na dinâmica das cidades, no modo como é pensada, administrada e organizada. Diante disso, surge a necessidade de um aprofundamento sobre a área urbana, não apenas em relação aos aspectos espaciais e geográficos, mas também no que tange à composição do ambiente, à dinâmica entre os ecossistemas e à própria organização social das áreas urbanas, buscando um planejamento ambiental urbano que propicie intervenção humana e minimize impactos na natureza.

Frente à necessidade de repensar as estratégias atuais de planejamento urbano e os impactos da intervenção humana nos ambientes naturais, está o conceito de ecologia de paisagem, fundamental nas discussões sobre a dinâmica urbana e ambiental. De acordo com Silva (2009), esse ramo da ecologia refere-se à interação entre dois ou mais ecossistemas, buscando compreender a relação entre a paisagem e a diversidade biológica do meio, assim como a resiliência do ambiente a possíveis desequilíbrios causados por ações internas ou externas, e como ocorrem reações a esses impactos na paisagem

Para isso, as geotecnologias são uma ferramenta poderosa no auxílio desse processo de entendimento e estudo do solo urbano. Essa área do conhecimento apresenta um carácter interdisciplinar, tornando o espaço uma linguagem comum, onde cada especialista pode transformar seus conceitos em entidades possíveis de se representar computacionalmente,

obtendo análises complexas através de dados georreferenciados, armazenados em bancos de dados (Câmara, *et al.,* 2001).

Ao tratar de espaços urbanos, que abrangem diversas variáveis a serem consideradas, tanto ambientais, como o tipo de cobertura do solo e topografia, quanto antrópicas, como área efetivamente urbanizada e redes de infraestrutura básica, fica clara a necessidade de um modo de representação que comporte as ramificações que cada variável apresenta, tornando o SIG (Sistema de Informações Geográficas) um aliado na tomada de decisões no processo de planejamento urbano.

No caso da Vila da Capilha, baseando-se nos conhecimentos adquiridos sobre o local, fica evidente o enlace entre os ecossistemas presentes na área de interesse. Além de apresentar uma forte relação com o ambiente natural, devido a questões culturais e econômicas, a área urbanizada da Capilha está inserida em um local vulnerável aos processos erosivos da falésia, o que, somado ao atrativo turístico em temporadas de veraneio e aos interesses da especulação imobiliária, implica na necessidade de um modo de planejamento urbano que considere conjuntamente as condições da natureza e os interesses da urbanização.

3 A PRAIA DA CAPILHA, NAS MARGENS DA LAGOA MIRIM

A Vila da Capilha, objeto de estudo deste trabalho, trata-se de um núcleo autônomo localizado na zona do Taim, 4º distrito do município de Rio Grande, próximo à estação ecológica do Taim, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, como ilustra a figura 1.

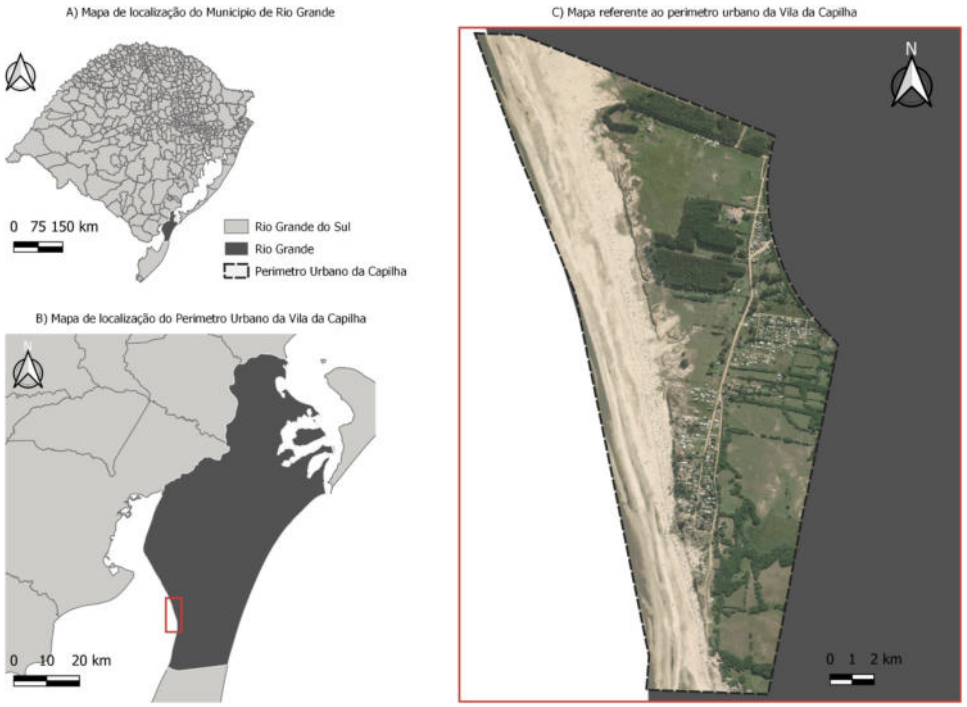


Fig. 1 Mapa (A) Localização do Município de Rio Grande; Mapa (B) Localização do perímetro Urbano da Vila da Capilha; Mapa (C) Perímetro urbano da Capilha. Mapa editado pelos autores, no ano de 2024. Dados obtidos através da plataforma do IBGE. Base raster da plataforma World Imagery (Digital Gblobe, 2021).

Seguindo a tendência das planícies costeiras do estado do Rio Grande do Sul, a Vila da Capilha apresenta um ecossistema diversificado, reunindo em um mesmo ambiente áreas de banhados, matas nativas, dunas, sistemas lagunares e campos, além de apresentar uma falésia que separa a área urbana da faixa de areia e dunas (VEIGA, *et al*., 2016).

A coexistência desses sistemas naturais, somado à cultura local de pesca e agricultura, desdobra-se de modo mais complexo devido ao carácter de balneário que a Vila assume durante a temporada de veraneio. O ambiente natural é um dos maiores atrativos da Capilha, estimulando o turismo e colocando o vilarejo na mira da especulação imobiliária. De acordo com Freitas (2021), a intensificação no fluxo de pessoas causada na época de alta temporada, somado aos interesses econômicos, propicia uma ocupação do solo que implica em consequências em todas as estações do ano, não se limitando apenas ao período de veraneio, evidenciando a falta de infraestrutura para comportar esse aumento populacional, que acontece de forma sazonal.

Além disso, a dinâmica de épocas de temporada traz para o balneário a intensificação da ação antrópica na paisagem natural em períodos de veraneio, que junto com os processos erosivos naturais, causados pelas ações eólicas e pluviais, intensifica o processo de regressão da falésia, que avança em direção a área urbana consolidada, principalmente para o centro histórico da vila, onde se encontra a Capela de Nossa Senhora da Conceição, marco histórico da Capilha, colocando em risco as construções existentes no local. Entende-se por por erosão um processo natural que atua nas superfícies a partir de ações eólicas e pluviais, ocasionando desgaste, acúmulo ou transporte de sedimentos que, quando combinado com a ação antrópica, se intensifica ocasionando episódios de desabamentos de encostas, assoreamentos de corpos d'água e prejudicando áreas próprias para a atividade agrícola. (FREITAS, 2021)

A população urbana tem crescido ao longo dos últimos anos. De acordo com dados obtidos através do censo de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 61% da população brasileira encontra-se em concentrações urbanas (IBGE, 2022), sendo que esse fenômeno se repete na escala local. Essa expansão da população residente em assentamentos urbanos afeta diretamente na paisagem, tendo como problemática central a falta de planejamento e infraestrutura para contemplar essa, e as demais parcelas da população que encontram-se nas áreas periféricas, ilegais ou de preservação ambiental. No caso da Vila da Capilha, essa tendência à urbanização resultou em intensificação do uso e ocupação do solo, por meio de assentamentos ilegais em áreas inadequadas, próximas da encosta. Outro fator agravante na regressão e degradação da falésia presente na Capilha é o fluxo de veículos na faixa de areia, durante a temporada de veraneio. É comum o trânsito de automóveis ao longo da praia da Lagoa Mirim, intensificando o processo erosivo, principalmente nos locais de acesso, além de permitir o tráfego de veículos sobre as dunas, o que altera a dinâmica natural desse sistema, removendo a camada vegetal que forma uma proteção contra os intempéries.

Essas questões justificam a necessidade de um planejamento urbano específico para a Capilha, respeitando a dinâmica dos sistemas naturais existentes e as atividades humanas que a Vila precisa comportar, buscando estabelecer limites entre o ambiente natural e espaços de atuação humana.

4 UM EXERCÍCIO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL URBANO

Neste trabalho foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para identificar e categorizar os tipos de cobertura do solo, o que foi feito por meio do software QGIS, onde foram adicionadas camadas rasters referentes à área de estudo, possibilitando a delimitação de classes através de camadas vetoriais. Ao utilizar uma imagem de satélite localizando a Vila da Capilha referente ao ano de 2021, foram identificadas as feições e tipos de cobertura do solo, criando uma composição de camadas vetoriais que delimitam cada tipo de cobertura do solo, compondo um mosaico ambiental.

A partir dessa sobreposição de camadas, foi realizado um zoneamento da região, identificando as diferentes coberturas do solo e delimitando Áreas de Preservação Permanente, como massas de vegetação nativa, área de dunas, banhados e faixa de praia para formar a máscara de APP, a partir da sobreposição das classes identificadas.

Para entender a dinâmica dos ecossistemas presentes na Capilha, foi realizada uma análise *in loco*, que permitiu uma primeira aproximação com o objeto de estudo, além de viabilizar a verificação de limites e feições cuja visualização se torna limitada através das imagens utilizadas. Posteriormente, o trabalho concentrou-se no mapeamento digital, passando por análises e levantamentos através de arquivos raster e vetoriais, cedidos pelo Projeto de Extensão "Planejamento Urbano na Capilha", em realização pela turma de Planejamento Urbano, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Em seguida, foi dada sequência à etapa de reconhecimento e identificação dos tipos de cobertura do solo observados na camada raster, datada do ano de 2021. A informação referente a data da imagem é fundamental, pois por se tratar de um ambiente natural, é esperado encontrar variações em determinadas feições de um ano para o outro, além de que, procedendo de uma análise que envolve uma área urbana, também é esperado encontrar alterações na área efetivamente urbanizada, traçados e outros fatores afetados pela dinâmica urbana. Com base nessa imagem, foi elaborado uma sobreposição de camadas vetoriais, onde cada tipo de cobertura foi representada através de uma shapefile, obtendo as seguintes variáveis: banhados, com uma subdivisão de banhado e área inundada para plantação; campos, que representam todo tipo de vegetação rasteira presente na imagem; dunas embrionárias e dunas erodidas, pois devido ao processo de erosão na falésia, houve um acúmulo de sedimentos (em grande maioria arenosos), que formam uma faixa de areia similar a conformação das dunas, por isso a divisão dessas duas classes; mata nativa, que apresenta uma subdivisão identificando as massas que acompanham a BR e as que ocorrem na área de estudo; mata plantada, plantações, Lagoa Mirim, praia e, por fim, a área efetivamente urbanizada. Tendo em vista a resolução da imagem utilizada e os critérios estabelecidos para a identificação dos tipos de cobertura (escala 1:5.000 em imagem com resolução de 1m, com nível de desagregação de 5m), a categorização, representada na figura 2, limitou-se a uma classificação mais ampla, sem aprofundar questões referentes à espécies das matas nativas e tipos de plantações.

Esse mosaico serviu de base para a elaboração do ZAU (Zoneamento ambiental Urbano), que resultou em máscaras de APP e zonas de amortecimento, elaboradas a partir de 2 alternativas: ZAU Legal, onde foram seguidas as exigências presentes nas seguintes legislações: lei n° 12.651, de 25 de maio de 2002; lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000,; resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006; ZAU Proposto, o qual, além de seguir a legislação vigente, realiza um processo de desfragmentação de manchas menores

da mata nativa, a fim de tornar a massa de vegetação mais densa, eliminando as áreas muito fragmentadas e preenchendo áreas vazias. O processo de desfragmentação de uma determinada área se dá de uma etapa inicial de remoção de áreas pequenas, com um alto índice de fragmentação, e posteriormente uma ampliação das áreas restantes, com o objetivo de repor o que for eliminado na etapa inicial. Para a área de estudo, foi identificado que os melhores resultados se davam com uma redução em 10m das massas de mata nativa existente e um acréscimo de 40m em torno das massas desfragmentadas. Esse produto, apresentado na figura 3, resultou em uma área de mata nativa (e consequente uma máscara de APP) mais densa, ocasionando em uma Área de Urbanização Sustentável (AUS) mais homogênea e fluida.

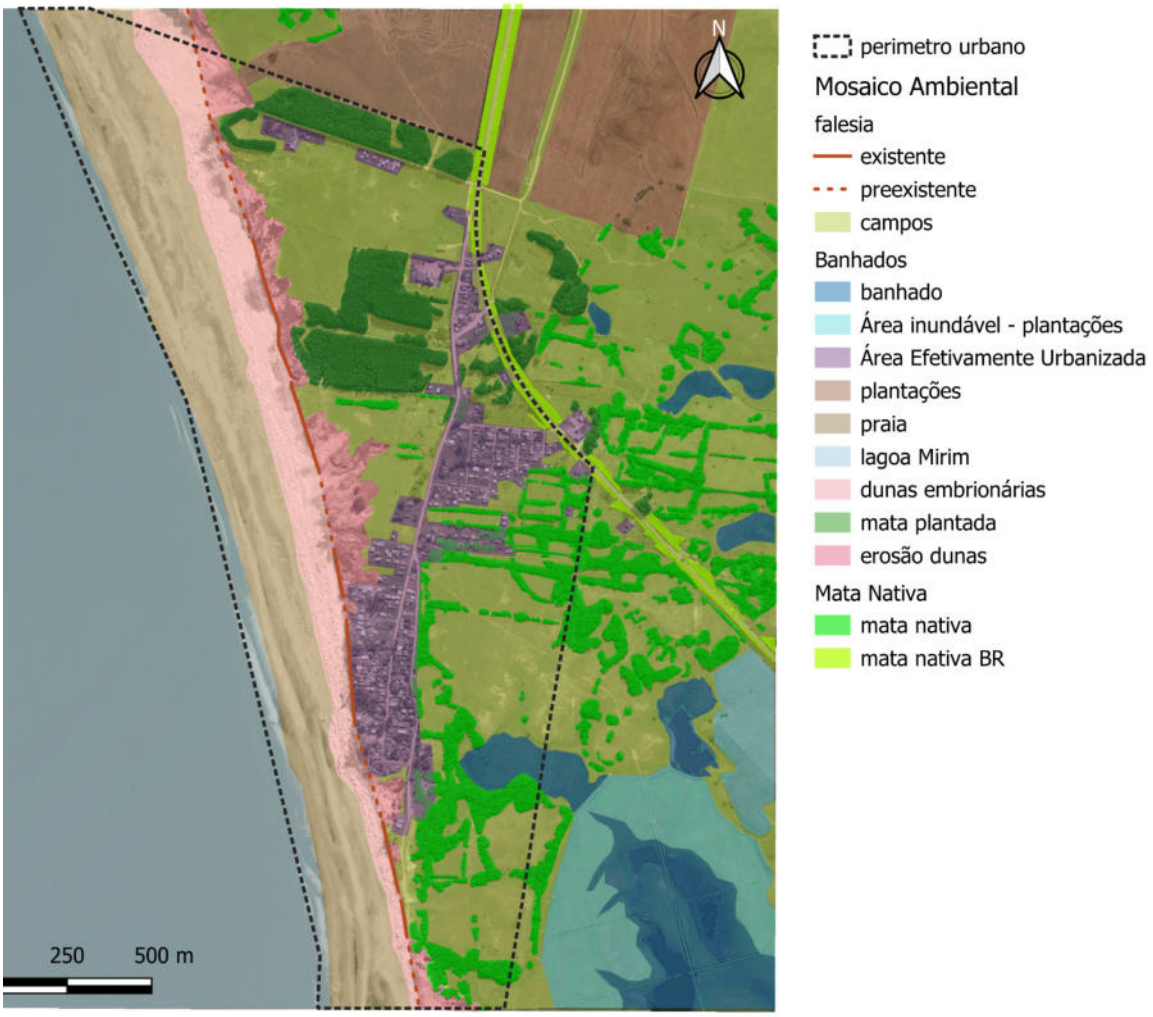


Fig. 2 Mosaico ambiental da Vila da Capilha. Mapa elaborado pelos autores, no ano de 2024. Dados cedidos pela disciplina de Planejamento Urbano do curso de Arquitetura e Urbanismo UFPel. Base raster da plataforma World Imagery (Digital Globe, 2021).



Fig. 3 Processo de desfragmentação nas massas de mata nativa. Mapa elaborado pelos autores, no ano de 2024. Dados disponibilizados pela disciplina de Planejamento Urbano, do curso de Arquitetura e Urbanismo - UFPel Base raster da plataforma World Imagery (Digital Globe, 2021).

Além da máscara de APP, também foram propostas zonas de amortecimento, espaços de transição entre as APP e as AUS, evitando uma ruptura abrupta entre as áreas de preservação e as aptas para a urbanização. Essas zonas foram elaboradas em 3 níveis, realizando um buffer em torno da máscara de APP nos valores de 60m, 90m e 120m respectivamente, o que sugere a preservação dos espaços em ordem crescente, ou seja, quanto mais próxima da APP, maior a prioridade. Por se tratar de uma localidade com pouca extensão de perímetro urbano, tem-se como resultado, no último nível de amortecimento, grande parte da extensão do da Área Urbana da Capilha, o que parece aconselhável, tendo em vista a fragilidade ambiental do local. Os resultados das máscaras de APP, junto com as zonas de amortecimento, podem ser observados na figura 4.

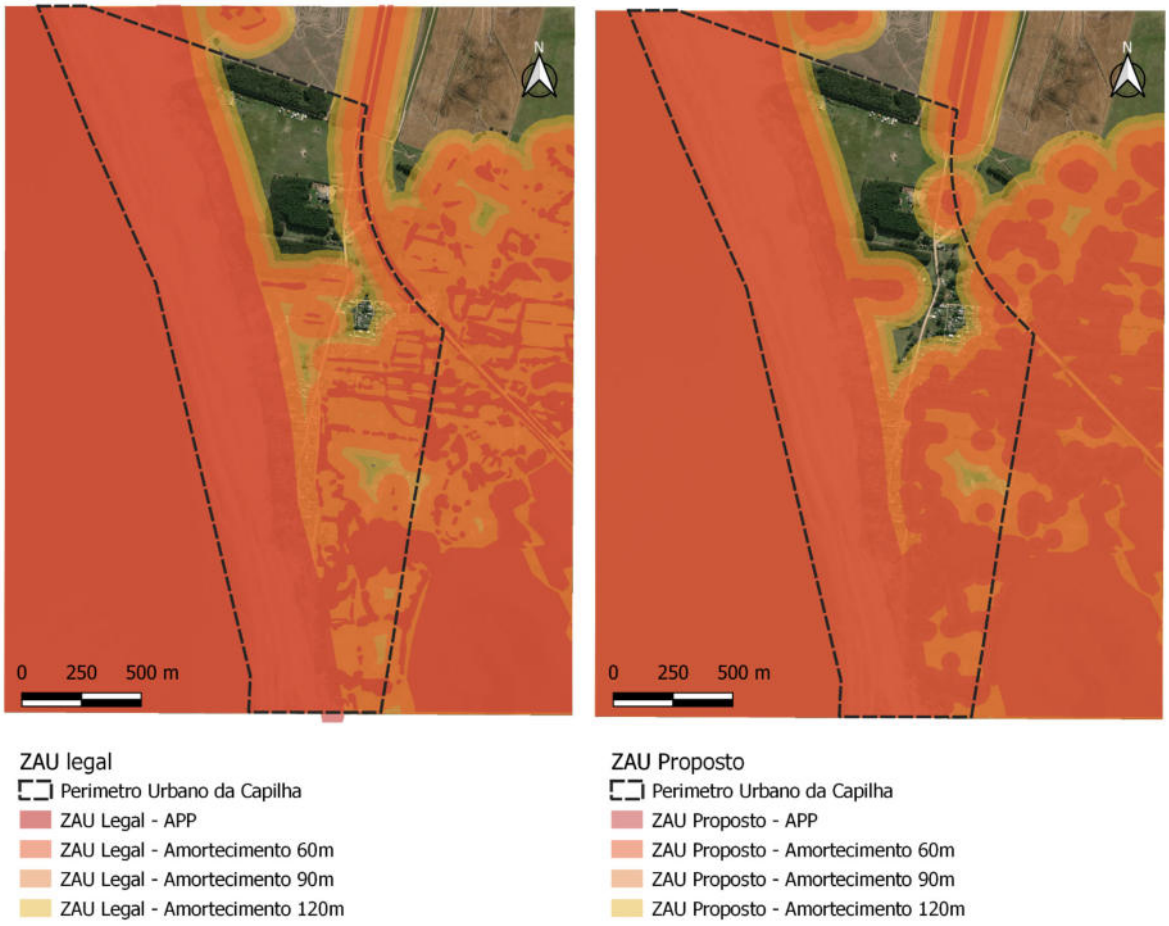


Fig. 4 ZAU Legal e ZAU Proposto, respectivamente. Mapa elaborado pelos autores, no ano de 2024. Dados cedidos pela disciplina de Planejamento Urbano do curso de arquitetura e Urbanismo UFPel. Base raster da plataforma World Imagery (Digital Globe, 2021).

Após obter as máscaras de APP, é possível realizar uma máscara que delimite as áreas propícias para urbanização sustentável. Essas áreas, assim como as de APP, também foram elaboradas seguindo as duas alternativas, resultando em duas máscaras diferentes: AUS Legal, cuja base utilizada foi a máscara de ZAU Legal; e AUS Proposta, tendo como base a máscara de ZAU Proposto. O processo de elaboração dessas áreas de urbanização sustentável, fundamenta-se em realizar uma diferença entre uma camada vetorial representando toda a extensão da imagem, denominada "máscara de recorte", e as máscaras de ZAU obtidas na etapa anterior, cujos resultados são as áreas aptas para urbanização, representadas na figura 5.

Cabe ressaltar que nesse processo não foram levadas em consideração as zonas de amortecimento, resultando em uma AUS sem níveis de prioridade para expansão.



Fig. 5 Máscaras AUS Legal e AUS Proposto, respectivamente. Mapa elaborado pelos autores, no ano de 2024. Dados cedidos pela disciplina de Planejamento Urbano do curso de Arquitetura e Urbanismo UFPel. Base raster da plataforma World Imagery (Digital Globe, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pretensão de explicitar uma metodologia de trabalho e de fornecer suporte ao poder público em suas iniciativas de planejamento urbano e ambiental, este trabalho quer oferecer subsídios para tomadas de decisão e disponibilizar instrumentos para a implementação de planos e projetos que promovam a qualidade de vida na área estudada, representada aqui pela Vila Capilha, no Município de Rio Grande, RS, Brasil. Nesse caminho**,** os resultados obtidos revelam a existência de diferentes extratos, incluindo áreas urbanas consolidadas, zonas de preservação e de amortecimento, bem como áreas identificadas com potencial para urbanização sustentável.

Os processos de análise espacial revelaram a possibilidade de preservar áreas de interesse ambiental e de proteger áreas de risco, respondendo aos desafios iniciais do projeto. Na sequência, a ideia é desenvolver o desenho das áreas com potencial para expansão urbana sustentável, o que será assunto de um próximo trabalho, indicando soluções para o crescimento da Vila Capilha com novas relações com a natureza, minimizando conflitos entre urbanização e atributos naturais.

6 REFERÊNCIAS

Brasil. **Novo Código Florestal**. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2002. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm, em 15/05/2024.

Brasil. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Lei n° 9.985. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.%20225%2C%20%C2%A7,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias em 15/05/2024.

Brasil. **Vegetação em Área de Preservação Permanente**. Resolução n° 369, de 28 de março de 2006. Disponível em https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486 , em 15/05/2024.

Câmara, G., Davis, C., Monteiro, A. M. V., e D'alge, J. C. (2001). **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE. São José dos Campos.

da Silva, A. M. (2009). **Ecologia da paisagem: fundamentos e aplicações**. Papel Virtual Editora. Rio de Janeiro.

de Freitas, V. L. (2021). **Reconhecimento das feições geomorfológicas na Vila da Capilha, Município do Rio Grande - RS**. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande.

IBGE (2023). **Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes**. Disponível em https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes, em 15/05/2024.

Melendo, J. del V. (1999). **El paisaje como recurso natural – breve aplicación ao territorio Aragonés**. Revista Internet, Fundacion Boreas, Boreas Natural. Espanha.

Montaño, M., Oliveira, I. D. de, Ranieri, V. E. L., & Souza, M. P. de. (2005). **A necessidade de incorporação do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e gestão territorial urbana.** *Proceedings*. Universidade Católica de Brasília. Brasília

Santos, M. (1994). **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. Hucitec, São Paulo.

Santos, R. F. (2004). **Planejamento Ambiental -** teoria e prática. Oficina de textos, São Paulo

Veiga, R. G., Pouget, B., Thiesen. B. e Barcelos, A. (2016). **Capilla Capela Nossa Senhora da Conceição - Pensando o restauro, planejando o futuro**. Editora da FURG. Rio Grande.

CIDADE! SENTE O CLIMA. MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO COMO ELEMENTOS ESSENCIAIS NA REGULAÇÃO JURÍDICA DO SOLO URBANO

M. Etinger, L. A. Veiga, O. F. de Souza Filho,
A. A. Alievi, A. K. B. Motter, J. R. Sanches, R. C. Zarelli

RESUMO

A reflexão sobre o processo de desenvolvimento urbano está intimamente relacionada à discussão sobre as mudanças climáticas, em especial ao se considerar que as causas dessas se atrelam à emissão dos gases do efeito estufa. Neste aspecto, a presente pesquisa tem como objetivo explorar a possibilidade de regulação do solo urbano, utilizando o planejamento e gestão urbana como mecanismos que sejam capazes de reduzir ou mitigar as emissões de dióxido de carbono objetivando a prevenção das alterações no meio ambiente. O recorte espacial da pesquisa é a cidade de Londrina, Paraná, Brasil, entre os anos de 2015 e 2022. A pesquisa foi realizada por revisão de literatura e pesquisa documental, a partir de experiências vivenciadas em outras cidades do Brasil e no exterior. Ao final apresentam-se propostas de alteração na legislação municipal que objetive a criação de instrumentos que aperfeiçoem o planejamento urbano capazes de enfrentar as mudanças climáticas.

1 INTRODUÇÃO

Pluralidade é uma das principais características das cidades, nas quais interagem diversos atores, formando uma teia de contribuições para o desenvolvimento individual e, sobretudo, coletivo. Também significa diferentes estágios de evolução quanto aos desafios da contemporaneidade. As mudanças climáticas escancaram os diferentes estágios das ações de mitigação e adaptação quanto às suas causas e efeitos, e ao mesmo tempo comprovam que nenhuma cidade poderá ficar indiferente a este fenômeno.

A presente pesquisa analisa a relação da regulação do solo urbano com as causas e efeitos das mudanças climáticas. Suas causas estão correlacionadas principalmente à emissão dos gases de efeito estufa. E seus efeitos são sentidos tanto em relação aos ecossistemas, como na vida urbana. As cidades brasileiras consideradas suscetíveis às emergências climáticas têm demandado no campo do planejamento e gestão urbanas mecanismos que reduzam ou mitiguem as emissões de dióxido de carbono, como forma de prevenir alterações no meio ambiente.

Há que se destacar também o uso e ocupação do solo urbano, que ao ocorrer sem considerar o relevo, taxa de impermeabilização do solo e características climáticas na escala local, contribui nas alterações do clima local causando desconforto ambiental, acústico, visual ou de circulação, ou o aumento do escoamento superficial e rebaixamento do lençol freático,

por exemplo. O recorte espacial compreende o município de Londrina, Paraná, Brasil, referente ao período 2015/2022.

Analisa-se as experiências vivenciadas em outras cidades no Brasil e no exterior, tendo por base o método comparativo de análise, indica a possibilidade/necessidade de aperfeiçoamento da legislação local, a partir de experiências semelhantes mencionadas no estudo.

1 EMERGÊNCIA CLIMÁTICA E O ESPAÇO URBANO

Por mudança climática e, mais recentemente, com a denominação de emergência climática, devido ao agravamento de tal situação com aspectos que denotam a intensificação da crise ambiental generalizada em diferentes partes do planeta (Ripple et al., 2021; Mendonça et al., 2022), entende-se que trata-se da mudança provocadas e/ou intensificadas devido tanto a causas naturais quanto antrópicas no "[...] estado do clima que pode ser identificada (isto é, pelo uso de testes estatísticos) por mudanças na média ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um período extenso, geralmente décadas ou mais" (IPCC, 2012, p. 3), podendo ser considerado ainda "um 'multiplicador de ameaças' que agrava os desafios sociais, económicos, políticos e ambientais existentes" (Leck, 2011, *apud* Noorbuckus, Z, Ziervogel, G., 2019, p. 198)

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão vinculado à Organização Meteorológica Mundial (OMM) e ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), desde suas primeiras publicações já pontuava em seus relatórios aspectos da ciência da atmosfera e dos impactos derivados das mudanças registradas no clima global (Mendonça et al., 2022). E essa problemática foi reafirmada no último relatório, denominado AR6 (Annual Report 6) publicado após a Conferência das Partes realizada em Glasgow, final de 2021. Nesse documento, conforme discutido por Mendonça et al. (2022), consta que as atividades humanas têm efetivamente contribuído para o aquecimento da atmosfera, dos oceanos, bem como da superfície terrestre. E segundo o IPCC (2021, p. 8), constata-se que "[...] a influência humana aqueceu o clima a uma taxa sem precedentes, pelo menos nos últimos 2.000 anos".

As alterações previstas no clima global devem impactar fortemente os assentamentos humanos, sobretudo os urbanos (Braga, 2012). A cidade aqui é entendida enquanto um produto social, produzida historicamente, principalmente a partir da ação de agentes produtores do espaço urbano (Corrêa, 1989), que atuam visando a obtenção da renda da terra e/ou reprodução ampliada do capital, criando assim uma cidade com intensa segregação socioespacial.

Além disso, importa destacar que o crescimento urbano desenfreado suprime ecossistemas e isso torna as cidades em ambientes de reduzida resiliência, tornando-as mais vulneráveis aos problemas, como: o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações, que poderão ser acentuados pelas mudanças do clima (PMBC, 2016).

Esses problemas nas cidades associados às mudanças do clima, amplificam os riscos urbanos, sobretudo, em áreas de maior vulnerabilidade e carentes de infraestrutura, sendo que o aumento da frequência de tempestades severas pode, por fim, afetar (e já afeta) os sistemas de drenagem e transporte das cidades, causando impactos aos bens públicos e privados (Sathler *et al*, 2019), se consideramos somente o viés antropocêntrico.

O planejamento e gestão urbana assumem assim um papel fundamental no enfrentamento desses fenômenos, em particular no que diz respeito à gestão do uso do solo urbano. Isso porque "[...] a forma como são estruturadas as cidades, o ordenamento do uso do solo e do processo de expansão urbana interfere diretamente na capacidade de resiliência das cidades a desastres ambientais" (Braga, 2012, p. 6). E a forma como é realizada a regulação do uso do solo urbano é um indicativo para pensar a adaptação das cidades em um contexto de mudanças climáticas, discussão contida no tópico a seguir.

2 GESTÃO MUNICIPAL DO SOLO URBANO VOLTADA ÀS QUESTÕES CLIMÁTICAS

Discorrer sobre gestão do solo urbano, significa definir o conteúdo do direito de propriedade imobiliária urbana. No Brasil, garante-se o direito de propriedade, conforme artigo 5º, XXII, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 - CF/88. No entanto, este direito está condicionado ao cumprimento de sua função social (inciso XXIII), cuja definição está a cargo de cada município brasileiro, nos termos do artigo 30, VIII, CF/88.

As atribuições dos municípios brasileiros, que possuem autonomia por expressa previsão constitucional (art. 18, CF/88) não se restringem ao disposto acima, mas a todo e qualquer assunto que se constitua como interesse local, como é o caso da mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Na escala municipal, Braga (2012), destaca que embora as diretrizes para uma forma urbana sustentável não se encontrem explicitamente destacadas no Estatuto da Cidade de 2001, é possível construir diretrizes para uma forma urbana sustentável a partir da inserção, por exemplo, no Plano Diretor Municipal de instrumentos previstos no Estatuto da Cidade de 2001 como o Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios; o IPTU Progressivo no tempo; a desapropriação com pagamento em Títulos. O autor destaca ainda que o Estudo de Impacto de Vizinhança/EIV, outro instrumento previsto no Estatuto da Cidade, tem o potencial para "[...] a implantação de modelos de zoneamento urbano por adensamento, com a compatibilização de usos diferentes na mesma zona". Além disso, há instrumentos do Estatuto da Cidade que abarcam a adaptação das áreas urbanas às mudanças climáticas, como aqueles voltados à regularização fundiária e à provisão de habitação e de infraestrutura urbana (Braga, 2012).

Neste sentido, os municípios brasileiros poderão/deverão determinar a conformação do direito de propriedade imobiliária urbana, por meio de sua legislação local. Observe-se que haverá atribuições comuns e concorrentes com os outros entes da Federação (União e Estados) nesta seara. No entanto, o presente estudo limitar-se-á à questão municipal.

Deve-se ter em mente que a legislação municipal decorre (ou deveria decorrer) de um amplo processo participativo, com a imprescindível oitiva de especialistas sobre o tema, em especial sobre planejamento urbano, bem como das pessoas que efetivamente vivem o local. Afinal, tais legislações não podem se resumir a palavras, mas devem ser comandos norteadores de uma ação concreta no solo urbano, como é o caso da obrigatoriedade de um percentual mínimo de permeabilidade do solo para as águas da chuva. No caso do município de Londrina, localizado na parte norte do Estado do Paraná, Brasil, a legislação (e principalmente as ações concretas) ainda é muito incipiente.

Londrina encontra-se localizada na Zona Tropical do Paraná, tendo por isso a classificação climática Cfa (h), e periodicamente Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (Maack, 2002). Segundo o autor, trata-se de um clima subtropical úmido (com verão quente), com temperaturas do mês mais frio variando entre 18°C e – 3°C, e do mês mais quente superior a 22°C, sendo úmido com chuvas distribuídas em todos os meses. Essas características climáticas, em uma porção de relevo sobre um relevo com cotas altimétricas entre 520 a 610m no meio urbano e com solo oriundo da decomposição das rochas basálticas da formação Serra Geral, culminou em uma vegetação denominada de matas pluviais no Norte do estado do Paraná. Mas com a substituição da vegetação por lavouras no campo e edificações na cidade desde a fundação de Londrina em 1929, o que resta desta vegetação pode ser encontrada em áreas de preservação permanente (APP), presentes principalmente nas faixas de preservação de mata ciliar nas encostas dos cursos hídricos (Trabaquini et al, 2008).

Nas últimas décadas, Londrina tem apresentado discreta elevação da temperatura. Ricce (et al., 2009), ao analisar as tendências de mudanças nos padrões de temperatura e precipitação, por meio de dados meteorológicos de estações do IAPAR e INMET, constatou um aumento das temperaturas mínimas no período 1961-2008, cerca de 1,33º C, além de 0,83º C na temperatura média e 0,33º C na temperatura máxima. Dados obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sinalizam que desde 2007 há uma tendência de aumento das temperaturas mínimas e temperaturas médias em Londrina (Figura 1), ainda que as temperaturas máximas tenham se mantido relativamente estáveis, no patamar dos 30 a 35 C.



Fig. 1 Temperaturas em Londrina no período de 2006 a 2023: médias, mínimas e máximas

Acompanhando esta dinâmica local, ao pesquisar o tema no site da Câmara Municipal de Londrina (www.cml.pr.gov.br), é possível identificar que o Município possui algumas iniciativas voltadas à questão climática, conforme demonstrar-se-á.

No período englobado pela análise (2015/2022), pode-se dizer que as raízes para a construção de medidas de adaptação e mitigação encontram-se na Lei Municipal n. 15.236/2015, a qual instituiu as diretrizes para o uso e ocupação do solo. Isto porque, ao mesmo passo em que a permissão para a ocupação mista e adensada do espaço diminui a necessidade de grandes deslocamentos e, consequente, da queima de combustíveis fósseis, a legislação contemplou em seu escopo a necessidade da garantia de áreas permeáveis nos lotes urbanos, com vegetação para a infiltração das águas pluviais.

Em sentido complementar, outro passo importante sobreveio com a publicação da Lei Municipal n. 13.339/2022, a qual instituiu a Lei Geral do Plano Diretor de Londrina, na medida em que no âmbito do transporte coletivo dispôs enquanto diretriz "o apoio e o incentivo ao uso de combustíveis alternativos e menos poluentes, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa como uma política de enfrentamento às mudanças climáticas" (Londrina, 2022).

Por fim, há de se destacar que neste mesmo ano de 2022, o Município instituiu as Soluções Baseadas na Natureza enquanto instrumento de enfrentamento às mudanças climáticas. Em que pese a legislação ser sintética e não trazer instrumentos específicos para a sua efetivação, de uma maneira geral, pode-se dizer que, por outro lado, a sua generalidade pode representar um potencial em integrar as discussões setoriais sobre a temática, partindo de um elo comum: o reconhecimento da necessidade de incluir as SBN no debate público local, já regulamentada pela Lei nº 13.341 de 2022, em um viés socioambiental, cujo resultado poderá permitir o aflorar de ações contextualizadas.

Tal experiência local já foi implementada com a intervenção no Córrego Cabrinha, um pequeno córrego de água com uma nascente que estava em situação precária (UrbanNature Atlas, 2022)

A seguir serão apresentadas 03 (três) experiências fora do Brasil, que podem qualificar o debate em âmbito local, na medida em que para que fossem implementadas, foi necessária a existência ou aprovação de legislação do solo urbano voltada a (i) um conjunto normativo que permite a instalação de um TTC (Termo Territorial Coletivo), (ii) zoneamento urbano-ambiental para as esponjas urbanas e (iii) para os corredores verdes.

3 EXPERIÊNCIAS DA REGULAÇÃO DO SOLO URBANO VOLTADO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As ações direcionadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas podem ocorrer de diversas formas, incluindo intervenção estatal, financiamento internacional e iniciativas coletivas. Essas estratégias são essenciais para enfrentar os desafios ambientais e criar resiliência nas comunidades.

Neste capítulo, serão apresentados brevemente três exemplos considerados exitosos: (i) retardadores de águas pluviais e a criação de "esponjas urbanas" em Santa Fé, Argentina, uma abordagem que combina infraestrutura verde com regulamentação de uso do solo para reduzir inundações e melhorar a qualidade da água; (ii) o Termo Territorial Coletivo (TTC) de Caño Martín Peña em Porto Rico, um modelo de governança comunitária que protege os direitos de propriedade e promove a sustentabilidade ambiental; (iii) os corredores verdes em Medellín, Colômbia, uma iniciativa que transforma áreas urbanas degradadas em espaços verdes contínuos, melhorando a biodiversidade e a qualidade do ar, além de proporcionar espaços de convivência para a população. Apresenta-se ainda a experiência das "gravel platforms" (plataforma de cascalho, em tradução livre) realizada na Cidade do Cabo, na África do Sul.

Esses exemplos demonstram a eficácia de diferentes abordagens na promoção da sustentabilidade urbana e na adaptação às mudanças climáticas. Em Santa Fé, os retardadores de águas pluviais e as esponjas urbanas ajudam a controlar o fluxo de água e a reduzir os riscos de inundação. Em Porto Rico, o TTC de Caño Martín Peña promove a resiliência comunitária através da gestão coletiva do território e da implementação de práticas sustentáveis. Já em Medellín, os corredores verdes contribuem para a melhoria do ambiente urbano e a promoção da saúde e bem-estar da população. Assim, essas iniciativas evidenciam como a colaboração entre governos, comunidades e organizações internacionais e nacionais pode resultar em soluções eficazes que atuem frente aos desafios climáticos e ambientais enfrentados pelas cidades.

O município de Santa Fé, na Argentina, historicamente sofria com o acúmulo de águas da chuva que ocasionava alagamentos em diversos espaços de seu território. Medidas paliativas vinham sendo adotadas, mas sempre com eficácia parcial. Entre as ações adotadas neste novo cenário, destacam-se a obrigatoriedade de instalação de dispositivos hidráulicos em propriedades privadas, destinados a reter e liberar gradualmente a água da chuva, aliviando a pressão sobre o sistema de esgoto público (Maldonado, 2020).

Além disso, a cidade restringiu seu crescimento em áreas críticas de inundação, criando a "Zona de Seguridad Hídrica" e o "Distrito Reservorio", que funcionam como esponjas urbanas, absorvendo grandes volumes de água e controlando seu fluxo. Essas zonas são fundamentais para a mitigação dos riscos de inundação, pois aumentam a infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento superficial. A criação de tais áreas verdes também traz benefícios adicionais, como a melhoria da qualidade da água através da filtragem natural de poluentes, contribuindo para o reabastecimento de aquíferos subterrâneos essenciais para o abastecimento urbano (Maldonado, 2020)..

Além disso, as esponjas urbanas influenciam no microclima urbano, reduzindo a temperatura do ambiente e combatendo o efeito de ilha de calor, enquanto promovem a biodiversidade ao criar habitats para a fauna urbana. As medidas adotadas em Santa Fé exemplificam uma abordagem integrada de infraestrutura verde e regulamentação de uso do solo, demonstrando como uma cidade pode se tornar mais resiliente frente às questões climáticas .

Outra ação, que pode ser destacada como medidas direcionadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, foi a criação do Termo Territorial Coletivo (TTC), nomenclatura adotada no Brasil para as experiências do Community Land Trust (CLT) (em inglês), ou Fideicomisso de la Tierra (FT) (em espanhol), que se materializa como sendo uma experiência de gestão coletiva da terra, visando a garantia do direito à moradia para populações de baixa renda.

No caso do Caño Martín Peña, em San Juan, Porto Rico, o Termo Territorial Coletivo (TTC) surgiu como uma resposta da população local às propostas de revitalização da área após a devastação causada pelo furacão Maria em 2017 (Algoed e Torrales, 2019). Essas propostas frequentemente refletem a prática do mercado imobiliário de se apropriar de terras após desastres ambientais, deslocando comunidades de baixa renda em favor de novos empreendimentos.

A constituição do TTC foi, então, uma estratégia para contrapor essas tendências e garantir que a revitalização beneficiasse os residentes originais. Com o TTC, a comunidade conseguiu implementar melhorias ambientais que aumentam sua resiliência a eventos climáticos futuros. Por exemplo, a restauração de manguezais e a implementação de infraestrutura verde ajudaram a mitigar os efeitos de tempestades e inundações subsequentes. Em um cenário hipotético, porém bastante previsível, teria havido a gentrificação daquela área, fazendo com que a população do local fosse forçada a ocupar outras áreas compatíveis com seu poder aquisitivo, gerando mais vulnerabilidade em relação aos eventos climáticos extremos.

Além disso, neste caso específico TTC promoveu a participação ativa dos moradores na gestão da terra, assegurando que as decisões sobre o uso do solo fossem tomadas coletivamente e em benefício da comunidade. Isso não apenas protegeu a área da especulação imobiliária, mas também fortaleceu o tecido social, criando um senso de pertencimento e empoderamento entre os residentes (Algoed e Torrales, 2019). Ademais, o TTC pode ser colocado como uma forma histórica de alternativa à propriedade privada da terra.

Neste sentido, a experiência do TTC no Caño Martín Peña demonstra como abordagens comunitárias e participativas podem ser eficazes na promoção de resiliência climática e justiça social. Este modelo pode servir de exemplo para outras áreas urbanas vulneráveis, mostrando que a gestão coletiva da terra é uma ferramenta poderosa para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e resistir à pressão do mercado imobiliário pós-desastres.
Sobre o terceiro exemplo, Medellín, na Colômbia, é uma das muitas cidades do mundo que passa pelo fenômeno denominado de ilhas de calor urbana, fenômeno caracterizado por uma condição microclimática na qual a temperatura do ar está mais elevada, a umidade relativa mais baixa, bem como a presença de alteração nos ventos e nos regimes de chuvas (Romero *et al,* 2017). O que se observa, é a elevação da temperatura do ar no meio ambiente urbano em relação à outras áreas mais afastadas, situação que ocorre em razão do aquecimento das superfícies artificiais da cidade.

A elevação da temperatura no meio ambiente urbano impacta significativamente o cotidiano dos seus habitantes, baixando a qualidade do ar e elevando consideravelmente o número de óbitos nas grandes cidades do mundo (Romero *et al,* 2017). Muitas estratégias podem ser desenvolvidas para mitigar o impacto das ilhas de calor urbanas, como os tetos verdes e os jardins verticais. Outra estratégia que pode ser utilizada para a mitigação e adaptação ao aumento da temperatura urbana são os corredores verdes.

Conforme explicam Oliveira e Perroni (2021), os corredores verdes são definidos como partes integrantes da Estrutura Ecológica. Assim, a Estrutura Ecológica é a somatória de sistemas naturais e áreas verdes existentes, configurando um sistema importante no âmbito do planejamento e ordenamento do território, e os Corredores Verdes, uma "infraestrutura verde pertencente ao modelo de ordenamento" (Oliveira e Perroni, 2010).

Para Sierra e Caparroso (2022) as medições realizadas nas residências próximas aos corredores verdes demonstraram que as temperaturas internas das casas se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pelo ISO 7730 e pela NTC-5316, instituto internacional e colombiano, respectivamente, que fixam os critérios para o estabelecimento do conforto térmico em unidades habitacionais. Pesquisas realizadas em Medellín, na Colômbia, demonstram a eficiência da implementação dos corredores verdes como instrumentos para proporcionar um maior conforto térmico às residências instaladas próximas a eles.

Além dos benefícios identificados nas habitações instaladas nas, a experiência de implantação de aproximadamente 30 corredores verdes no município de Medellín se destaca pela redução da temperatura média da cidade. Conforme demonstra Lancharro (2021), a experiência colocada em prática em Medellín trouxe inúmeros benefícios diretos e indiretos, entre eles: a melhora na qualidade do clima da cidade, "a temperatura das zonas urbanas próximas dos espaços verdes foi reduzida entre 2º e 3º graus celsius", além do aumento da biodiversidade entre abelhas e outros pássaros (Lancharro, 2021).

Além das ações especificamente voltadas à adaptação climática, há a possibilidade de sinergia com outras ações, como é o caso da intervenção humanitária na localidade de Green Park, um assentamento informal de população de baixa renda, na Cidade do Cabo, na África do Sul. Neste país com semelhantes características socioambientais ao Brasil, foi feito um "levantamento do solo" em áreas recorrentemente inundadas durante o período da chuva, por meio da chamada *gravel platforms* (plataforma de cascalho, em tradução livre para o português) (Noorbuckus; Ziervogel, 2019, p. 199). Esta intervenção é apontada pelos autores como um exemplo da *climate-compatible development* (CCD), definida como o "o desenvolvimento que minimiza os danos causados pelos impactos climáticos, ao mesmo tempo que maximiza as muitas oportunidades de desenvolvimento humano apresentadas por um futuro de baixas emissões e mais resiliente"[1].

Com isso em vista, os exemplos apresentados de Santa Fé, Caño Martín Peña e Medellín retratam a materialidade de diferentes abordagens para a mitigação e adaptação às

[1] No original: "the development that minimises the harm caused by climate impacts, while maximising the many human development opportunities presented by a low emissions, more resilient future"

mudanças climáticas, cada uma adaptada às necessidades específicas de sua localidade. Santa Fé implementou esponjas urbanas e dispositivos hidráulicos para gerenciar águas pluviais, reduzir inundações e melhorar a qualidade da água. Já em Caño Martín Peña, o Termo Territorial Coletivo promoveu uma gestão coletiva da terra, protegendo a comunidade da especulação imobiliária e aumentando a resiliência a desastres climáticos através de práticas sustentáveis. Por sua vez, Medellín, desenvolveu corredores verdes que mitigam o efeito das ilhas de calor urbanas, melhoram a qualidade do ar e promovem a biodiversidade, além de proporcionar conforto térmico às habitações próximas.

Iniciativas como essas, retratam como diversas intervenções no espaço, de regulamentação estatal e gestão comunitária à infraestrutura verde, podem promover a sustentabilidade urbana e a adaptação das comunidades às mudanças climáticas. Assim, a colaboração entre governos, comunidades e organizações internacionais é crucial para desenvolver soluções integradas que atendam aos desafios climáticos e ambientais enfrentados pelas cidades (Noorbuckus; Ziervogel, 2019, p. 221). Ao combinar infraestrutura física com governança participativa e planejamento ecológico, essas cidades não só se tornam mais resilientes às mudanças climáticas, mas, também, atuam na promoção da justiça social e melhoram a qualidade de vida de seus habitantes.

4 PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DA LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA/PR

Ao analisar o papel do planejamento urbano municipal no contexto de políticas públicas urbanas, é possível identificá-lo como instrumento de regulação do solo urbano com objetivo de integrar os "(...) elementos biofísicos, culturais, recreativos e paisagísticos" (Ferreira; Machado, 2010). Na contemporaneidade, também deve ser observado como instrumento para criar mecanismos de combate às mudanças climáticas, em especial após a Constituição de 1988 que lhe atribuiu este papel, ao determinar que se garanta o bem-estar de seus habitantes.

Assim, é necessário que as políticas públicas urbanas municipais estejam alinhadas com as demais políticas nacionais no sentido de implementarem mecanismos de combate e enfrentamento às mudanças climáticas. No âmbito da legislação nacional brasileira, destaca-se a Lei nº 14.119 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Referida legislação regulamenta a possibilidade de se estabelecer uma transação voluntária, entre o pagador de serviços ambientais a um provedor de serviços ambientais, mediante a transferência de recursos financeiros ou outras formas de remuneração, na forma como foi acordada, para contribuir, entre outros objetivos, com a regulação do clima.

No âmbito urbano municipal, é possível, por meio da regulamentação dos pagamentos por serviços ambientais, o estímulo à criação de uma estrutura ecológica, que permita a requalificação ambiental do território urbano, promovendo a "compatibilização entre os espaços de proteção, produção e recreio" (Luz *et al*, 2018), fazendo do espaço urbano o local da multiplicidade de usos, com a melhoria da qualidade de vida da população, proteção dos recursos naturais e a sua compatibilização com as atividades humanas.

A criação de rede de corredores verdes no município, por meio da estruturação de uma estrutura ecológica urbana, poderá proporcionar a diminuição do desconforto térmico dos habitantes da cidade. A Microbacia do Ribeirão Cambé "possui grande potencial de interconexão, além de características físicas que favorecem a implementação de corredores na região" (Olak, 2020, p. 13), a área é marcada por pontos de desconexão em razão da "intensa urbanização e por conexões viárias" (Olak, 2020, p. 13), que configuram importantes pontos para implementação de corredores verdes a fim de conectar a estrutura ecológica urbana.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de um projeto de pesquisa ainda em andamento, importa destacar que as cidades precisam ser repensadas em termos de planejamento e gestão urbana, para poderem responder aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

No presente estudo foram apresentados os exemplos de Santa Fé (Argentina), Caño Martín Peña (Porto Rico) e Medellín (Colômbia) que retratam a materialidade e possibilidade efetiva de diferentes abordagens para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, cada uma adaptada às necessidades específicas de sua localidade.

A adaptação dos territórios urbanos às consequências das mudanças climáticas deve ser entendida como pauta prioritária por gestores e sujeitos sociais, particularmente nas grandes e médias cidades, para que e avance no caminho de proposições de políticas e planos (com a adequada legislação) que contribuam para o avanço na mitigação e a adaptação do espaço urbano a esse problema ambiental que perpassa a esfera global, repercutindo localmente.

Assim, faz-se necessário o entendimento que a adaptação às mudanças climáticas deve unir ações em diversos níveis. Em especial, em relação ao âmbito municipal, como o analisado no presente estudo, que por meio da regulação do solo urbano, através do Plano Diretor e outras legislações municipais, pode ser capaz de instituir medidas que promovam a utilização racional dos espaços urbanos.

6 REFERÊNCIAS

Algoed, L., Torrales, M. E. H. (2019) **The Land is Ours. Vulnerabilization and resistance in informal settlements in Puerto Rico: Lessons from the Caño**.

Braga, R. (2012) Mudanças climáticas e planejamento urbano: uma análise do Estatuto da Cidade. **Anais [...]** VI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade/Anppas, de 18 a 21 de setembro de 2012, Belém, Pará, Brasil.

Corrêa, R. L. (1989) **O espaço urbano.** São Paulo: Editora Ática.

Ferreira, J. C., Machado, J. R. (2010) Infra-estruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes, **Revista LABVERDE**, (1), p. 69–90.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012) **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014) Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (eds.) **Geneva:** IPCC. 151 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) - Summary for Policymakers (2021) In: **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis. Contribu-tion of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press.

Lancharro, B. C. (2021) Infraestrutura Verde Urbana I: retos, oportunidade y manual de buenas práticas. **Nota Técnica nº IDB-TN-0185**. Banco Interamericano de Desarollo – BID.

Londrina (2022). Lei n. 13.339 de 7 de janeiro de 2022. Institui, nos termos da Constituição Federal, da Lei Federal n. 10.257 de 10 de julho de 2001, e desta lei, as diretrizes da Lei Geral do Plano Diretor Participativo Municipal de Londrina e dá outras providências. **Câmara Municipal de Londrina**, Londrina.

Luz, C. B., Norenberg, J. C. (2018) Mobilidade Urbana e o uso de Corredores Verdes: um estudo no município de Xangri-lá-RS. Ladwig, I. e Schwalm, H. **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos.** Criciúma, SC: EDIUNESC, p. 498 a 518.

Maack R. (2002). **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial, 440 p.

Maldonado, M. L. (2020) Caso 3: La incorporación de retardadores pluviales en las construcciones privadas en la Ciudad de Santa Fe, Argentina. **Maldonado et al. Políticas de Suelo, Derecho Urbanístico y Cambio Climático: Instrumentos Urbanísticos-Tributarios como Medidas para enfrentar al Cambio Climático.Etapa 2: Análisis de casos.** Lincoln Institute of Land Police, 2020.

Martín Peña Community Land Trust (1983) **Radical Housing Journal, April, Vol 1(1)** 1983.

Mendonça, F., Oscar Junior, A. C., Gomes, H. S., Schultz, J. P. (2022) **Emergência climática**: desafios e oportunidades no campo do ensino de geografia. *Revista Da ANPEGE*.

Noorbuckus, Z., Ziervogel, G. (2019). Reframing urban flood responses: gravel platforms as a means to address emergency flood relief and climate change adaptation?. *In* Scott, D, Davies, H, New, M. **Mainstreaming climate change in urban development. Lessons from Cape Town**. UCT Press, Claremont, South Africa.

Olak, A. S, Leão, A. L. F., Cifuentes, N., Meneguetti, K. S. (2020) Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina (PR). **Revista LABVERDE FAUUSP**. São Paulo, v. 10, n. 01, 2020.

Oliveira, R. C., Perroni, M. A. (2021) Corredores Verdes Urbanos como instrumento de Requalificação Ambiental: um estudo de caso do Bairro de São Francisco – Niterói, RJ. **XIV Encontro Nacional de Pós-Graduação em Geografia – ENANPEGE**, 2021.

PBMC (Painel Brasileiro para Mudanças Climáticas) (2016) Mudanças Climáticas e Cidades. **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças** Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 98p.

Ricce, W. S.; Caranori, P. H.; Morais, H.; Silva, D. A. B.; Ataíde, L. T. (2009). Análise de tendências da temperatura e precipitação em Londrina, estado do Paraná. **Anais... XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** – 22 a 25 de setembro de 2009 – Belo Horizonte, MG.

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Gregg, J. W., Lenton, T. M., Palomo, I., Eikelboom, J. A. J., Law, B. E., Huq, S., Duffy, P. B., Rockström, J. (2021) World Scientists' Warning of a Climate Emergency. **BioScience**, v. 71, n. 9, p. 894-898, 2021.

Romero, M. A. B., Baptista, G. M. de M., Lima, E. A., Werneck, D. R., Vianna, E. O., Sales, G, de L. (2019) Mudanças Climáticas e ilhas de calor urbanas – Projeto Pesquisa intitulado "Estudos sobre a relação entre mudanças climáticas e ilhas de valor urbanas em Brasília. Ênfase na configuração e na avaliação da sustentabilidade e desempenho ambiental". **Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal – FAP-DF**.

Sathler, D., Paiva, J. C. e Baptista, S. (2019) Cidades e Mudanças Climáticas: planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 56, pp. 262-286.

Sierra. A. L., Caparroso, V. S. (2023) Benefícios de los corredores verdes em el confort térmico de las unidades de vivenda em Medellín y Envigado. **Escula de Ingeniería de Antioquia**, Repositorio Universidad EIA.

Trabaquini, K. et al. (2009). Uso e ocupação das APPs em áreas de fundo de vale no perímetro urbano de Londrina - PR, utilizando imagem de alta resolução. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 18, out. Disponível em: . Acesso em: 23 fev. 2024.

UrbanNature Atlas. **Restoration of the spring and banks of Cabrinha Lake**. (2022). Disponível em: https://una.city/nbs/londrina/restoration-spring-and-banks-cabrinha-lake

TRAJETÓRIAS DE ADAPTAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS JAPONESAS E BRASILEIRAS

A.S.K. Santos, R.M. Loura e E.A. Chiquito

RESUMO

Nos anos recentes, pode-se perceber um aumento nas discussões acerca das mudanças climáticas e seus possíveis impactos nos grandes centros urbanos. Em 2023, o Japão lançou a mais recente atualização de sua legislação de combate às mudanças climáticas, evidenciando a crescente preocupação com o tema no âmbito das políticas públicas, especialmente no contexto do planejamento urbano. Em contrapartida, as mais recentes legislações brasileiras que abordam o tema datam de 2009 e 2016, sem posteriores atualizações destas a despeito da definição da cidade de Belém (PA) como sediadora da COP 30. O questionamento deste trabalho reside na reflexão sobre as diferentes trajetórias de incorporação da questão das mudanças climáticas na agenda de ambos os países, buscando problematizar suas causas. Pretende-se, através de uma análise comparativa, determinar como políticas internas anteriores aos anos 1990 e as convenções internacionais influenciaram na criação das mais atuais normativas japonesas e brasileiras acerca do tema.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento nas discussões acerca das mudanças climáticas e seus possíveis impactos nos grandes centros urbanos, a relevância do tema se torna cada vez mais urgente e pungente. Recentemente, os governos brasileiro e japonês anunciaram acordos de cooperação em busca da soberania nacional que envolvem diversos âmbitos, especialmente, as mudanças climáticas. Os dois países membros do G20, que possuem trajetórias de desenvolvimento bastante específicas[1], estão entre os dez países com maior participação nas emissões históricas de carbono, tem se aproximado para o estabelecimento de medidas de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, lançando iniciativas para diminuir a emissão de carbono, por exemplo. Assim, este trabalho se propõe a investigar o caso do Brasil e do Japão dentro do tema, de modo a discutir como diferentes contextos nacionais, influenciados por uma miríade de fatores políticos, econômicos, sociais e culturais, geraram diferentes trajetórias de políticas ambientais, materializadas recentemente em planos e políticas relacionadas. Compreender estas trajetórias e seus desdobramentos é interessante para identificarmos lacunas e possíveis contribuições em busca de melhores políticas de adaptação às mudanças climáticas, de

[1] Vale ressaltar que, segundo dados do UNFCCC, no caso do Brasil, as emissões históricas acumuladas de CO2 correspondem quase em sua totalidade às emissões decorrentes do desmatamento e do uso da terra, especialmente no que se refere ao extrativismo e agropecuária, enquanto que no Japão, as emissões correspondem ao uso de combustíveis fósseis.

forma a criar cidades mais resilientes, neste momento que o Brasil firma acordos de cooperação bilateral com Japão e discute internamente o Plano Clima (MMA, 2024).

Para atender ao objetivo principal do trabalho, buscou-se analisar as posturas brasileiras e japonesas ao longo das principais conferências mundiais dentro do tema, mais especificamente a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, identificando seus antecedentes e consequências dentro de cada país. Mais que isso, buscou-se identificar como estas trajetórias influenciaram no funcionamento atual de suas normativas ambientais, em termos de leis e planos, e em como estas se demonstram capazes ou não de implementar políticas adaptativas em seu território correspondente.

O presente artigo se estrutura em quatro capítulos, sendo o primeiro deles a introdução. O segundo capítulo busca elucidar as trajetórias nacionais em conferências internacionais, atentando para os antecedentes que justificam as posturas tomadas por cada país e para as consequências e desdobramentos destes em cada território. O terceiro capítulo, por sua vez, busca comparar e discutir os planos nacionais mais recentes, datados de 2021, para o caso japonês, e 2009 e 2016, para o caso brasileiro. Por fim, a conclusão busca expor, criticamente, os resultados encontrados, apontando as principais diferenças e aproximações entre ambos.

2 AS TRAJETÓRIAS NACIONAIS

A trajetória brasileira e japonesa em relação às políticas climáticas desde 1972 é um fenômeno multifacetado, influenciado por uma miríade de fatores políticos, econômicos, sociais e culturais pertinentes a cada país. Desde os primeiros movimentos globais de conscientização ambiental na década de 1970 até os esforços contemporâneos para enfrentar as mudanças climáticas, ambos os países têm respondido de maneiras distintas, refletindo suas realidades internas e aspirações globais. Este capítulo pretende contextualizar as trajetórias de ambos países nos congressos internacionais de discussões ambientais e climáticas, compreendendo-as como um reflexo das políticas internas anteriores aos anos 1990.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, foi a primeira a externar as preocupações ambientais relacionadas à contenção do crescimento desenfreado, que poderia contribuir para o aumento do nível de poluição e ocasionar o esgotamento de recursos naturais. Nela, os países desenvolvidos, incluindo o Japão, denunciavam a degradação ambiental ocasionada pela industrialização e crescimento econômico, advogando pela imposição de limites a estes, o que ia contra à situação vivida pelos países em desenvolvimento, como o Brasil (Freitas, 2012).

A postura brasileira foi de oposição aos países desenvolvidos e já estava clara desde o Relatório de Founex, elaborado em 1971, no Painel de Especialistas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, que reuniu 27 especialistas de diversos países na discussão acerca da integração da questão ambiental ao desenvolvimento. Nele, reconheceu-se que as ameaças ao meio ambiente em países periféricos e em desenvolvimento se encontravam diretamente relacionados ao subdesenvolvimento e à pobreza (Freitas, 2012). Portanto, o desenvolvimento seria o primeiro passo necessário para, posteriormente, consolidar uma estratégia de preservação ambiental generalizada, postura que foi firmemente defendida pelo Brasil em oposição às vontades dos países desenvolvidos já que estes possuíam os recursos necessários para atender a uma agenda

ambiental sem que isso prejudicasse seu desenvolvimento que já estava consolidado (Corrêa do Lago, 2007).

Nesse sentido, defendeu-se a ideia de que a proteção ao meio ambiente não deveria impedir o crescimento econômico em países em desenvolvimento se os agentes responsáveis pela poluição e degradação ambiental eram, majoritariamente, os países desenvolvidos (Barbieri, Ferreira e Barbi, 2018). Cabe apontar, também, que durante o período da formulação do Relatório de Founex e da realização da Conferência, o Brasil estava sob regime militar (1964-1985) e que implantava políticas desenvolvimentistas voltadas à ocupação da Amazônia, por exemplo, que marcaram os anos 1970 pelo desmatamento e a degradação do bioma (Imazon, 2009, apud Freitas, 2012). Nesta mesma época, o Japão lidava com algumas das consequências do tipo de desenvolvimento adotado até então, que priorizou a ampliação do capital industrial nacional, mobilizando todos seus recursos em prol das estratégias de expansão das indústrias pesadas e químicas, em detrimento ao controle da expansão urbana, da construção de áreas industriais próximas à áreas residenciais, da qualidade de moradias ou a promoção de espaços livres públicos como parques e áreas de lazer (Sorensen, 2002).

Em 1970, na baía de Minamata, houve o estopim para a crise ambiental no país e para as discussões internacionais acerca da questão - o que inclui a própria Conferência de 1972. Nele, diversos moradores da região, em sua maioria pescadores, morreram ou tiveram sua saúde afetada devido à contaminação das águas por mercúrio. A resposta da população para a situação se deu na forma de protestos e mobilizações, que marcou o primeiro movimento do Japão como sociedade civil em prol de uma ação pública de fato. Durante esse período, os movimentos ambientais de base foram atores importantes na proteção do meio ambiente do Japão aglutinando novas energias políticas compostas por antigos conservacionistas, jovens ecologistas, antigos socialistas e milhares de ativistas locais e cidadãos preocupados que protestavam contra o número cada vez maior de casos de destruição ambiental. Esses movimentos de base foram capazes de provocar mudanças na política japonesa, instalando novos valores baseados na superação dos problemas ambientais (Karan, 2010).

Cabe ressaltar que a discussão das mudanças climáticas não foi o grande foco da Conferência de 1972, dado que esta somente ganhou maiores proporções durante a década de 1980. Nesta próxima década, ocorre a criação do Protocolo de Montreal em 1987, restringindo o uso de gases que causam o estreitamento da camada de ozônio e, no ano seguinte, a criação pela Organização das Nações Unidas, através do Programa das Nações Unidas pelo Meio Ambiente (Pnuma) do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC, de acordo com o nome em inglês), que tinha como missão avaliar pesquisas e gerar relatórios abrangentes em torno das alterações no clima. O primeiro relatório elaborado pelo IPCC foi divulgado em 1990, concluindo que no século anterior houve um aumento da temperatura global entre 0,3ºC e 0,6ºC e que, com este aumento, episódios de altas temperaturas se tornariam cada vez mais frequentes, afetando ecossistemas e aumentando a concentração de dióxido de carbono na atmosfera (IPCC, 1990).

Um ano após o Protocolo de Montreal, a Constituição Federal de 1988 é promulgada no país, marcando a volta da democracia brasileira após anos de regime militar. A Constituição de 1988 trouxe avanços na abordagem governamental dentro do campo de políticas ambientais, resultantes de “anos de mobilização de segmentos ambientalistas”

(MELLO-THÉRY, 2019). Ao estabelecer que “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” (Brasil, 1988, art.225), ela reafirma o compromisso do Poder Público brasileiro em assegurar estes direitos. No mesmo ano, o governo brasileiro propôs sua candidatura como sede da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) de 1992, o que demonstra o desejo do país em fazer parte da agenda internacional de forma mais ativa.

O contexto japonês na década de 1980 apresentava uma atmosfera política e econômica singular, com profundos impactos no campo do planejamento urbano. Uma das maiores heranças dos anos 1970 consistiu no aumento de gastos governamentais destinados aos programas de bem-estar social, impulsionado sobretudo por administrações progressistas e movimentos populares. Este foi um período de notável crescimento econômico, caracterizado pela transição do enfoque das indústrias pesadas e químicas para os setores de maquinaria, eletrônicos, automóveis e, especialmente, finanças. No âmbito do planejamento urbano, emergiram novas abordagens em nível local, exemplificadas pelo advento do planejamento distrital. Pela primeira vez, autoridades locais foram investidas de poderes legais para impor maiores restrições em seus territórios, através da regulação do uso do solo, do estabelecimento de taxas de ocupação mínimas e máximas, controle de gabarito e coeficiente de aproveitamento, entre outros.

Em 1992, o Brasil adota um novo posicionamento a nível internacional no que tange às suas políticas ambientais e desenvolvimentistas, demonstrando sua adaptação aos processos internos ocorridos e ao novo relatório divulgado pelo IPCC em 1990. Durante a ECO-92, ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro, o país se redime de suas políticas “controversas” expostas durante a Conferência de 1972, que defendia o desenvolvimento a despeito da questão ambiental (Freitas, 2012). O evento reuniu representantes da comunidade internacional com o objetivo de criar um arcabouço de regras para conter o aquecimento global através da "Conferência Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas" (CNUMAD). Cabe ressaltar também a posição do Brasil neste cenário que, desde a Conferência de Estocolmo em 1972, passou a reconhecer a necessidade de discutir e combater os problemas ambientais. Posto isso, a ECO-92, “tornou-se um engajamento da política externa do Governo Collor (1990-1992)” (Lafer, 2007, apud Freitas, 2012, p. 71), mas, no entanto, o conteúdo se manteve o mesmo, com países desenvolvidos exigindo medidas contencionistas por um lado, e os em desenvolvimento reforçando posturas autônomas (Freitas, 2012). Sendo assim, a Conferência de 1992 foi “um sucesso da diplomacia brasileira, não somente por ter incorporado as posições defendidas pelo Brasil, mas também por provar a capacidade organizativa do País e resgatar sua imagem no cenário internacional” (Freitas, 2012, p. 72). A Rio 92 tornou-se um marco histórico na condução da política ambiental brasileira, pois auxiliou na divulgação do problema ambiental à toda sociedade brasileira e levou o Estado a construir acordos internacionais sobre o tema. Além disso, foi um evento que colocou a questão ambiental como um problema global que demandava ações prioritárias na agenda internacional (Barbieri, Ferreira e Barbi, 2018).

Já no início dos anos 1990, o Japão se mostrava pronto e disposto a contribuir para a mitigação das mudanças climáticas (Kameyama, 2016). Sendo assim, o país também foi um dos signatários do acordo, se comprometendo a expandir sua ajuda no setor ambiental, chegando a cerca de 7,2 bilhões de dólares durante o período de cinco anos a partir de 1992. Em 1993, o governo japonês ratificou a Lei Básica do Meio Ambiente, cujo plano

associado foi aprovado em 1994, delineando quatro objetivos principais: a promoção da reciclagem de materiais, a coexistência com o ecossistema, a participação de todas as partes interessadas e a cooperação internacional. É relevante notar que essa postura representou uma mudança significativa na política interna do país, especialmente considerando que, durante os anos 1970 e parte dos anos 1980, o Japão enfrentou desafios consideráveis de poluição local que resultaram em numerosos protestos populares (Sorensen, 2002). Portanto, a postura internacional adotada pelo Japão no início dos anos 1990 reflete uma alteração em sua abordagem às políticas internas, respondendo diretamente aos protestos populares (Kameyama, 2016).

Em 1995, é divulgado o segundo relatório de avaliação do IPCC concluindo que evidências sugerem influência humana no clima do planeta (IPCC, 1995), sendo essa a primeira declaração definitiva a atribuir responsabilidade ao homem pelas mudanças climáticas (Freitas, 2012). Influenciado por este relatório, o Protocolo de Kyoto foi acordado em 1997 durante a Conferência Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, originada na ECO-92. Nesse protocolo, 37 países industrializados e a União Europeia se comprometeram a reduzir as emissões em pelo menos 5,2% entre 2008 e 2012.

Além disso, o Protocolo de 1997 consagrou o princípio das "responsabilidades comuns, mas diferenciadas", estabelecendo instrumentos para combater e mitigar as mudanças climáticas de acordo com o cenário socioeconômico de cada país. O Brasil, apoiando a versão mais abrangente do acordo, comprometeu-se com a necessidade de reduzir as emissões de dióxido de carbono por meio do uso de fontes renováveis de energia (ONU, Protocolo de Kyoto, 1997; Freitas, 2012). Alguns anos depois, ao longo do início dos anos 2000, o Brasil se consagra como um modelo no uso de energias renováveis (Freitas, 2012).

Como país anfitrião da Conferência de 1997, o Japão desempenhou um papel crucial como mediador entre os interesses conflitantes sobre a redução das emissões de carbono. Após intensas discussões, o governo japonês comprometeu-se a reduzir suas emissões em 6% e, no ano seguinte, promulgou a Lei de Promoção de Contramedidas ao Aquecimento Global. Somente em 2005, após a ratificação do Protocolo de Kyoto pela Rússia em novembro de 2004, é que o protocolo entrou em vigor. Em resposta, foi estabelecido o Kyoto Protocol Target Achievement Plan (Plano de Cumprimento de Metas do Protocolo de Kyoto) em abril de 2005, com o objetivo de listar medidas mitigatórias à mudança climática em nível nacional (Kameyama, 2016).

Em 2009, a 15ª Conferência das Partes (COP-15) foi realizada em Copenhague, com a expectativa de aprofundar o Protocolo de Kyoto. Contudo, desentendimentos entre dois grupos de países, com posturas opostas, impediram o avanço das negociações. A União Europeia, Japão, Coréia do Sul e México, formando o campo reformista, defendiam metas de redução de emissões, enquanto Estados Unidos, Canadá, China, Índia, Rússia, Indonésia e África do Sul, formando o campo conservador, se opunham a essas posições. Nesse cenário, o Brasil adotou uma postura mista, comprometendo-se a reduzir suas emissões entre 16% e 39%, mas mantendo alianças com China, Índia e África do Sul (Freitas, 2012). No mesmo ano, o Brasil aprovou a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC) e criou o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), estabelecendo o arcabouço legal e a instituição governamental responsáveis por dar continuidade aos objetivos estabelecidos no acordo de Copenhague (Barbieri, Ferreira e Barbi, 2018).

Como mencionado anteriormente, o Japão defendeu as metas de redução de carbono na COP-15, resultando na formulação da Low Carbon City Act (Lei das Cidades de Baixa Emissão de Carbono) em 2012. Essa legislação foi precedida pela Low Carbon City Development Guidance (Orientação para o Desenvolvimento de Cidades Baixas em Emissões de Carbono) em 2010, na qual o Ministério de Terras, Infraestrutura, Transporte e Turismo do Japão apresentou propostas relacionadas aos conceitos de cidades compactas, mobilidade ativa e transporte com baixa emissão de carbono.

Seis anos depois da COP-15, foi promulgado o Acordo de Paris, com o objetivo de reduzir a emissão de dióxido de carbono a partir de 2020, manter o aumento da temperatura global média abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais e aumentar a resiliência dos países frente aos impactos decorrentes dessa mudança (ONU, Acordo de Paris, 2015). O Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025, e em 43% até 2030, além de ter sido signatário da "Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável" na Cúpula realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em Nova Iorque. O documento assinado representa o compromisso do país com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que em 2016 estabeleceu "na Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (CNODS), mecanismos de coordenação doméstica e de acompanhamento nacional da Agenda 2030, bem como de alinhamento entre as políticas públicas nacionais e os ODS" (Ministério das Relações Exteriores, 2022). A CNODS foi criada pelo Decreto nº 8.892/16, que foi revogado pelo Governo Lula através do Decreto nº 11.704/2023, que também instituiu a nova Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, atualizando esta para as novas políticas climáticas do país.

No mesmo ano em que foi instituída a primeira Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (CNODS), em 2016, foi promulgado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), a partir da colaboração entre sociedade civil, setor privado e governos estaduais, buscando promover a redução da vulnerabilidade frente às mudanças climáticas e objetivando uma gestão do risco associado às mudanças. Onze setores foram abarcados pela elaboração do plano: agricultura, recursos hídricos, segurança alimentar e nutricional, biodiversidade, cidades, gestão de risco de desastre, indústria e mineração, infraestrutura, povos e populações vulneráveis, saúde e zonas costeiras (Barbieri, Ferreira e Barbi, 2018).

A partir de 2016, com a troca de governo para o ex-presidente Michel Temer, o Brasil passa a adotar uma agenda ambiental mais flexibilizada, reduzindo unidades de conservação, perdoando multas ambientais e liquidando terras públicas (MELLO-THÉRY, 2019). A partir de 2019, já no dia de posse do ex-presidente Jair Bolsonaro, o Diário Oficial da União publica a nova estrutura governamental, com mudanças substanciais na área ambiental do governo. A título de exemplo, vale citar o Serviço Florestal Brasileiro que passou a ser vinculado ao Ministério da Agricultura, assim como a demarcação de terras indígenas. Houve também congelamento do reconhecimento de novas terras indígenas, da regularização de terras quilombolas e da criação de novas unidades de conservação. Além disso, o zoneamento ecológico-econômico, instrumento de gestão ambiental e territorial, que era atribuição do MMA, desapareceu do art 49 da lei 13.502/2017, revogado pela Medida Provisória (MELLO-THÉRY, 2019). Diante de tais mudanças, percebe-se o desmonte das políticas públicas ambientais construídas nos anos anteriores, minando "a proteção ao patrimônio socioambiental que as terras públicas

abrigam, violando normas constitucionais que asseguram o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado" (SILVA & SAUER, 2022, p.300).

Em um rumo contrário ao brasileiro, em 2018, no mesmo ano em que o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) publicou seu relatório intitulado "Aquecimento Global de 1,5°C", o governo nacional japonês promulgou o *Climate Change Adaptation Act* (Lei de Adaptação às Mudanças Climáticas, em tradução livre), instituindo o dever de formular o Plano Nacional de Adaptação Climática. Tal movimento demonstra como a legislação e o planejamento japonês a nível nacional vêm acompanhando a evolução de estudos científicos elaborados no campo das mudanças climáticas. O plano relacionado, aprovado em 2021, pretende promover a adaptação ao clima, implementando sistematicamente medidas adaptativas embasadas em descobertas científicas recentes em diversos setores da administração pública. Fundamentado na Lei de Promoção de Contramedidas ao Aquecimento Global, de 1998, destaca-se por seu compromisso central emdisseminar informações e técnicas sobre o assunto para os governos locais.

3 COMPARAÇÕES E DISCUSSÃO DE PLANOS NACIONAIS

Este capítulo propõe uma análise comparativa de algumas políticas ambientais adotadas pelas duas nações, desde os eventos históricos que moldaram suas relações com o meio ambiente até o surgimento dos mais recentes planos ambientais. Ao examinar os pontos de convergência e divergência, é possível compreender como as políticas e estratégias de conservação e sustentabilidade foram influenciadas por eventos específicos e contextos socioeconômicos únicos em cada país. Assim contribuindo com as discussões em curso no Brasil para a elaboração do novo Plano Clima, previsto para ser apresentado em 2025.

O posicionamento brasileiro nas Conferências de 1972 vem para corroborar com este ponto, já que nela o país colocou o desenvolvimento industrial e econômico como precedente à qualquer tipo de política ambiental sugerida pelos países desenvolvidos. Ao longo da década de 1980, no entanto, o país passou a sentir os efeitos da degradação ambiental, o que permitiu mudanças no posicionamento brasileiro acerca da questão. Em 1992, o Brasil redimiu sua posição nas conferências anteriores ao sediar a ECO-92. O novo posicionamento brasileiro apresentado na conferência reconheceu que os problemas ambientais são de natureza global e devem ser prioridade na agenda internacional - ao contrário do que foi defendido pelo país nas conferências anteriores. A partir desse ponto, a postura do Brasil passou a inclinar-se progressivamente a favor de medidas mais sustentáveis, refletindo tanto na Conferência de 1997, em Kyoto, quanto na de 2009, realizada em Copenhague. Após esta última, o Brasil aprovou a Política Nacional de Mudança Climática (PNMC) e estabeleceu o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), instituindo o arcabouço legal e a entidade governamental encarregados de dar continuidade aos objetivos estabelecidos no acordo de Copenhague.

A trajetória japonesa em relação às políticas ambientais segue um caminho semelhante à brasileira em alguns pontos, com a priorização do desenvolvimento econômico e industrial em detrimento de políticas ambientais e sociais, e com os grandes investimentos em infraestruturas de transportes. As diferenças surgem em algumas particularidades. Uma distinção notável é a postura internacional observada na Conferência de Estocolmo em 1972 em que, o Japão apoiou políticas ambientais mais incisivas - o que pode ser explicado pelas crises ambientais pelas quais passou na década anterior, que teriam desdobramentos até os anos 1980. Mantendo este novo posicionamento, no início dos anos 1990 o Japão se

mostrou pronto e disposto a contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, como pode ser observado pela ratificação da Lei Básica do Meio Ambiente em 1993 e seu plano associado em 1994. Essa mudança refletiu uma evolução significativa nas políticas internas do país, respondendo aos desafios de poluição local enfrentados nas décadas anteriores.

A posição japonesa no Protocolo de Kyoto em 1997 e na 15ª Conferência das Partes (COP-15) em Copenhague reiterou o compromisso do país com metas de redução de emissões, evidenciado pelo desenvolvimento das leis ambientais, incluindo a aprovação da Lei de Promoção de Contramedidas ao Aquecimento Global em 1998. A resposta às metas da COP-15 ocorreu em 2012 com a formulação da *Low Carbon City Act* (Lei das Cidades de Baixa Emissão de Carbono). Em 2015, com a promulgação da "Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável" e do Acordo de Paris, foram criados os dois novos marcos internacionais que passariam a atuar como balizadores de planos ambientais de adaptação e combate às mudanças climáticas concebidos nos anos seguintes, como é o caso da maioria dos planos analisados nesta monografia. No Brasil, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) de 2016 busca abordar as questões levantadas pela Agenda 2030 e pelo Acordo de Paris. No contexto japonês, a Lei de Adaptação às Mudanças Climáticas, juntamente com seu plano associado denominado Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas de 2021 desempenham o mesmo papel. Portanto, percebe-se que Brasil e Japão empreenderam esforços na esfera nacional a partir da década de 1990 para formular legislações e planos com objetivos de lidar com questões ambientais. Esse trabalho é basilar para orientar as decisões dos distintos níveis da administração pública de cada país.

Os instrumentos nacionais japoneses recorrem a traços culturais para alcançar o contexto local do território na escala municipal ou distrital. O conceito de *Machizukuri* [2]é central para viabilizar a intervenção ocorrida em Taishido, localizado na subprefeitura de Setagaya, em Tóquio, com o objetivo de revitalizar áreas com alta densidade populacional e vias estreitas, que poderiam apresentar diversos riscos em decorrência de desastres naturais como terremotos. O mesmo se observa no distrito de Mano, na cidade Kobe, que também foi palco de um acúmulo de população em bairros com ruas estreitas e poucos espaços verdes públicos. Esses dois exemplos são apenas ilustrações de outros tantos realizados no Japão e mostram com clareza a transposição de planos nacionais para intervenções territoriais. Isso se dá, possivelmente, devido a elaboração de uma política nacional capaz de apoiar os governos locais, fornecendo materiais informativos, equipes técnicas e subsídios financeiros para a implementação dos planos municipais, a exemplo do plano japonês de 1998 e do mais recente elaborado em 2021.

A trajetória brasileira apresenta semelhanças com o Japão no processo de planejamento nacional em relação aos temas tratados nas políticas elaboradas. Um aspecto relevante diz respeito à elaboração de uma política nacional capaz de apoiar os governos locais, fornecendo materiais informativos, equipes técnicas e subsídios financeiros para a implementação dos planos municipais, a exemplo do plano japonês de 2021 e da PNMC de 2009. Estabelecendo instrumentos básicos para o funcionamento dos planos, como a

[2] Machizukuri (literalmente traduzido para "construção da cidade") é um termo que define o planejamento e construção de territórios de forma comunitária. A prática se fortaleceu durante as décadas de 1980 e 1990 e permitiu o desenvolvimento da participação de moradores no planejamento territorial e regulação de construções em seus próprios bairros. Tudo isso foi possível com a criação do "District Planning Sysytem" em 1980, que regulamentou todo o processo - posto que este já fazia parte da cultura urbana do país desde a Era Tokugawa (Sorensen, 2002).

criação de institutos de pesquisa nacionais e municipais para monitorar o progresso e os impactos das mudanças climáticas no território, e fornecendo embasamento para os planos de adaptação climática, tais planos podem direcionar e amparar a criação de planos municipais mais completos e territorializados. Porém, há divergências quanto à forma de construção dessas políticas e os instrumentos que poderiam conectar os planos nacionais com as intervenções nos territórios. Por exemplo, diferentemente do observado com os casos mencionados de Taishido e Mano, não é possível perceber o alcance das metas do PNMC de 2009 na maior parte dos Planos Diretores municipais produzidos nos últimos 15 anos. Como consequência, também não se fazem presentes em projetos urbanos.

A decisão do governo japonês em elaborar um plano nacional que apoiasse governos locais em seu processo de incorporação de conceitos de adaptação à planos locais se deve pelo reconhecimento, por parte do governo nacional, de que governos locais não possuem a capacidade de realizar todas as etapas de elaboração de um plano de adaptação climática desde as pesquisas científicas até a avaliação de impactos e integração dos conceitos de adaptação às políticas existentes. Sendo assim, o papel principal do plano de 2021 é oferecer ajuda no desenvolvimento e implementação da adaptação nos planos locais. É válido relembrar que, anteriormente ao plano de 2021, o governo japonês produziu outras leis e planos dentro da temática, sendo a primeiro datada de 1998, a Lei de Promoção de Contramedidas ao Aquecimento Global, que serviu como uma fundamentação à diversos planos de diversas escalas da administração pública. No caso brasileiro, a PNMC se assemelha à ambas ao servir como uma política básica sobre o tema, instituindo deveres, princípios orientadores e objetivos em torno da redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, apesar de a lei nº 12.187/2009, que institui a PNMC, ainda estar em voga, a regulamentação de seus instrumentos, objetivos, princípios e metas foi revogada pelo Decreto nº9.578/2018 durante o governo de Michel Temer (2016-2018). Em outras palavras, com a revogação em 2018, a política nacional para o tema foi perdida. Sem regulamentação, sem aporte financeiro, sem diretrizes e instrumentos nacionais para reger futuros planos de adaptação climática, o incentivo aos municípios para executarem seus próprios planos fica comprometido.

Sete anos após a promulgação da PNMC, foi publicado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança Climática através da portaria nº 150 de 2016. Assim como a PNMC, se porta como uma orientação geral aos municípios para ampliar e disseminar conhecimentos a respeito do combate ao risco climático, coordenando órgãos públicos e gerando processos participativos com a sociedade, e propondo medidas adaptativas. No entanto, vai mais adiante ao se constituir de ações, estratégias e diretrizes que visam gerir e diminuir o risco climático do país através da integração da gestão de risco da mudança do clima em planos e políticas públicas existentes. Sendo assim, ele também se assemelha na construção aos planos nacionais japoneses ao portar-se como um direcionamento para Estados e Municípios elaborarem suas políticas de adaptação às mudanças climáticas. Contudo, não houve formulações práticas que viabilizassem diretamente o apoio aos governos locais na elaboração de suas políticas e ações de forma a integrar transversalmente agestão de risco climático.

As principais diferenças entre as leis japonesas e brasileiras, desenvolvidas em resposta ao contexto internacional apresentado, residem tanto na abordagem, moldada por seus respectivos contextos históricos, quanto nos tipos de instrumentos e ações propostas para concretizar os objetivos delineados. No caso do país do leste asiático, a existência de políticas ambientais relacionadas ao combate às mudanças climáticas desde antes do século

XXI inferem em uma longevidade do tema dentro das políticas nacionais - o que evidentemente influencia na consolidação destas e em sua incorporação nas escalas mais locais do planejamento urbano. Algumas variações contextuais notáveis entre ambos incluem a ausência, no Japão, de dinâmicas de segregação socioespacial tão pronunciadas como as observadas no Brasil, eliminando a dimensão social como um fator limitador nos planos. Além disso, a tradição japonesa de construção em comunidade, denominada *machizukuri* e originada nos protestos populares por melhores condições ambientais na década de 1970, permite a adaptação dos planos ao contexto local. Tal dimensão pode ser muito interessante e rica, dado que gera debates em torno da criação de planos para adaptação climática em um nível muito mais local do que o de costume.

De um lado, há o relatório de 2022 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que destaca a urgência de priorizar infraestruturas com baixas emissões de carbono, como sistemas de transporte coletivo eficientes, melhorias em ciclovias, e aprimoramento da mobilidade a pé nos espaços urbanos, melhoria da gestão de água urbanas (pluviais e fluviais), entre tantos outros. De outro, há a trajetória do Brasil nos últimos 30 anos que, embora tenha caminhado para construção de políticas nacionais alinhadas com as recomendações do IPCC, não se mostrou capaz de alcançar as ações das prefeituras nos territórios urbanos. Considerando que o país está num momento de planejamento para o novo Plano Clima, é importante destacar a conexão que a política nacional japonesa conseguiu alcançar tanto do ponto de vista da gestão territorial, das obras de requalificação e no fomento da participação popular.

4 CONCLUSÃO

De modo geral, a trajetória histórica da postura brasileira e japonesa em conferências internacionais sobre mudanças climáticas revela uma evolução significativa no pensamento e nas ações tomadas pelos dois países. Ambos têm respondido às mudanças climáticas com estratégias que refletem as particularidades de suas realidades, revelando nuances significativas e abordagens distintas em face dos contextos históricos, culturais e socioeconômicos. Desde as primeiras discussões no século XX, passando pela resistência brasileira em Estocolmo em 1972, até os compromissos assumidos na ECO-92 e no Protocolo de Kyoto, percebe-se uma mudança no entendimento e na postura, principalmente por parte do Brasil. O país, inicialmente defensivo, tornou-se um defensor ativo da preservação ambiental, destacando-se internacionalmente por suas práticas sustentáveis. O Japão, por sua vez, também experimentou uma transformação, superando questões ambientais internas e adotando normativas voltadas para o desenvolvimento sustentável.

Esse novo contexto mundial ressalta a necessidade premente de se discutir novos rumos e abordagens possíveis para as administrações nacionais e municipais no âmbito do planejamento urbano e da gestão pública em geral. Ao comparar Brasil e Japão, dois países com políticas climáticas e históricos ambientais distintos, buscou-se elucidar a importância de abordagens adaptativas no espaço urbano.

O planejamento urbano, os projetos de espaços públicos e os programas municipais de gestão urbana desempenham um papel crucial na construção de cidades mais saudáveis e resilientes. Essas medidas não apenas fortalecem a capacidade de recuperação das cidades diante de desastres iminentes, mas também contribuem para a redução geral das emissões

de gases de efeito estufa. Portanto, se faz mister que a política em construção no Brasil seja capaz de alcançar e pautar as ações dos municípios nos seus territórios.

5 REFERÊNCIAS

Barbieri, M. D., Ferreira, L. da C. e Barbi, F. (2018) Governando as mudanças climáticas: as estratégias políticas de Brasil e China, **Ideias**. Campinas, SP, 9(2), p. 71–98. doi: 10.20396/ideias.v9i2.8655192.

República Federativa do Brasil, Congresso Nacional (1998) **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, Brasília, viewed 2 October 2023, <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

República Federativa do Brasil, Ministério do Meio Ambiente (2016) **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**, Brasília, viewed 20 July 2023, <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/clima/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-2016.pdf>.

Corrêa do Lago, A. A. (2007) **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas**. Thesaurus Editora, Rio de Janeiro.

da Silva, P. e Sauer, S. (2022) Desmantelamento e desregulação de políticas ambientais e apropriação da terra e de bens naturais no Cerrado, **Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas, 42(2), p. 298–315**. doi: 10.37370/raizes.2022.v42.747.

Freitas, L. J. G. G. (2012). **A evolução histórica do Brasil na agenda internacional das mudanças climáticas**. Master's Thesis. Universidade de Brasília, Brasília.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1995) **IPCC Second Assessment: Climate Change 1995 - Synthesis Report**, Genebra, viewed 18 September 2023, <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/2nd-assessment-en-1.pdf>.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1992) **Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments**, Genebra, viewed 18 September 2023, <https://www.ipcc.ch/report/ar1/>.

Kameyama, Y. (2016) **Climate change policy in japan: From the 1980s to 2015**, Routledge, London.

Karan, P. P. (2010) Postwar Environmental Changes in Japan. Environmental Challenges and Asia. **Education About Asia**, 15(3), Northeast Asia, viewed 20 July 2023, <https://www.asianstudies.org/wp-content/uploads/postwar-environmental-changes-in-japan.pdf>.

Mello-Théry, N.A. de (2019). Perspectivas ambientais 2019: retrocessos na política governamental. **Confins**, (501). doi: 10.4000/confins.21182.

Ministério de Meio Ambiente e Mudança Climática (MMA) (2024). Plano Clima, **Brasil**, acesso em 18 maio 2024, <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/mitigacao#:~:text=O%20novo

%20Plano%20Clima%2C%20que,carbono%20rumo%20%C3%A0%20neutralidade%20clim%C3%A1tica>.

Ministry of the Environment (MOE) (2021) **Climate Change Adaptation Plan**, Japan, viewed 13 June 2023, <https://www.env.go.jp/content/000065953.pdf>. MOE - Ministry of the Environment. Climate Change Adaptation Plan. Outubro de 2021, Japão. Disponível em: <https://www.env.go.jp/content/000065953.pdf>. Acesso em jun. 2023

Ministry of the Environment (MOE) (2018) **Climate Change Adaptation Act**, Japan, viewed 13 June 2023, <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3212/en>.
Sorensen, A. (2002) **The making of urban Japan: cities and planning from Edo to the twenty-first century**, Routledge, London.

Sorensen, A. (2019) Tokaido Megalopolis: lessons from a shrinking mega-conurbation. International Planning Studies, **International Planning Studies**, 24(1), p. 23-29, doi: 10.1080/13563475.2018.1514294.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2015) **The Paris Agreement**, Paris, France, viewed 20 march 2023, <https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf>.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (1997) **Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change**, Kyoto, Japan, viewed 20 march 2023, <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

MICROCLIMAS EM CENTRO COMERCIAL DE MACEIÓ - AL: INVESTIGAÇÃO EM DIFERENTES MORFOLOGIAS URBANAS DE CIDADE TROPICAL COSTEIRA

R. N. S. Santos e R. V. R. Barbosa

RESUMO

Essa investigação analisou a influência da morfologia urbana na variabilidade térmica de microclimas no centro comercial de Maceió - AL, Brasil. Foram selecionados dez pontos amostrais para coletar dados de temperatura do ar, temperatura média radiante e umidade do ar em três horários: 9h, 12h e 15h. Os resultados revelaram uma considerável variabilidade térmica entre os pontos, com a temperatura do ar de 34,4 ºC, justificado pela grande área com recobrimento do solo em granilite e baixa obstrução da radiação solar, e temperatura média radiante de 67,8 °C, explicado pela extensa cobertura do solo em granilite e ausência de vegetação, sendo que a umidade do ar atingiu 75,8%, justificado pela presença de vegetação arbórea. Ficou evidente que as diferentes morfologias urbanas foram fatores determinantes no comportamento microclimático dos pontos amostrais. Essas conclusões destacaram a relação direta entre a morfologia urbana e os diferentes microclimas encontrados na área do centro comercial.

1 INTRODUÇÃO

A morfologia urbana engloba o estudo da forma dos centros urbanos, que surge das interações da sociedade e suas transformações no ambiente (Diniz; Oldoni, 2016). Nessa perspectiva, a morfologia urbana assume uma função fundamental na implementação de estratégias bioclimáticas para os estudos urbanos. A densidade populacional indica o nível de compactação de uma área urbana e diversas morfologias podem corresponder a um mesmo nível de densidade com diferentes configurações de espaços urbanos, resultando em condições climáticas variadas (Barbirato; Torres; Barbosa, 2015).

No Brasil, o rápido processo de urbanização não foi acompanhado por um planejamento urbano adequado. Além disto, a falta de políticas públicas de controle e regularização do uso do solo e das construções resultou na reprodução de modelos urbanos com baixa qualidade ambiental (Martins; Bonhomme; Adolphe, 2013). Como resultado, os habitantes dos centros urbanos convivem diariamente com a influência das ilhas de calor. A necessidade de criar ambientes urbanos mais agradáveis impulsiona a busca por alternativas para melhorar o conforto em espaços abertos, especialmente nas áreas centrais das cidades, onde as temperaturas do ar são elevadas, a umidade relativa do ar geralmente é menor e a intensidade dos ventos tende a ser reduzida (Padilha *et al*., 2018).

Assim, pesquisas têm investigado o efeito das características térmicas de materiais de superfície no clima urbano (Muniz-Gaal *et al*., 2018), tais como, a adoção de pavimentos frios na mitigação desses efeitos (Chow; Brazel, 2012; Battista *et al*., 2016). Outras pesquisas também apontam a vegetação arbórea como um elemento morfológico estratégico, que por suas características naturais proporciona vantagens (Callejas et al., 2014), como a intercepção da radiação solar na superfície (Nowak *et al*., 2000) e a redução da poluição do ar (Ortolani; Vitale, 2016), por exemplo.

De acordo com Nogueira *et al.* (2018, p. 73) "os estudos do microclima urbano deveriam ser mais utilizados como ferramenta para o planejamento urbano e desenho dos edifícios, uma vez que geram subsídios que orientam decisões que vão impactar a qualidade de vida da população". Assim, é muito importante avaliar e planejar a configuração urbana de modo a garantir que seus elementos construtivos minimizem o desconforto térmico, pois as propriedades das matérias desempenham um papel fundamental na absorção e na transmissão de calor (Leal; Barbosa, 2019).

Portanto, destaca-se a importância de analisar como as diversas morfologias urbanas influenciam a variabilidade térmica nos microclimas locais. Esta compreensão pode proporcionar ferramentas de pesquisa, diretrizes e recomendações mais precisas acerca do desempenho e de parâmetros, permitindo uma resposta mais adequada ao contexto local em prol de uma melhor qualidade ambiental dos espaços urbanos.

A partir do exposto, a presente investigação possui como objetivo analisar a influência de diferentes morfologias urbanas na variabilidade térmica de microclimas no centro comercial de cidade tropical costeira, tomando a cidade de Maceió - AL, Brasil, como área de estudo.

2 MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados na investigação experimental corresponderam a cinco etapas subsequentes, descritas a seguir.

2.1 Caracterização da Cidade de Maceió

A cidade de Maceió está situada na costa leste do nordeste brasileiro, entre a latitude 9º57'37" sul e longitude 35º44'7" oeste. Ela possui uma geografia peculiar, compreendendo duas grandes massas d'água: o Oceano Atlântico e o Complexo Lagunar Mundaú-Manguaba (Figura 1).



Fig. 1 Localização da cidade de Maceió

O clima da cidade é do tipo Am, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, com característica quente e úmido e com pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais, apresentando duas estações definidas: o verão, com altas temperaturas e baixa pluviosidade, e o inverno, com temperaturas amenas e alta pluviosidade. Conforme as Normais Climatológicas 1981-2010 (INMET, 2018), a cidade possui temperatura média anual de 25,1ºC e temperaturas máxima e mínima anual de 29,8ºC e 20,9ºC, respectivamente. A umidade relativa média apresenta-se em 77,8%. Quanto à ventilação natural em Maceió, as direções dos ventos predominantes durante o ano são Leste e Sudeste, que atingem velocidades máximas de 3,93 m/s e 4,5 m/s, respectivamente (INMET, 2020).

2.2 Caracterização da área de estudo

O bairro Centro vivencia desde as últimas décadas um processo de esvaziamento da função residencial. Atualmente, ele é caracterizado pela consolidação da função comercial, institucional e de serviços (Souza, 2022). E de acordo com o Plano Diretor Municipal (MACEIÓ, 2005), o bairro integra a Macrozona de Adensamento Controlado na Planície Costeira, formada por áreas com boas condições de acessibilidade e mobilidade.

Desta forma, a presente investigação foi realizada em um recorte do bairro Centro (Figura 2), considerado como uma das 5 (cinco) zonas Especiais de Preservação Cultural (ZEP), pelo Plano Diretor Municipal (MACEIÓ, 2005), sendo que, foi possível perceber sua relevância histórica e cultural, pela malha urbana, edificações consideradas marcos históricos, tais como, as praças, os imóveis e monumentos históricos, que configuram elementos morfológicos do bairro (Gomes; Hidaka, 2020).

2.3 Caracterização dos pontos amostrais

Para a seleção dos pontos amostrais, foram escolhidas áreas no centro comercial com características construtivas distintas e representativas das diferentes morfologias urbanas existentes na área de estudo.

Como produto, dez pontos amostrais da área de estudo foram selecionados para analisar uma provável influência das características do entorno. Enumerou-se de P1 (Ponto 1) a P10 (Ponto 10), sendo eles, respectivamente: Praça Dom Pedro II, Rua do Livramento, Praça Marechal Manuel Deodoro da Fonseca, Avenida Moreira Lima, Rua Augusta (seção 1, rua das árvores), Rua Melo Morais, Praça dos Martírios, Rua Augusta (seção 2), Rua do Comércio (seção 1) e Rua do Comércio (seção 2), conforme demonstrado na figura 2 e na Tabela 1.

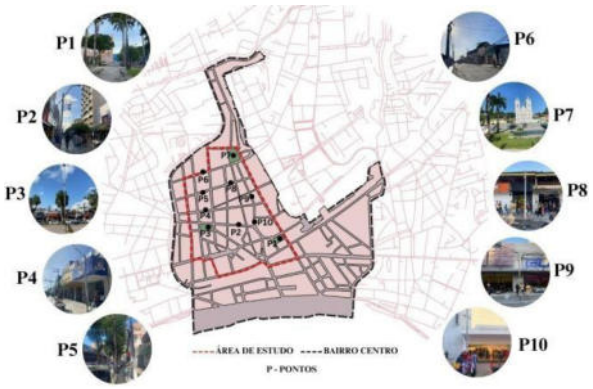


Fig. 2 Localização dos pontos

Tabela 1 - Descrição dos pontos amostrais

P1	**P2**
O ponto localiza-se em uma praça e apresenta solo misto em concreto e grama, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com revestimentos e tinta em tons claros, via em asfalto, presença de árvores, mobiliário urbano e monumento, com fluxo de pedestres e veículos moderado.	O ponto está localizado em uma rua do calçadão comercial, solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 12 pavimentos, fachadas em vidro e revestimentos cerâmicos, com pouca presença de vegetação, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres alto e sem fluxo de veículos.
P3	**P4**
Este ponto está localizado em outra praça e tem seu recobrimento do solo em concreto na cor cinza e vermelho com área gramada, edifícios de até 1 pavimento, fachadas em vidro e revestimentos, via em asfalto, presença de árvores sem copa, presença de mobiliário urbano, monumento, fluxo de pedestres moderado e fluxo alto de veículos.	Localizado em avenida do calçadão comercial, com recobrimento do solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 1 pavimento, fachadas com letreiros e revestimentos, baixa presença de vegetação, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres moderado e sem fluxo de veículos.
P5	**P6**
O ponto localiza-se em uma rua que tem recobrimento do solo (calçada) em concreto, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com letreiros e revestimentos, via asfaltada, alta presença de árvores de grande porte, recobrimento das copas em quase toda a rua, presença de mobiliário urbano, ausência de monumento, fluxo de pedestres moderado e alto fluxo de veículos.	O ponto está localizado em uma rua com o recobrimento do solo (calçada) em concreto na cor cinza, edifícios de até 2 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, baixo fluxo de pedestres e alto fluxo de veículos.
P7	**P8**
Este ponto localiza-se em uma praça e tem seu recobrimento do solo em granilite na cor cinza e áreas com grama, edifícios de até 3 pavimentos, fachadas com revestimentos e tinta, vias asfaltadas, parcialmente arborizada, presença de mobiliário urbano e monumento, fluxo moderado de pedestres e alto fluxo de veículos.	O ponto localiza-se em uma rua e tem o solo (calçada) em concreto na cor cinza, edifícios de até 5 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e de veículos.
P9	**P10**
O ponto está localizado em uma rua com o recobrimento do solo (calçada) em concreto na cor cinza e algumas áreas em cerâmica, edifícios de até 12 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos e tinta, via asfaltada, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e fluxo moderado de veículos.	Este ponto localiza-se em uma rua do calçadão comercial e seu recobrimento do solo em granilite na cor cinza e vermelho, edifícios de até 3 pavimentos, fachadas com letreiros, revestimentos, tinta e vidro, ausência de vegetação e monumento, presença de mobiliário urbano, alto fluxo de pedestres e sem fluxo de veículos.

2.4 Medições das variáveis climáticas

As medições microclimáticas foram realizadas nos dias 08, 24 e 26 de janeiro de 2024 às 9h, 12h e 15h. As coletas de dados foram feitas em dez pontos amostrais com o auxílio de um termômetro de globo portátil (temperatura de globo e do ar, e umidade do ar) modelo ITWTG-2000 e anemômetro (velocidade do vento) marca Davis, modelo LCA 6000 (Figura 3). Os equipamentos foram posicionados a uma altura de 1,50 m do solo, seguindo as recomendações da NBR 16.401-2 (ABNT, 2008). Os registros com termômetro de globo portátil foram protegidos da radiação solar direta.



Fig. 3 Equipamentos utilizados para a medição das variáveis, (A) termômetro de globo portátil e (B) anemômetro portátil

Para a coleta, foi elaborada uma rota percorrida em aproximadamente uma hora. Portanto, há uma diferença média de cinco minutos entre cada ponto medido. Foi realizada a correção dos dados, obtendo-se uma diferença de 0,5ºC em que os autores consideram os valores reais nessa investigação.

2.5 Caracterização climática dos dias de medição

A estação meteorológica de referência utilizada foi à da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), localizada no antigo Centro de Ciências Biológicas (CCBI), no bairro do Prado (Figura 4), cujos dados são disponibilizados pela Superintendência de Prevenção em Desastres Naturais (SPDEN). Há também na cidade, a estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no Campus A. C. Simões da Universidade Federal de Alagoas. Porém, pela localização geográfica, preferiu-se utilizar os dados da estação do CCBI, já que é mais próxima à área de estudo dessa investigação, além de caracterizar melhor a realidade dos dias analisados.



Fig. 4 Localização da estação CCBI e da área de estudo

Os dados de média radiação solar global registrados pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI são apresentados no gráfico (Figura 5). O intervalo, de 07 a 27, do mês de janeiro do corrente ano apresentou índices elevados de radiação contando com 1100 w/m².

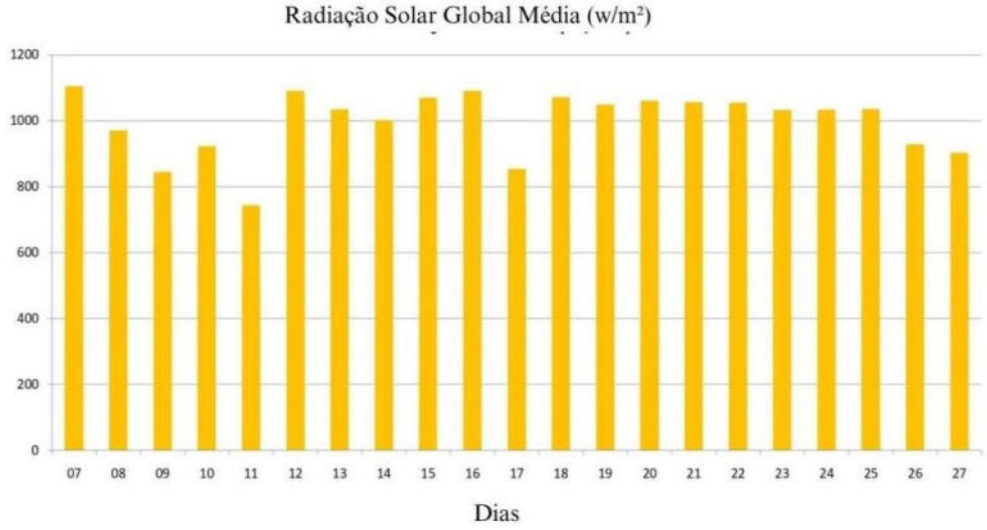


Fig. 5 Média radiação global (w/m²) registrados pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió no mês de janeiro de 2024

O gráfico (Figura 6) apresenta a média diária de velocidade dos ventos registrada pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI em um intervalo de dias no mês de janeiro do corrente ano. Para análises microclimáticas é recomendado dias de ar calmo, ou seja, com baixa velocidade de vento, que por sua vez, apresentou 0,75 m/s.

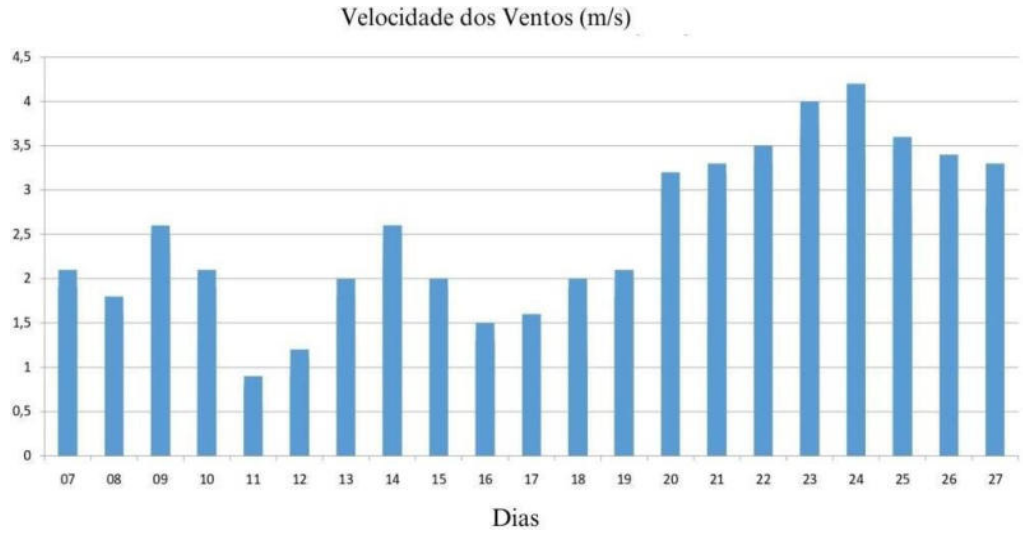


Fig. 6 Média da velocidade dos ventos (m/s) registrados pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió no mês de janeiro de 2024

É importante destacar a ocorrência de alguns sistemas meteorológicos compreendidos no período do dia 20 ao dia 27 de janeiro de 2024, qual seja, o sistema semi-estacionário, sistema de alta pressão, também chamado de alta subtropical do Atlântico Sul, que estava bloqueando a passagem desta frente e a de uma frente fria. A alta pressão subtropical do Atlântico estava um pouco mais ao norte da climatologia, fazendo com que seu escoamento soprasse do Nordeste em direção ao litoral de Alagoas, estando bem intensa por conta do forte calor.

O gráfico (Figura 7) apresenta dados de precipitação registrados pela estação meteorológica da SEMARH – CCBI em um intervalo de dias no mês de janeiro do corrente ano. Frise-se que, para a análise da influência de diferentes morfologias urbanas, em dias quentes, frente ao calor, é recomendado que seja realizado em dias sem ocorrência de precipitação.

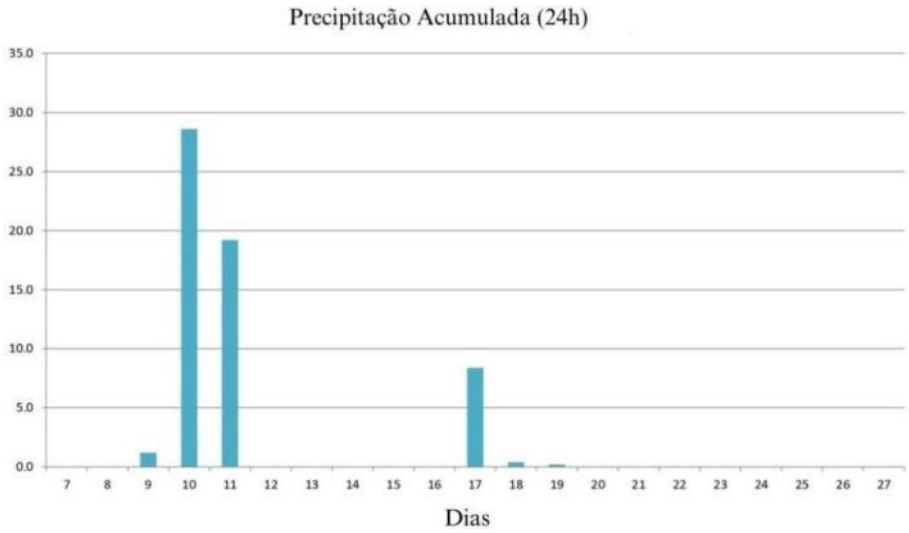


Fig. 7 Dados registrados de precipitação pela estação meteorológica da SEMARH em Maceió no mês de janeiro de 2024

Deste modo, considerando os dias de medição móvel, é possível observar pelos dados da estação da SEMARH - CCBI, que não houve ocorrência de precipitação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas análises descritas a seguir, empregou-se o gráfico boxplot, ou ainda, diagrama de caixa. Essa ferramenta gráfica proporciona uma visualização clara da distribuição dos dados, destacando valores discrepantes ao mesmo tempo em que facilita comparações entre diferentes conjuntos de dados, constituindo-se assim, em uma ferramenta para análise estatística exploratória. A figura 8 mostra o gráfico boxplot da temperatura do ar considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

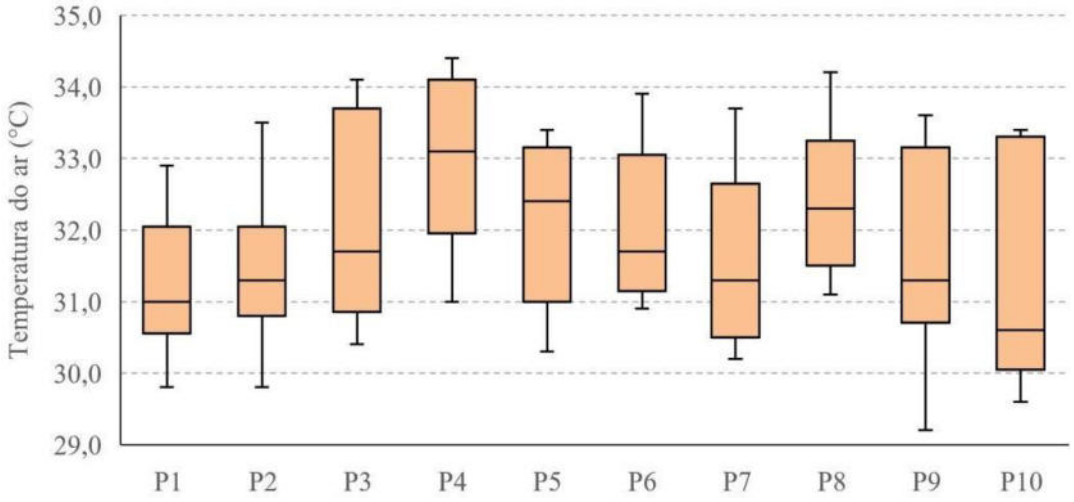


Fig. 8 Gráfico boxplot com os dados de temperatura do ar registrada nos pontos amostrais

Os resultados demonstram que o ponto P4, situado em uma avenida no calçadão comercial, apresentou a temperatura máxima mais elevada chegando a atingir 34,4°C. O maior aquecimento do ar neste ponto justificou-se pela existência de uma grande área com recobrimento do solo em granilite, a qual promove uma alta absorção da radiação solar e baixa obstrução da radiação direta pelas edificações circundantes que pudessem promover o sombreamento.

Por outro lado, o ponto P1, localizado em uma praça, registrou a temperatura máxima mais baixa com 32,9°C. Tal resultado justificou-se pela presença de vegetação arbórea que realiza sombreamento durante todo o dia. Além disto, a cobertura do solo não é totalmente impermeabilizada, havendo áreas de recobrimento com gramíneas, promovendo uma menor absorção da radiação solar incidente.

Ademais, o ponto P10, posicionado em uma rua no calçadão, registrou a temperatura mínima mais baixa com 29,6°C durante o período de coleta de dados. O menor aquecimento neste ponto pode ser explicado pela considerável obstrução da radiação solar causada pelas edificações ao redor, que geram sombreamento durante parte do dia. E ainda, cada ar-condicionado das lojas na região pode contribuir para um possível resfriamento. O

ponto P10 também apresentou maior variabilidade e o ponto P4 apresentou maior mediana entre os pontos.

A figura 9 demonstra o gráfico boxplot da temperatura média radiante considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

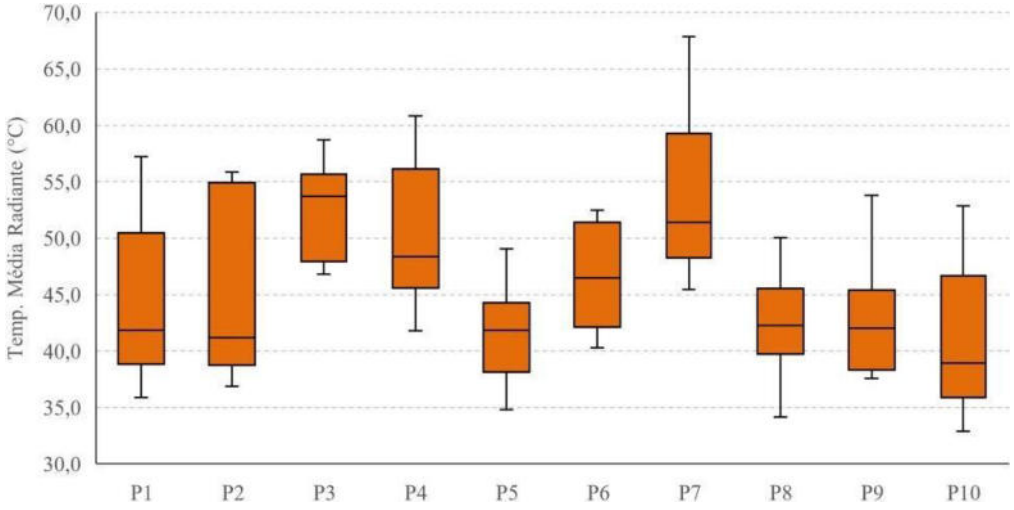


Fig. 9 Gráfico boxplot com os dados de temperatura média radiante registrada nos pontos amostrais

Os resultados demonstram que o ponto P7, localizado em uma praça, registrou a temperatura máxima mais alta com 67,8°C. O aumento significativo da temperatura nesta área é explicado pela extensa cobertura do solo em granilite, promovida por uma alta absorção da radiação solar, agravada por parte da ausência de vegetação arbórea, visto que somente uma parcela da praça é arborizada, sem que pudesse promover o sombreamento total da área da praça.

Em contraste, o ponto P5, situado em uma rua próxima ao calçadão, registrou a temperatura máxima mais baixa em torno de 49°C. A presença de uma densa vegetação arbórea pode ser utilizada como a principal razão para o sombreamento constante ao longo do dia, bem como, o tamanho e a extensão das copas das árvores conseguem proporcionar uma cobertura completa que bloqueia a radiação solar direta.

Adicionalmente, o ponto P10, localizado em uma rua do calçadão comercial, registrou a temperatura mínima mais baixa com 32,9°C. O menor aquecimento neste ponto pode ser justificado pela alta obstrução da radiação promovida pelas edificações circundantes que realizam o sombreamento em parte do dia. Somado a isso, o sistema de ar-condicionado das lojas na área também pode estar auxiliando no potencial resfriamento. Destaca-se que, o ponto P2 exibiu maior variabilidade, enquanto o ponto P3 demonstrou uma mediana mais elevada em comparação aos demais pontos.

A figura 10 mostra o gráfico boxplot da umidade relativa do ar considerando os registros tomados nos três dias e horários estabelecidos na campanha de monitoramento.

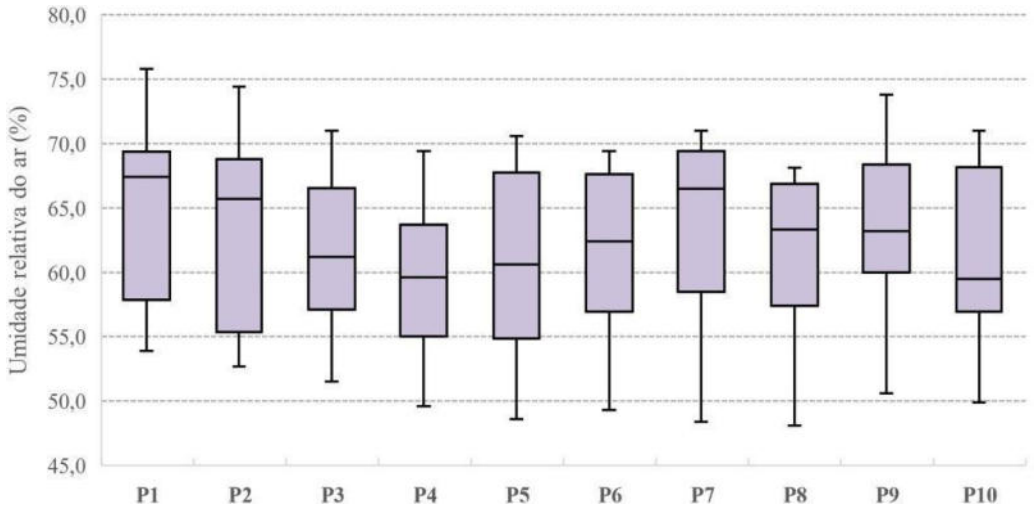


Fig. 10 Gráfico boxplot com os dados de umidade relativa do ar registrada nos pontos amostrais

Os resultados demonstram que o ponto P1, situado em uma praça, apresentou a umidade máxima mais alta atingindo 75,8%. Frise-se que, a presença de vegetação arbórea contribui diretamente nas características climáticas, principalmente na relação com à umidade do ar, além de promover sombreamento durante todo o dia. Ademais, a cobertura do solo não é totalmente impermeabilizada, o que possibilita uma menor absorção da radiação solar incidente.

Por outro lado, o ponto P8, localizado em uma rua próxima ao calçadão, registrou a umidade máxima mais baixa em torno de 68,1%. Esse resultado justificou-se pela ausência de vegetação arbórea capaz de promover sombreamento, recobrimento do solo asfaltado, maior capacidade de aquecimento, baixa obstrução da radiação pelas edificações circundantes que pudessem proporcionar sombreamento na área.

E o ponto P8, posicionado em uma rua próxima ao calçadão, também exibiu a umidade do ar mínima mais baixa registrando 48,1%. Resultado justificado pela ausência de vegetação arbórea, recobrimento do solo asfaltado e baixa obstrução da radiação que pudesse proporcionar sombreamento. É interessante notar que, o ponto P2 demonstrou maior variabilidade, enquanto o ponto P1 revelou uma mediana mais elevada em comparação com os outros pontos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise microclimática dos dez pontos amostrais no bairro Centro comercial de Maceió-AL demonstrou a influência das características morfológicas, tais como, tipo de solo, altura dos edifícios, a disposição das fachadas, a estrutura das vias públicas, a presença de praça, monumento, árvores, vegetação e o mobiliário urbano, na variabilidade térmica observada nos distintos microclimas em cada ponto de coleta.

A partir dos resultados, revelou-se que os pontos P4 e P7 se destacaram ao registrarem, respectivamente, as maiores temperaturas do ar e temperaturas médias radiantes durante os três dias de coleta, influenciadas principalmente por suas morfologias urbanas. O ponto P4, situado em uma avenida no calçadão comercial, caracterizou-se por sua pavimentação em

granilite, escassez de vegetação e predominância de edifícios de até um pavimento. Por outro lado, o ponto P7, localizado em uma praça com piso semelhante, com pouca vegetação e edifícios de até três pavimentos, também contribuiu para essa tendência.

Os dados coletados a respeito da umidade relativa do ar no ponto P1, situado numa praça com piso de concreto, arborização, edifícios de até dois pavimentos e fluxo moderado de pedestres, sugerem que a presença de vegetação e o tipo de recobrimento do solo influenciam na conformação de um microclima mais ameno em comparação ao ponto P7. Este último também está localizado em uma praça, mas, com piso em granilite, pouca vegetação, edifícios de até três pavimentos e um fluxo de pedestres semelhante, registrando uma umidade relativa do ar mais baixa.

Logo, foi possível concluir que, entre as morfologias urbanas consideradas nessa investigação, o tipo de pavimentação, a altura dos edifícios e a presença de áreas arborizadas foram os principais determinantes no comportamento microclimático dos pontos de amostragem, particularmente em relação à temperatura e umidade relativa do ar.

Os resultados da presente pesquisa dispõem de elementos esclarecedores para profissionais envolvidos no planejamento de novas áreas urbanas em cidades de clima quente e úmido. Além disto, as conclusões destacadas apresentam subsídios importantes para a formação de novos códigos de obra, regulamentação de uso do solo e estratégias de planejamento urbano. Essas considerações são especialmente relevantes dado ao crescimento urbano acelerado, muitas vezes sem considerar adequadamente o conforto térmico e ambiental.

Em resumo, a integração de estratégias bioclimáticas no planejamento urbano busca mitigar os efeitos da intensa radiação solar, sobretudo, em cidades tropicais de clima quente e úmido onde a radiação solar é elevada durante todo o ano. Isso visa garantir condições climáticas mais favoráveis, conforto térmico e bem-estar nas áreas urbanas.

6 REFERÊNCIAS

Barbirato, G. M.; Torres, S. C.; Barbosa, R. V. B. **Espaços Livres e Morfologia Urbana: discussões sobre influência na qualidade climática e sustentabilidade urbana a partir de estudos em cidades no estado de Alagoas – Brasil**. Paisagem e Ambiente: ensaios, n. 36,p. 49-68, São Paulo, 2015.

Battista, G.; Carnielo, E.; Vollaro L. de, R. (2016). **Thermal impact of a redeveloped area on localized urban microclimate: A case study ir Rome**. Energy and Buildings, 133. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.004. Acesso em: 22 dez. de 2023.

Callejas, I. J. A., Durante, L. C.; Oliveira, A. S. De; Noqueira, M. C. D. J. A. **Diversidade e índice arbóreos em ambientes escolares**. Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, n. 1, p. 454-466, Santa Maria, 2014.

Chow, W. T. L., &Brazel, A. J. (2012). **Assessing xeriscaping as a sustainable heat island mitigation approach for a desert city**. Building and Environment, 47(1), 170-181, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.027.Acesso em: 22 dez. de 2023.

Diniz, M. P.; Oldoni, S. M. **Morfologia Urbana: um instrumento de análise dos elementos da forma das cidades**. In: 14º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, ISSN 1980-7406, 2016, FAG. Anais [...] FAG, 2016.

Gomes, Í. M. de O. M; Hidaka, L. T. F. **Os Vazios Urbanos em Áreas de Entorno de Centros Históricos: estudo de caso na Porção Sudeste do SPE-1**. In: 4º SIMPÓSIO CIENTÍFICO DO ICOMOS BRASIL e 1º SIMPÓSIO CIENTÍFICO ICOMOS-LAC, Rio de Janeiro, 2020.

Leal, L. P. S.; Barbosa, R. V. R. **Morfologia Urbana e Microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Arapiraca/AL**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E XL ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2019, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa, 2019.

Maceió. Lei nº 5.486, de 30 de dezembro de 2005, **Plano Diretor de Maceió. Prefeitura Municipal de Maceió**, Maceió, 2005.

Martins, T. A. de L.; BONHOMME, M.; ADOLPHE, L. **Análise do Impacto da Morfologia Urbana na Demanda Estimada de Energia das Edificações: um estudo de caso na cidade de Maceió, AL**. Ambiente Construído, v. 13, n. 4, p. 213-233, ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2013.

Muniz-Gaal, L. P.; Pezzuto, C. C.; Carvalho, M. F. H. de; Mota, L. T. M. **Eficiência térmica de materiais de cobertura**. Ambiente Construído, v. 18, n. 1, p. 503-518, ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2018.

Nogueira, A. M. P.; Araújo, I. A. L.; Bittencourt, L. S.; Restaino, G. **Impacto da Verticalização no Microclima Urbano: o caso do bairro guaxuma, em Maceió-AL, Brasil**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 9, n. 2, p. 72-85, ISSN 1980-6809, Campinas-SP, 2018.

Nowak, D. J.; Kevini, L. C.; Rao, S. T.; Sistla, G.; Luley, C. J.; Crane, D. E. **A modeling study of the impacto or uban trees on ozone**. Atmospheric environment, v. 34, p. 1601-1613, New York, 2000.

Ortolani, C.; Vitale, M. **The importance of local scale for assessing, monitoring and predicting of air quality in urban áreas**. SustainableCitiesand Society, v. 26, p. 150-160, 2016.

Padilha, J. C.; Giacomelli, B; Benche, F.; Mantovani, P. R. A.; Eckert, N. H.; Nogueira, B. T. M. V. **Estratégias de mitigação do efeito ilha de calor em centros urbanos**. XIV Encontro Nacional de Paisagismo em escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. Santa Maria, 2018.

Souza, I. R. P. (2022) **Vazios Urbanos e Instrumentos Urbanísticos: a zona residencial do bairro centro, em Maceió-Al, como possibilidade de implantação da ZEIS tipo 2**, Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió.

DINÂMICAS URBANAS E ÁREAS INUNDÁVEIS: UM ESTUDO DE MODELAGEM URBANA COM AS CIDADES DE CERRITO E PEDRO OSÓRIO, NO SUL DO BRASIL

S. J. D. Silva, M.C. Polidori e G. D. Silveira,

RESUMO

Este estudo visa compreender, através de experimentos com modelagem, que processos urbanos contribuem para a ocupação de áreas inundáveis. Para isso, está realizado um estudo de caso com as cidades de Cerrito e Pedro Osório, cidades brasileiras que formam um arranjo urbano separado por um rio, em uma zona de convergência hídrica. Estão apresentados, modelos representativos das dinâmicas de expansão urbana e estrutura intraurbana, elaborados respectivamente com os *softwares CityCell*, que simula o crescimento urbano através de autômatos celulares, e *UrbanMetris*, que mede grandezas espaciais, como acessibilidade e centralidade, com base em Grafos. As modelagens foram sobrepostas à área inundável, modelada com o software *GlobalMapper*. Os resultados da simulação de crescimento urbano, reforçam o papel de proteção que áreas verdes exercem, tanto para o rio quanto para as cidades. Com relação à estrutura intraurbana, verificou-se que a configuração do traçado viário das cidades pode favorecer a ocupação de áreas inundáveis.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação de áreas de risco tem sido um problema para o planejamento urbano, recorrentemente enfrentado pelas cidades brasileiras e outras cidades do mundo. Com o avanço do efeito das mudanças climáticas, combinado ao crescimento urbano exponencial, esse problema ganhou novas proporções na atualidade. Diante desse cenário, vertentes do urbanismo contemporâneo têm incentivado abordagens que visam a integração entre o espaço urbano e o ambiente natural, de modo próximo ao conceito que ficou conhecido como resiliência urbana (Balbi, 2023). Este artigo, nessa mesma linha conceitual, visa entender, embasado em experimentos de modelagem urbana, como as dinâmicas e estrutura espacial do sistema urbano podem influenciar a tendência de ocupação de áreas com risco de inundação. Para alcançar esse objetivo, realizou-se um estudo de caso com as cidades de Cerrito e Pedro Osório, exposto neste artigo. Essas cidades estão localizadas ao sul do Brasil, em área de fronteira com o Uruguai e formam um arranjo urbano situado em uma zona de convergência hídrica, caracterizada pela ocorrência de inundações, que periodicamente atingem a área urbana.

Neste estudo experimental, as dinâmicas espaciais das duas cidades, são visualizadas a partir das bases científicas da Teoria de Sistemas e Teoria da Complexidade (Bertalanffy, 1975; Morin, 1977), sendo os experimentos de modelagem realizados com o auxílio de dois *softwares* de modelagem urbana desenvolvidos pelo professor Maurício Polidori e

colaboradores do Laboratório e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (LabUrb-UFPEL): o *software CityCell* (disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/citycell) e o *UrbanMetrics* (disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/ urbanmetrics). Esses programas utilizam respectivamente autômatos celulares e grafos para criar modelos representativos da dinâmica externa e estrutura interna de sistemas urbanos. As modelagens elaboradas são apresentadas de forma sobreposta às áreas passiveis de inundação, também modeladas, com o auxílio do *Global Mapper* (*software* da empresa *Blue Marble Geographics*).

2 CIDADES E RIOS: DINÂMICA DE SISTEMAS COMPLEXOS

A simulação da dinâmica dos sistemas complexos, como as cidades e os rios, não pode ser considerada uma tarefa fácil. Conforme Krafta (2012), o entendimento de um processo complexo inclui o exercício da abstração, necessária por exemplo, na etapa de seleção das variáveis incluídas no modelo. No intuito de simplificar a representação e melhorar o processamento dos modelos são consideradas apenas as principais características que influenciam o desenvolvimento espacial do sistema estudado, no caso desse artigo, as cidades e os rios. A seguir estão resumidos alguns conceitos importantes associados às dinâmicas espaciais de cidades e rios que são considerados para a representação por modelos.

2.1 Cidades

As modificações na forma das cidades são realizadas através de dinâmicas internas e externas simultaneamente (Polidori e Krafta, 2003), as quais resultam em áreas de concentração e fragmentação morfológica que coexistem no tecido urbano (Peres, 2010). As áreas de concentração e fragmentação são definidas tanto por fatores ambientas quanto por fatores sociais e econômicos.

Os fatores ambientais que mais afetam a forma urbana, estão comumente associados as variações da topografia, tipos de solo e cobertura, os quais podem atuar como limitadores ou vetores de crescimento urbano (Panerai, 2006). Os fatores sociais e econômicos que influenciam a forma urbana são mais difíceis de serem reconhecidos, pois agrupam características subjetivas das sociedades humanas. Entretanto, nas cidades de economia capitalista, são observados padrões, como formação de polos concentradores de facilidades urbanas (centros) e a segregação socioespacial de classes econômicas (Harvey, 2005; Vilaça, 2011; Maricato, 2011). A distribuição espacial é resultante de um equilíbrio complexo entre forças centrípetas e centrífugas que atuam sobre os consumidores os provedores (Krafta, 2012). Entendendo a lógica do espaço de produção capitalista, alguns autores (Vilaça, 2011; Hiller et al., 1993; Krafta, 1994; entre outros) sugerem que o tempo de deslocamento, associado a configuração dos espaços de livre circulação, é uma variável fundamental para o entendimento das forças que geram as diferenciações espaciais nas cidades que, por sua vez, influenciam as futuras expansões urbanas.

Em resumo, os aspectos que influenciam os movimentos de expansão urbana podem ser sinteticamente descritos por graus de atração e repulsão à urbanização (Polidori, 2005). Complementarmente, baseando-se na ideia de que o movimento natural prioriza o menor deslocamento (Hiller et al., 1993), a estrutura intraurbana pode ser melhor compreendida através de análises da configuração dos sistemas de livre circulação (ruas).

2.2 Rios

Assim como as cidades, os rios também podem ser entendidos como fenômenos complexos, que possuem dinâmicas morfológicas próprias. A dinâmica dos rios está associada ao ciclo hidrológico das águas, no qual a principal entrada de água se dá pela precipitação (Rennó e Soares, 2003). Conforme Tucci (2005), a dinâmica dos rios pode ser descrita por movimentos de retração e expansão, moldados pela topografia. Com base nessa leitura, muitos autores assumem que os rios se desenvolvem em dois leitos: um leito menor, nos períodos de normalidade e um leito maior nos episódios de cheias. Esses movimentos, favorecem formação de vegetação nativa às margens dos rios, por sua vez, a vegetação exerce um papel fundamental para a condutibilidade das águas (estabilidade do leito) e amortecimento das cheias (infiltração da água através das raízes) (Gotski, 2010).

Considerando as características fundamentais para a dinâmica fluvial, pode-se constatar que, para uma boa modelagem das áreas passíveis de inundação, devem ser considerados principalmente a série histórica precipitações (no período de observação mais longo possível) e a configuração do relevo que molda esse volume de águas. A combinação desses dados resulta na cota de inundação a partir da qual é possível delimitar a área inundável.

3 DINÂMICAS URBANAS E MODELAGEM

Sistemas complexos, como as cidades e os rios estão em constante interação e modificação morfológica. Para o entendimento desses organismos, é necessária uma abordagem que identifique não somente a completude de elementos que o compõe, mas também as regras de interação espacial entre esses elementos (Krafta, 2012). Nesse sentido, os desafios do Planejamento Urbano na atualidade exigem métodos que considerem não apenas a visão estática do espaço, mas sim o entendimento das dinâmicas que definem a forma das cidades. A seguir estão apresentadas as duas abordagens experimentadas no estudo de caso deste artigo: a modelagem por autômatos celulares e análise de grafos. Essas abordagens têm sido úteis em estudos urbanos, para compreensão das dinâmicas de expansão urbana e estrutura intraurbana.

3.2. Expansão urbana e autômatos celulares

As modificações morfológicas de sistemas complexos têm sido bem representadas por meio de autômatos celulares, sendo que uma das razões para o sucesso dessa abordagem reside na sua capacidade de simplificação do universo real. Nesse sentido, um cuidado essencial para o uso dessa abordagem é o de se considerar apenas as principais características que influenciam a espacialidade do sistema.

Os autômatos celulares trabalham a partir de quatro elementos principais: células, estado da célula, vizinhança e regras de transição (Batty, 1997). Nesse tipo de abordagem, o espaço é dividido em células de dimensões iguais, sendo que cada célula pode possuir apenas um estado. Conforme Couclelis (1997), os princípios de funcionamento dos autômatos celulares estão baseados na ideia de “espaço proximal” que considera o poder de influência das relações de vizinhança sobre as modificações espaciais do sistema, agrupando as noções de “espaço absoluto” (espaço em si mesmo) e “espaço relativo” (relações que promovem o espaço). Nessa abordagem, o estado posterior de cada célula é definido com base nos estados das células de vizinhança e nas regras de transição. Em cada rodada ou iteração, todas as células do sistema sofrem influências de suas vizinhanças, gerando uma nova espacialidade.

No conjunto das iterações é possível observar, de modo simples, as dinâmicas resultantes das relações entre os elementos do sistema. A partir dessa simplificação do espaço, podem ser apreendidas regras de transição, comparando-se os estados antes e após um determinado período observado. Uma vez conhecidas as regras de transição, também podem ser simulados os estados futuros do sistema. Essa lógica, baseada na Teoria da Complexidade, pode ser aplicada para o reconhecimento das regras que compõe a dinâmica de expansão urbana.

As experimentações com autômatos celulares, no contexto das cidades, geralmente são aplicadas para observação da evolução dos usos e coberturas do solo. A partir do *software Citycell*, é possível simular as dinâmicas de crescimento urbano considerando os principais fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam a espacialidade urbana, para isso o programa utiliza análises integradas dessas variáveis, com base em autômatos celulares.

3.1. Estrutura intraurbana e grafos

Enquanto os autômatos celulares são muito aplicados para o entendimento dos movimentos de expansão urbana os grafos funcionam bem para o estudo da estrutura intraurbana. A Teoria dos Grafos tem como foco o estudo das redes, por esse motivo os grafos têm sido aplicados em estudos sobre a rede viária (Marshall et al., 2018). Nessa abordagem, o espaço é visualizado de modo interconectado, as relações espaciais usualmente são resumidas pela rede viária, a qual é representada por linhas, sendo que cada linha é analisada conforme suas conexões com o restante das linhas que formam o conjunto espacial da rede (grafo).

Para a análise da configuração das cidades são extraídos mapas com o desenho dos eixos viários, a partir do conjunto de ruas. O processamento desses mapas é realizado por meio de algoritmos, que contabilizam as conexões e distâncias de cada linha em relação as demais linhas do mapa. Esse tipo de análise gráfica ficou popularizada a partir dos estudos de Hiller e Hanson (1984). Esses autores utilizaram dessa metodologia partindo do princípio de que as pessoas buscam o menor percurso para ir de um ponto a outro no espaço (movimento natural). Os autores comprovaram a associação de grandezas espaciais com o movimento natural, comparando as análises das ruas a levantamentos de tráfego realizados *in loco* (Hiller et al., 1993) criando um método de análise com grafos que ficou conhecido como Sintaxe Espacial.

O *UrbanMetrics* permite calcular duas grandezas de interesse para este trabalho, denominadas de acessibilidade e centralidade espacial. A acessibilidade resulta do somatório de distâncias mínimas de um eixo em relação a todos os demais, sendo mais acessível o eixo que obtiver a menor distância acumulada. A centralidade é obtida pela quantidade de vezes que cada eixo participa do caminho mínimo entre pares de elementos do sistema. Essas duas variáveis são importantes para o entendimento da estrutura intraurbana, pois levam em consideração as distâncias mínimas, importante fator de escolha para o deslocamento humano, o qual por sua vez, influencia diretamente a distribuição espacial. Em outras palavras, enquanto a acessibilidade identifica locais com privilégios locacionais em função de distâncias, a centralidade indica os lugares com maior chance de presença de pessoas, sendo que a análise espacial a partir dessas grandezas pode indicar áreas com potencial para usos de maior interesse coletivo.

4 ESTUDO DE CASO

Neste artigo, são apresentados experimentos de modelagem com autômatos celulares e análises de redes com grafos, aplicados às cidades de Cerrito e Pedro Osório. Essas cidades estão localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil, em região próxima à fronteira do Brasil com o Uruguai. O território possui peculiaridades pertinentes à aplicação dos experimentos propostos, principalmente pode ser destacado o posicionamento espacial da malha urbana das duas cidades em sua relação com os corpos hídricos existentes na região, situação que pode ser visualizada na figura 1, abaixo:

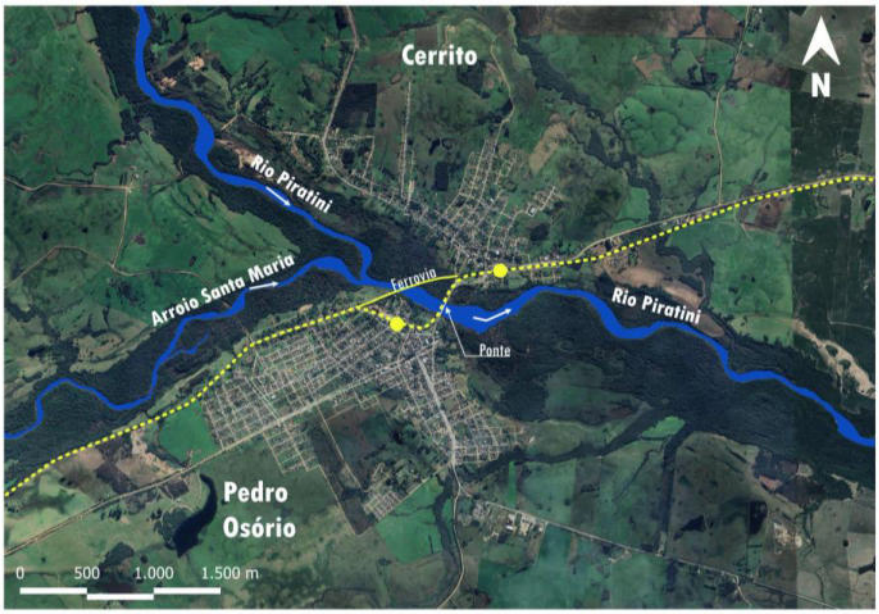


Fig. 1 Imagem de Satélite das cidades de Cerrito e Pedro Osório.
Fonte: *Google Maps* (acesso em abril de 2024), editado pelos autores no *software Qgis*.

Nesse posicionamento espacial, Cerrito fica localizada à margem norte do Rio Piratini e Pedro Osório à sul do Rio. Próximo ao eixo de ligação das duas cidades (a Ponte Adão Orlando), ocorre o desague do Arroio Santa Maria, afluente do Rio Piratini. Esse posicionamento faz dessa região uma zona de convergência hídrica que recebe águas de duas grandes bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul - Brasil. Conforme Telles (2002), no trecho em que o Rio Piratini passa pela área urbana das cidades, já drenou cerca de 70% da área de sua bacia. Devido a essas características, a região passa por episódios de inundações que atingem a área urbana periodicamente, provocando perdas materiais importantes.

A situação espacial dos dois núcleos urbanos é influenciada pela instalação da linha férrea em meados de 1884, período no qual ocorre a consolidação desses aglomerados urbanos (Caldas,1990). Aproximadamente cem anos depois, em 1983, uma inundação do Rio Piratini destrói a ponte ferroviária, sendo que nos anos seguintes é construída uma nova ponte, com trajeto alterado no trecho em que atravessa o Rio (linha amarela contínua, figura 1). Passados mais nove anos, ocorre a inundação mais intensa que se tem registro, no ano de 1992, evento que atingiu a cota de 28,62 m e derrubou a ponte rodoviária, isolando as duas cidades (Telles, 2002).

Os estudos apresentados neste artigo são importantes para a verificação das tendências de desenvolvimento espacial a que esse território está submetido, além de fornecerem indícios

de quais configurações internas podem estar associadas a ocupação das áreas de risco. A seguir estão apresentados os experimentos realizados para esse território.

5 MODELAGENS

5.1 Modelagem da área inundável

A modelagem da área inundável foi realizada com o auxílio do *software GlobalMapper (*da empresa *Blue Marble Geografics)*. O recorte da área de estudo inclui a área urbana e periurbana das duas cidades favorecendo a visualização dos corpos hídricos próximos às cidades. O método de modelagem utilizado neste artigo resulta da combinação de mapas que representam o relevo (altimetria e declividades) e a cota máxima de inundação registrada na região.

O mapa de altimetria ou modelo digital de elevação (MDE) provém da base de dados *WordImagery* (*Digital Globe,* 2023). A partir do MDE e a aplicação das ferramentas do *software QGis*, gerou-se o mapa de declividades, o qual representa os fluxos de escoamento das águas (inclinação do relevo). A cota mais alta registrada na região é a da inundação do ano de 1992 que, conforme Telles (2002) foi de 28,62 m. Considerando a perspectiva de aumento das precipitações (ocasionado pelas mudanças climáticas), adotou-se um número inteiro acima da cota informada por Telles (2002), aplicando a cota de 30 metros para a execução da modelagem, que segue na figura abaixo, representada em azul:

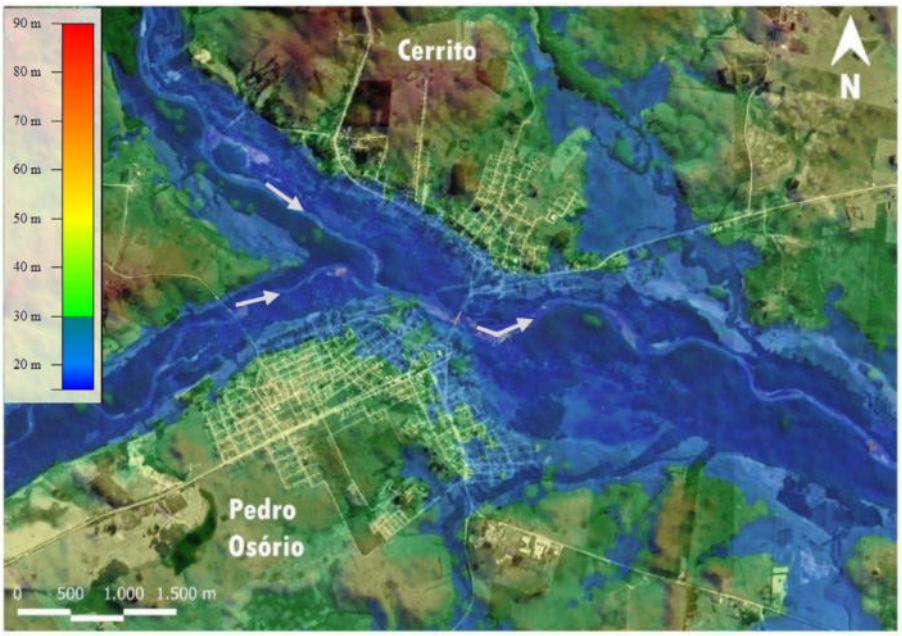


Fig. 2 Modelagem da área passível de inundação executada a partir do *Global Mapper*. Fonte: base da plataforma *WordImagery* (*Digital Globe*, 2023).

5.2 Modelagem da dinâmica de expansão urbana

O processo de execução do modelo de crescimento urbano com o software *Citycell* inicia com a escolha da resolução do grid (tamanho da célula) e inclui o mapeamento dos atributos de uso do solo (estado da célula) para pelo menos dois tempos conhecidos. No modelo executado para as cidades de Cerrito e Pedro Osório, utilizou-se um grid de 200 m, que foi considerado adequado para a simplificação das análises. Os anos de 1985 e 2022 foram as

referências temporais para o estado deste sistema, considerando a disponibilidade das imagens de satélite (fonte: *GoogleMaps*). Para esses dois anos, foram mapeados os atributos de uso do solo, conforme está demonstrado na figura a seguir:

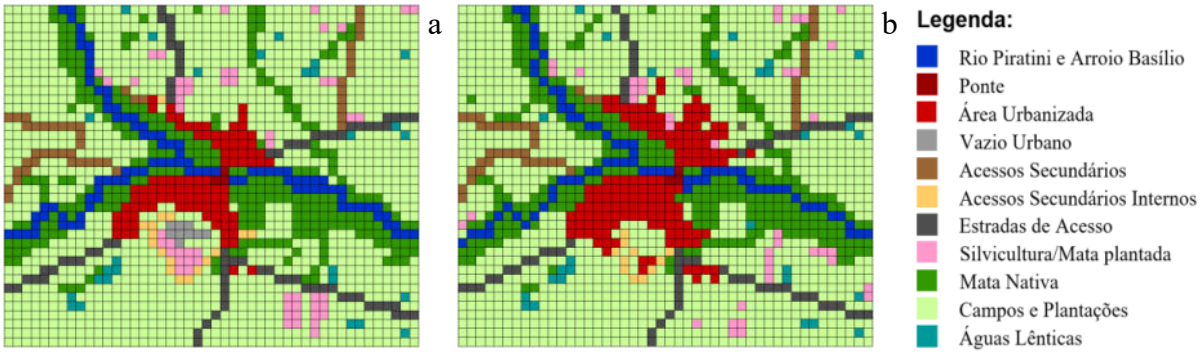


Fig. 3 Mapeamento dos atributos de uso de solo sobre o grid de 200m, gerado no Programa CityCell, a partir de imagens de satélite da área: a) em 1985; b) em 2022.

Posteriormente, cada atributo (estados das células) é configurado com base em seu potencial de atração ou resistência para urbanização. A partir dessa configuração preliminar (regras de transição), processa-se um modelo inicial considerando os atributos de uso de solo do tempo passado (1985) rodados pelo período de 37 anos, ou seja, até a referência do presente (2022). Após a execução do modelo inicial, ele é comparado com o estado presente (2022), verificando-se as inconsistências da modelagem. A partir daí, são realizados novos processamentos, atribuindo-se pesos aos diferentes atributos de usos de solo, na etapa de calibragem do modelo. Esse procedimento é realizado até ser obtido um modelo mais próximo possível do estado atual do sistema urbano (2022). Após esse processo de calibragem, o modelo é considerado validado, com base em replicação do presente a partir de um estado passado. O modelo executado para as cidades de Cerrito e Pedro Osório obteve com 79,0% de acertos e precisão de 200m. A porcentagem de acertos e precisão também é calculada por intermédio do *software.*

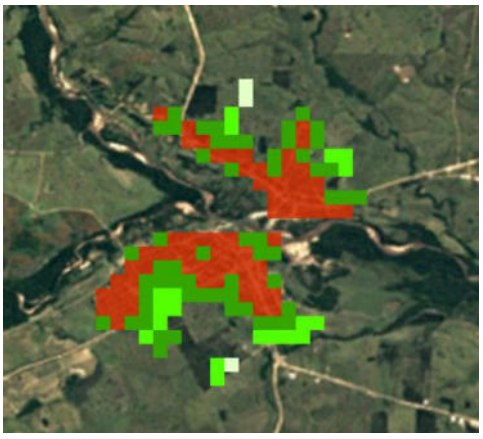


Fig. 4 resultado da simulação, na iteração 37 (de 1985 até 2022), sendo que em verde escuro estão os acertos plenos, em verde médio os acertos com precisão de 200m e em verde mais claro, com mais de 200m. Em vermelho está a área urbanizada preexistente. Realizado pelos autores (2024).

Com o modelo validado podem ser realizadas simulações de futuro baseadas nas tendências de crescimento já ocorridas. Além disso podem ser simuladas estratégias de planejamento

urbano, alterando as regras de transição (simulando novas leis de ordenamento), ou modificando o estado das células do sistema (simulando modificações de uso de solo pontuais como novos polos de atração).

Neste artigo estão apresentadas duas simulações de crescimento. A primeira considera as regras de transição validadas na modelagem, replicando-se as tendências ocorridas no período de 1985 até 2022 na projeção do futuro. A segunda, testa a modificação do atributo de uso que representa a mata nativa, liberando a possibilidade de urbanização dessas áreas, porém mantendo a característica de resistência à urbanização, simulando assim a flexibilização da legislação ambiental que protege essas áreas. O resultado das simulações pode ser visualizado nas figuras a seguir:

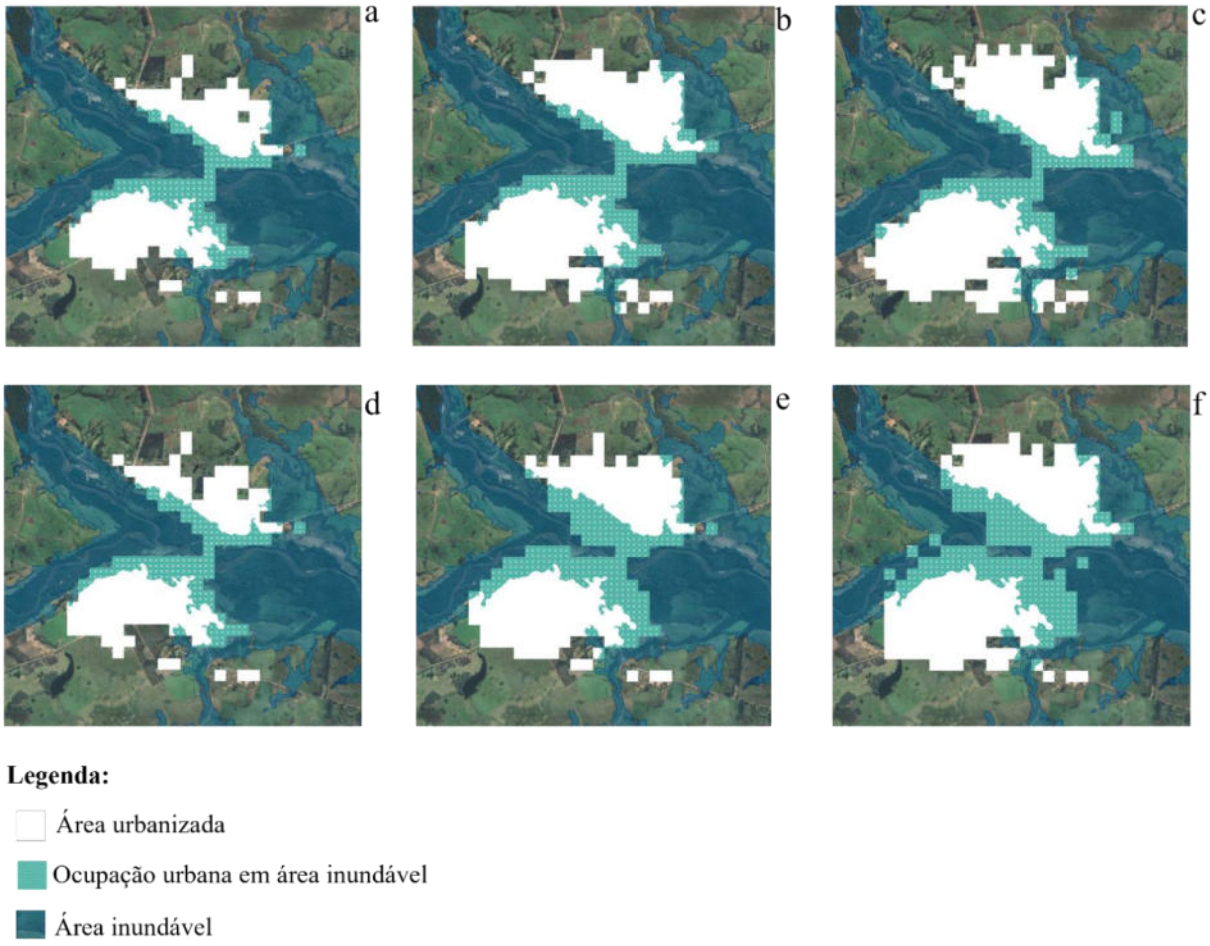


Fig. 6 Resultado da simulação de futuro, sem e com preservação das áreas de mata nativa: a) com preservação, 2025; b) com preservação, 2039; c) com preservação, 2059; d) sem preservação, 2025; e) sem preservação, 2039 e f) sem preservação, 2059. Realizado pelos autores (2024).

As simulações de crescimento futuro modeladas no *software Citycell* demonstram que, se forem mantidas as tendências de crescimento urbano, em 2059 (figura 6.c.) a ocupação da área passível de inundação terá um aumento na ordem de 54% em relação às áreas de risco ocupadas em 2022. Apesar de a simulação indicar novas ocupações em áreas de risco, ela representa também uma redução no ritmo de ocupação, com maior área de crescimento projetada para zonas seguras, indicando uma lenta adaptação natural do sistema urbano.

No segundo experimento ficou demonstrado que, se não forem mantidas as restrições de urbanização da mata ciliar (impostas pelas leis de proteção ambiental), o aumento da ocupação das áreas inundáveis sobe para ordem de 160%, em 2059 (figura 6.f.). Em outras palavras, nesse cenário, as áreas de risco ocupadas mais que dobrarão e representarão 44% do total da expansão.

No resultado das simulações fica evidenciada a necessidade de intervenção no ordenamento urbano a fim de evitar novas ocupações em áreas inundáveis. A segunda simulação revela a importância da preservação das áreas de mata nativa que indicam os limites para o crescimento urbano. Nesse sentido, o planejamento deve considerar a força das relações de vizinhança para identificar áreas sensíveis ao crescimento urbano e determinar diretrizes de ocupação que preservem a estrutura natural.

5.3 Análise de grafos e a estrutura intraurbana

Para a criação de grafos representativos da estrutura intraurbana com o *software UrbanMetrics*, primeiramente foi representado o sistema de espaços de circulação, resumido pelas linhas dos eixos viários. No desenho desse mapa de linhas, considera-se cada desvio ou mudança de direção como uma linha independente. A verificação da interceptação das linhas é imprescindível, visto que o processamento do mapa no *software* envolve a contagem dos cruzamentos e distâncias mínimas. O detalhe de execução do mapa e interceptação dos eixos está ilustrado na figura abaixo:



Fig. 5 Representação pelas linhas do sistema viário das cidades de Cerrito e Pedro Osório com destaque para os detalhes de execução das conexões entre eixos viários. Executado no *software AutoCad*, pelos autores (2024).

As análises no *UrbanMetrics* foram processadas de dois modos distintos: a) analisando o conjunto do arranjo urbano, considerando as cidades como um sistema único e b) processando o mapa de cada cidade individualmente, considerando que as cidades são independentes em sua organização política, afetando, portanto, o ordenamento urbano. Foram gerados os mapas das medidas de centralidade e acessibilidade, para um raio de abrangência de 300 m (raio usualmente alcançado pelo movimento de pedestres, em escala local).

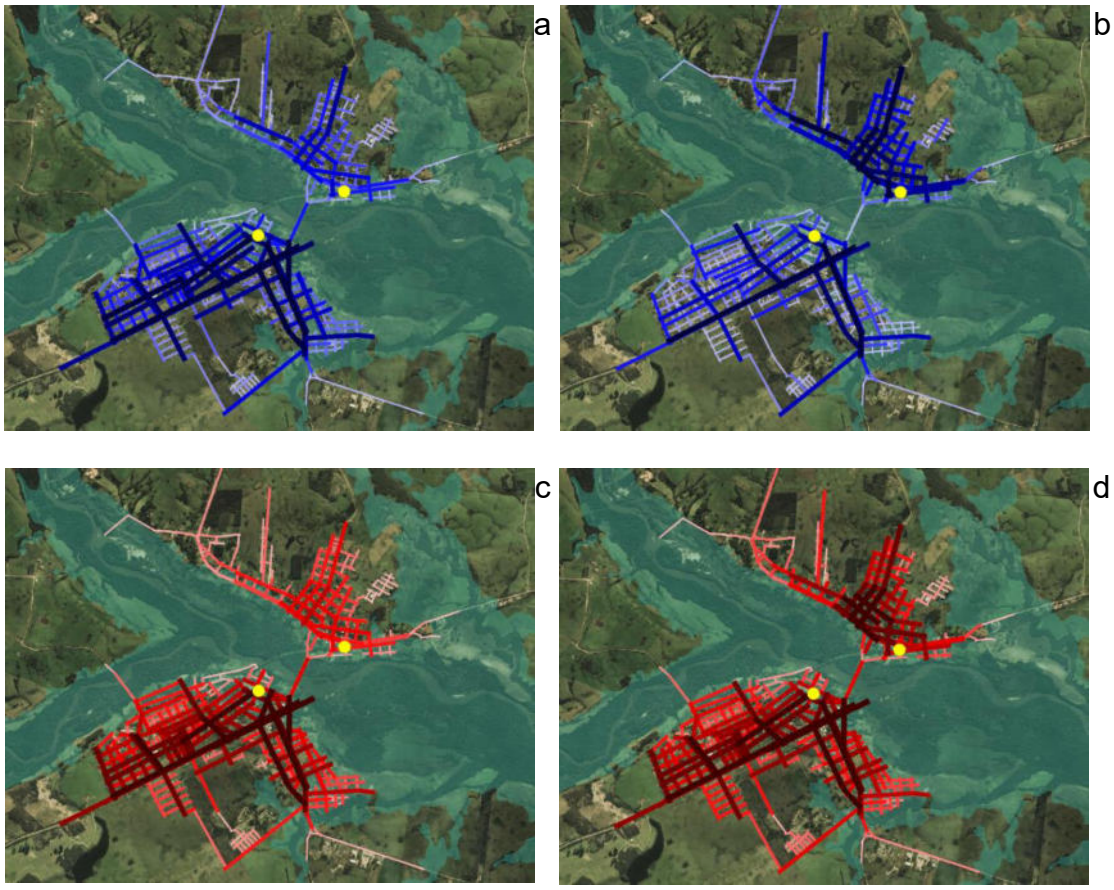


Fig. 7 Resultado da modelagem das dinâmicas intraurbanas no *software* *UrbanMetrics*: a) centralidade, arranjo urbano; b) centralidade, análise individual; c) acessibilidade, arranjo urbano; d) acessibilidade, análise individual.

As análises processadas para o conjunto das duas cidades (figura 7.a.) indicam os maiores valores de centralidade para a cidade de Pedro Osório, sugerindo uma dependência configuracional da cidade de Cerrito. Percebe-se, na análise de centralidade (figuras 7.a. e 7.b.), que os eixos de maior destaque, na cidade de Pedro Osório, convergem para as áreas de maior degradação da mata ciliar; o mesmo ocorre para a cidade de Cerrito quando analisada individualmente (figura 7.b.). Os pontos de onde irradiam os eixos mais centrais coincidem com a localização das antigas estações ferroviárias (pontos amarelos nas figuras 7.a. e 7.b.), indicando que as regiões centrais das duas cidades ainda estão atreladas aos polos originais.

No grafo de acessibilidade, a análise do conjunto (figura 7.c.), destaca novamente a dependência da cidade de Cerrito. Na análise individual de acessibilidade (figura 7.d.) é possível observar o desenvolvimento de um núcleo mais acessível na cidade de Cerrito, situado às margens da área inundável, mais distante da estação ferroviária. Na cidade de Pedro Osório a acessibilidade tem maior abrangência espacial, entretanto os maiores valores de acessibilidade ainda estão associados à estação férrea, local muito próximo à área de risco.

No traçado urbano das duas cidades é possível observar a existência de loteamentos segregados, com baixos valores de acessibilidade. Os vazios urbanos existentes entre esses loteamentos segregados e o núcleo urbano podem ser considerados áreas atrativas para expansões urbanas, conforme está demonstrado no experimento anterior. Nesse sentido, a

conexão ordenada desses loteamentos ao núcleo urbano original, preservando as áreas inundáveis como espaços verdes, é fundamental para a boa adaptação das cidades à estrutura ambiental.

As análises realizadas no *UrbanMetrics*, demonstram que a configuração viária, ainda muito associada aos polos originários das cidades (estações férreas), também pode estar associada à distribuição espacial incompatível com a dinâmica hídrica. Diante dessa constatação, é de suma importância que sejam previstas diretrizes específicas para as áreas históricas consolidadas em zonas inundáveis, considerando, por exemplo o incentivo a ampliação dos índices de permeabilidade nos lotes urbanos nessas regiões.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, o estudo exposto traz indícios de que a ocupação de áreas com risco de inundação pode estar relacionada às forças de atração existentes entre núcleos urbanos e à configuração da rede viária, conforme está exemplificado no estudo de caso realizado neste artigo. Os *softwares* utilizados para as análises, o *Citycell* e o *UrbanMetrics*, constituíram ferramentas adequadas e de simples aplicação para a simulação dos movimentos de expansão urbana e a análise de grandezas relacionadas a estrutura intraurbana, tão importantes para o planejamento. Esses programas têm potencial, ainda, para testar estratégias de reordenamento urbano, como por exemplo a implantação de novas conexões viárias ou polos de crescimento. Apesar de não abordados neste artigo, esses recursos podem ser explorados como ferramenta de planejamento do espaço urbano, aplicáveis para diversos usos.

8 REFERÊNCIAS

Balbi, Rafaela Santana (2023) Ecologia de Paisagens Como Alternativa Para Alcançar a Resiliência nas Cidades, **Anais Enanpur**, Belém, Maio 2023

Batty, Michael (1976) **Urbanmodelling**, Cambridge, Cambridge University Press, 381p.

Bertalanffy, l. V (1976) **Teoria geral dos sistemas**, 2. ed. Petrópolis, Vozes.

Caldas, Pedro (1990) **Pedro Osório, sim senhor!: retrato de um município gaúcho**, 1 ed. Pelotas, Satya, 124 p.

Couclelis, H. (1997) From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation. **Environment and planning B: Planning and design**, 24(2), 165-174.

Gorski, Maria Cecília Barbieri (2010). **Rios e cidades: ruptura e reconciliação.** São Paulo: Editora Senac São Paulo.

Harvey, David. (2005) **A produção capitalista do espaço**. São Paulo, Annablume, 251 p.

Hillier, B. and Penn A., Hanson J., Grajewski T and Xu J. (1993) Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment and Planning B: planning and design**, v. 20, n. 1, p. 29-66.

Hillier, B. and Hanson, J. (1989) **The social logic of space**, Cambridge university press.

Krafta, R. (1994) Modelling intraurban configurational development, **Environment and Planning B: Planning and Design**, 21(1), 67-82.

Krafta, R., Lima, L. and Bevilacqua, D. (2012) **Urbanimetria Básica: relações críticas entre domicílios e sistema de serviços.** Working paper. Porto Alegre: PROPUR; UFRGS.

Maricato, Erminia. (2005) A cidade sustentável, **Anais Congresso Nacional de Sindicato de Engenheiros, 9º**.

Marshall, S., Gil, J., Kropf, K., Tomko, M., and Figueiredo, L. (2018) Street network studies: from networks to models and their representations. **Networks and Spatial Economics**, 18, 735-749.

Morin, Edgar (1977) **Método I: a natureza da natureza**, Portugal: Europa-América, Coleção Biblioteca Universitária, n. 28.

Panerai, P. (2006) **Análise urbana**, Editora UnB.198 p.

Peres, Otávio Martins (2010) **Crescimento Urbano e Hidrografia: dinâmicas morfológicas e articulação à paisagem natural**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. UFPEL-PROGRAU, 132 p

Polidori, M. (2005). **Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade**, Tese (Doutorado em ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, UFRGS-PPGECO, 328 p.

Polidori, Maurício C. and Krafta, Romulo (2003) Crescimento urbano: Fragmentação e sustentabilidade, **Anais X Encontro Nacional da ANPUR**. Belo Horizonte: ANPUR.

Polidori, Maurício Couto (2007) Simulação de crescimento urbano e sustentabilidade, **Anais XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica-XI CONFIBSIG**. Buenos Aires, Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica y Universidad Nacional de Luján.

Rennó, Camilo Dalles and Soares, João Vianei. (2003) **Capítulo 2: Conceitos básicos de modelagem hidrológica**. Meirelles, MSP, Geomática: modelos e aplicações ambientais/Editores técnicos: Margareth Simões Penello Meirelles, Gilberto Câmara e Cláudia Maria de Almeida, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica

Telles, Rossana Madruga (2002) **Inundações urbanas nos Municípios de Pedro Osório e Cerrito.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS. 74 p.

Tucci, Carlos (2005) **Gestão de águas pluviais urbanas.** Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades.

Villaça, F. (2011) São Paulo: segregação urbana e desigualdade, **Estudos avançados**, 25, 37-58.

FORMAÇÃO POPULAR PARA ELABORAÇÃO DO PLANO COMUNITÁRIO DE GESTÃO DE RISCOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NO SOL NASCENTE-DF

L.M.S.Andrade. R.S.Moretti, V.R.T.Loureiro, H.F.M.Rocha

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o processo de formação popular do curso de extensão "Gestão das Águas e Prevenção de Riscos com Soluções baseadas na Natureza (SbN) no Sol Nascente", realizado na Região Administrativa do Sol Nascente, no Distrito Federal, Brasil. Serão apresentadas as primeiras atividades de identificação e mapeamento de situações problema e de risco nessa comunidade, no âmbito da preparação do Plano Comunitário de Gestão de Riscos, financiado pela Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades. O processo formativo se utilizou das orientações metodológicas de pesquisa-ação e aplicação dos padrões espaciais e técnicas de infraestrutura socioecológica no meio urbano. Como resultado desta fase, a partir dos problemas identificados, as soluções baseadas na natureza foram aplicadas no formato de códigos pelas pessoas da comunidade nas áreas em situação de risco em três diferentes escalas - da paisagem, da macroparcela e da microparcela.

1 INTRODUÇÃO

Já há algumas décadas a prevenção e preparação prévia são consideradas etapas estratégicas e prioritárias para a redução das consequências dos eventos potencialmente geradores de desastres de natureza hidro geológico-geotécnica. O novo regime climático em curso tornou mais frequentes e intensos os processos de chuvas e secas extremas e iluminou a necessidade de aperfeiçoar e de efetivamente colocar em prática as estratégias de prevenção e preparação prévia.

Apesar de ser quase unanimidade o reconhecimento da importância do envolvimento da comunidade para que seja bem-sucedido um plano de gestão e redução de riscos, gradativamente se reconhece que não basta que os planos sejam elaborados para as comunidades, mesmo que prevendo processos de consulta e participação. Por mais que sejam bem elaborados os estudos técnicos que mostram os locais mais problemáticos e que sejam criados mecanismos de alerta prévio sobre a chegada de eventos extremos, não é fácil mobilizar a comunidade para que saia de suas casas, por exemplo durante uma chuva torrencial. Evidentemente as dificuldades são ainda maiores se a comunicação é inadequada, falha, ou demora para chegar, ou mesmo se estão pouco claras as alternativas de abrigamento temporário, o que não raro acontece.

Na busca de alternativas para que as estratégias de previsão e prevenção sejam mais eficientes começa a se reconhecer a necessidade de ampliar radicalmente o protagonismo da

população, caminhando-se na direção de estratégias definidas pelas próprias comunidades, mesmo que com o necessário apoio técnico, inclusive para identificação dos sinais de risco eminente e das medidas emergenciais para melhoria da segurança.

Com objetivos nesta direção, tem-se a experiência desenvolvida pelo CEMADEN- Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, em parceria com FGV, de automonitoramento de riscos de alagamento do programa "Dados a prova d'água". De acordo com Silva e Degrossi (2021), trata-se de programa[1] direcionado para trabalhar processos educativos em todo o Brasil, envolvendo jovens estudantes em conjunto com professores e professoras para apoiar cidades e comunidades no desenho e implementação dos urgentes planos de adaptação climática e de redução de riscos de desastres.

Também norteada por estes objetivos, a Secretaria das Periferias, do Ministério das Cidades, além dos Planos Municipais de Redução de Risco, no ano de 2024 está elaborando planos comunitários de gestão de risco em alguns municípios brasileiros envolvendo equipe de 3 universidades federais e alguns movimentos populares organizados. O objetivo é de cooperação entre estas três universidades e os movimentos populares com a perspectiva de refinar as bases metodológicas para elaboração destes planos, prevendo-se que o Ministério possa vir a apoiar planos comunitários em maior escala.

O Laboratório "PERIFÉRICO - Assessoria Sociotécnica" da Universidade de Brasília já há alguns anos vem trabalhando com a comunidade da Região Administrativa do Sol Nascente, no Distrito Federal, que sofre com sérios problemas de enxurradas e outros riscos associados. No âmbito destes trabalhos foi realizado, em outubro de 2023, um processo formativo intitulado: "Gestão das águas e prevenção de riscos com soluções baseadas na natureza", que teve objetivos inseridos e convergentes com o do desenvolvimento do plano comunitário de gestão de riscos daquela região, que está sendo desenvolvido pela UnB- Universidade de Brasília, com o apoio da Secretaria das Periferias. O presente trabalho tem como objetivo descrever e apresentar reflexões sobre esse processo formativo e das suas possibilidades no âmbito dos planos comunitários de gestão de risco com aplicação de soluções baseadas na natureza com foco no Trecho III na região do Sol Nascente nas bordas de Ceilândia no Distrito Federal.

A região do Sol Nascente, durante cerca de 20 anos fez parte da Região Administrativa de Ceilândia, cidade satélite fundada em 1971 que foi criada para realocar a população dos assentamentos localizados na parte central de Brasília. Foi demarcada uma área de 20 km² ao norte de Taguatinga e foram criados 17.619 lotes, de 250 m², em um local distante 26 km da área central. Fica evidente pela história da cidade de Ceilândia que houve uma marginalização da população desde a concepção da nova capital, por um modelo de urbanismo segregacionista.

O que corresponde hoje ao Sol Nascente, teve origem com o loteamento irregular de chácaras rurais existentes e pequenas fazendas de produção agropecuária, tendo seu fracionamento se iniciado na década de 1970. A partir de 1990, o fracionamento se intensifica e a área começa a adquirir características mais urbanas que rurais. É importante evidenciar que nos anos seguintes intensificou-se o crime da grilagem, em que terras públicas foram parceladas e vendidas ilegalmente à população mais vulnerável economicamente. É nesse cenário, que

[1] Disponível em https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/07c4677d-470b-4a6d-9cf4-df106590dda0/content Acesso em 10 de janeiro de 2024.

seu processo de urbanização ocorre de forma extremamente rápida e sem levar em consideração que a área sempre foi muito sensível ambientalmente, principalmente pelos cursos hídricos e seu relevo acentuado, já que ocupa os platôs formados pelos vales dos córregos afluentes do Rio Melchior.

A partir de 2006, os conflitos entre as ocupações e o meio ambiente levaram à realização de um estudo ambiental, com o objetivo de mapear os danos ambientais causados, e em 2008, com a Lei Distrital Complementar 785/2008, foram oficializados o Setor Habitacional Sol Nascente e a Área de Regularização de Interesse Social- ARIS Sol Nascente. Com seu grande crescimento e ocupação, a partir de 2019, o Sol Nascente torna-se a 32ª região administrativa do Distrito Federal, em um esforço de descentralização administrativa e busca de utilização racional de recursos para o desenvolvimento socioeconômico e projetos para melhorar a qualidade de vida da comunidade.

Hoje, várias das ocupações localizadas no Sol Nascente apresentam situações de risco devido ao rápido processo de urbanização que ocupou áreas ambientalmente sensíveis. Como consequência dessa ocupação e da falta de apoio do governo, a região apresenta índices preocupantes. Segundo os dados da PDAD 2021 (CODEPLAN), apesar de mais de 90% dos domicílios já afirmarem ter acesso à rede de água, apenas 70% indicam ter ligação à rede de esgoto e 45% apontam que nas imediações do lote as ruas alagam em tempo de chuvas, 35% apontam a presença de esgoto a céu aberto e 15% se localizam em áreas com declive ou erosão. Além disso, 92% lotes não estão regularizados. Em situação ainda mais delicada está a população situada em ocupações informais fora da poligonal da ARIS (Área de Regularização de Interesse Social), pois por não estarem dentro dos limites estabelecidos, não são incluídas nos projetos de melhorias de infraestrutura urbana, vivendo assim em difíceis condições de vida e constantes ameaças de desocupação. Em decorrência da sua extensão (a RA inteira, que inclui Sol Nascente, Pôr do Sol e área rural, tem uma área de 4.049 Ha), e por ter uma alta concentração demográfica (hoje a região conta com 93.213 habitantes segundo a PDAD de 2021), bem como suas características físicas, o Sol Nascente se encontra dividido em três trechos:

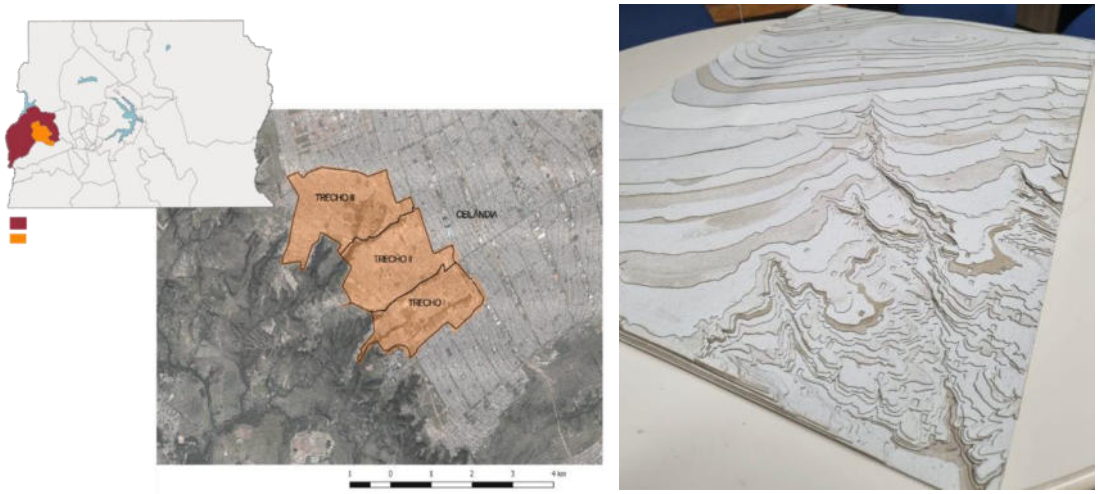


Figura 1: Localização da ARIS Sol Nascente. Figura 2: Maquete de Declividade do Trecho 3 do Sol Nascente. Fontes-Figura 1: (SOUZA et al, 2023). Fonte: Autores

Trecho I: Com a maioria das obras de investimento mais avançadas em relação aos outros trechos, essa área corresponde a 25% da ARIS Sol Nascente e está inserida entre o córrego do Meio e o Setor P Sul, da Ceilândia. Esse trecho está parcialmente localizado em terras desapropriadas em comum e está inserido em Zona Urbana de Expansão e Qualificação.

Trecho ll: Localizada na fatia intermediária da ARIS, corresponde a uma área relativamente mais estruturada, com 30,3 km de extensão de rede de drenagem. Está situado no platô formado pelos vales dos córregos do Pasto e do Meio e corresponde a 33% da ARIS. Está localizado, também, em terras desapropriadas e com várias áreas de risco próximas ao rio. Nesse trecho está localizada a Casa da Natureza, ONG local e ponto de apoio de encontros e discussões para a promoção da consciência ecológica e luta pelos direitos básicos da cidade.

Trecho III: Esse trecho corresponde a 42% da ARIS, com 371 hectares. É o trecho mais extenso e o que tem a infraestrutura mais precária, já que possui a menor quilometragem (21,3 km) de rede de drenagem de águas pluviais e menor quantidade de vias pavimentadas. Além de apresentar a menor porcentagem de infraestrutura de drenagem, a área se organiza a partir de uma via principal que corta as curvas de nível transversalmente. A água trazida por essa via chega em alta velocidade nos trechos mais baixos, trazendo os resíduos acumulados desde Ceilândia, o que facilita bastante o processo erosivo. As áreas mais baixas geograficamente, onde estão localizados os cursos d'água, estão mais sujeitas aos problemas hidrogeológicos. Logo as ocupações irregulares localizadas nas bordas, que recebem toda a enxurrada de água e sedimentos, estão em maior situação de risco. A fim de solucionar esse problema, a CAESB construiu uma série de bacias de detenção para acumulação temporária das águas pluviais, entretanto, são muito agressivas à paisagem, não abordam a drenagem como um sistema que funciona em várias escalas e correspondem a mais um perigo à população, por sua significativa profundidade. As bordas inferiores da poligonal de regularização são também locais potencialmente problemáticos uma vez que ali acontece a maior proximidade com a chapada, tendo grande mudança de relevo. Já a área urbana mais consolidada, onde são mais frequentes as iniciativas de melhorias urbanas e regularização fundiária, apresenta uma situação melhor quanto aos riscos de erosão e escorregamentos, porém persistem problemas associados à falta ou inadequação do sistema de drenagem, causando problemas sistemáticos de enxurradas.

Frente à natureza dos problemas observados no Sol Nascente, entendeu-se ser importante uma alteração no paradigma de proposição das intervenções na área. No contexto do novo regime climático problemas como enchentes, deficiência no abastecimento, seca e poluição das fontes de água potável estão se tornando cada vez mais comuns e denunciam a necessidade de mudança do pensamento no que tange à questão do ciclo hidrológico no meio urbano. Uma abordagem mais ampla e transdisciplinar permite relacionar as áreas mais compactas da cidade com a proteção da qualidade da água regional no âmbito da bacia hidrográfica, desde que respeitados o contexto e suas densidades e usando boas práticas de infraestrutura ecológica.

O programa australiano "Desenho Urbano Sensível à Água" (Water Sensitive Urban Design – WSUD 2012) recomenda que a paisagem e o planejamento urbano sejam pensados levando em consideração a água a fim de mitigar os impactos e o desgaste ambiental causados quando não há união e respeito do meio urbano com o ciclo hidrológico (ANDRADE, 2014). Assim, é possível a sustentabilidade, a redução do escoamento superficial, a proteção contra enchentes, a melhora da qualidade ambiental urbana e da qualidade de vida. Para isso, propõe uma série de técnicas e padrões de infraestrutura verde e socioecológicas que podem ser utilizadas como estratégias em várias escalas.

Neste sentido, torna-se importante trabalhar com a visão de gestão de riscos na direção de cidades resilientes sensíveis à água e que as soluções de infraestrutura socioecológica possam contribuir para uma prevenção de riscos a longo prazo. A definição para as soluções baseadas na natureza (SbN) da Organização das Nações Unidas (ONU), aprovada em março de 2022, são "ações capazes de proteger, conservar, restaurar, usar de forma sustentável e gerenciar recursos terrestres naturais ou modificados, ecossistemas de água doce, costeiros e marinhos que abordem eficazmente os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma adaptativa". Ao mesmo tempo, essas ações devem proporcionar bem-estar humano, serviços ecossistêmicos, resiliência e benefícios para a biodiversidade.

Embora os benefícios das Soluções baseadas na Natureza estejam estabelecidos para a maioria dos contextos urbanos da Europa, no Norte Global (UNOP, 2023), os pesquisadores Erich Wolf, Hanna A. Rauf, Perrine Hamel (2023) salientam que é necessária mais investigação para examinar o potencial destas soluções no Sul Global, particularmente em contextos historicamente desfavorecidos, como os assentamentos informais. As soluções baseadas na natureza (SbN) ganharam força no Sudeste Asiático e na região do Pacífico na última década. Os pesquisadores encontraram exemplos de seis tipos diferentes de SbN já implementados em assentamentos informais na região do Sudeste Asiático: zonas úmidas construídas, espaços verdes abertos, hortas comunitárias, árvores de rua, reabilitação de vegetação ribeirinha ou à beira-mar e dispositivos de infiltração. As hortas comunitárias foram as soluções mais frequentemente utilizadas, seguido dos projetos de revegetação da orla marítima. As zonas úmidas construídas foram aplicadas em assentamentos informais na Indonésia, Fiji e Vietnam do programa RISE[2] (Revitalising Informal Settlements and Their Environments). Os investigadores e profissionais colaboraram com residentes para co-desenhar sistemas de tratamento de águas residuais. Estes sistemas utilizam uma série de componentes, incluindo biofiltros, fossas sépticas e zonas úmidas superficiais e subsuperficiais, para recolher e tratar as águas residuais localmente nas povoações informais.

No contexto do Distrito Federal, essa possibilidade de aplicação das SbN em assentamentos informais no DF foi trabalhada em projetos de extensão do Grupo Periféricos, a partir de estudos realizados por Andrade (2014) no Brasil sobre padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica no meio urbano, para alcançar o desenho urbano sensível à água. Foram realizados estudos com fichas técnicas realizadas pelo Programa "Desenho Urbano Sensível à Água" (WSUD, 2008) da US-EPA (2005) - Agência de Proteção Ambiental Americana - bem como sobre "Crescimento Inteligente boas práticas de gestão de recursos hídricos e densidades, o relatório "Água para um mundo sustentável". Esta pesquisa fez parte da construção do manual "Desenhando com a água: padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica" e contempla até o momento 52 padrões[3] (Andrade et al, 2016).

2- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

2.1 Programação e dinâmicas de interação utilizadas no processo formativo

Baseou-se no Guia de Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Risco da ONU Habitat de 2020 com foco no engajamento comunitário e diversos níveis de governança: preparação; avaliação da vulnerabilidade e risco; plano de ação, planejamento e design para

[2] Disponível em: https://www.rise-program.org/ Acesso em: 10 de dezembro de 2023.
[3] Disponível em: https://sbe16.civil.uminho.pt/app/desenhando-com-a-agua-no-meio-urbano-padroes-espaciais-de-infraestrutura-ecologica-e-crescimento-urbano-inteligente/ Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

implementação. Na fase de preparação, optou-se pela realização dos encontros do processo formativo em três sábados consecutivos, com atividades no período da manhã e da tarde, totalizando 6 encontros presenciais com duas horas de duração que aconteceram em instalações do Polo de Extensão da UnB em Ceilândia. Considerou-se importante realizar as atividades formativas na região e aos sábados, considerando a dificuldade de participação popular em outra situação. A opção por fazer os encontros nos períodos da manhã e da tarde em três sábados consecutivos foi cuidadosamente debatida pela equipe responsável pela organização do curso, face aos aspectos positivos e problemas associados. Avaliou-se que seria fundamental providenciar alimentação para os participantes. Na figura 3, adiante, o material de divulgação do processo formativo, com uma breve apresentação de cada encontro.

Dentre as 40 pessoas que participaram da atividade, havia 20 participantes que eram lideranças de movimentos comunitários dos mais variados tipos, nas Regiões Administrativas de e Sol Nascente e Ceilândia, cerca de 10 participantes que podem ser entendidos como participantes da população ali residente, que não têm uma prática sistemática e consolidada de trabalho comunitário e 10 participantes oriundos da universidade, a maior parte do curso de graduação em arquitetura e urbanismo.

O objetivo geral do processo formativo foi contribuir para o enfrentamento, de forma inclusiva, das mudanças climáticas no bairro Sol Nascente, com aplicação das SbNs, buscando-se reduzir os problemas de alagamento e enxurradas que afetam seriamente a comunidade e que poderão se ampliar no contexto de aumento da intensidade das chuvas e de maior frequência de chuvas de elevada precipitação. Para atendimento deste objetivo geral, foram previstos os seguintes objetivos específicos: 1)Apresentar e analisar o comportamento da água no ambiente natural e no ambiente modificado pelos processos de urbanização; 2) Apresentar o sistema de esgotamento sanitário usual e suas relações com o sistema de drenagem; 3) Analisar a lógica dos sistemas descentralizados de gestão dos esgotos (fossas e sistemas assemelhados) e as alternativas ecológicas para seu manejo; 4) Debater os procedimentos de potabilização da água e as possibilidades de sua conservação; 5) Identificar os problemas da forma atual de resolver os problemas das águas e as possibilidades de uma abordagem alternativa, com soluções baseadas na natureza, com foco na sua conservação e na prevenção de riscos.

Esperava-se como resultado um mapeamento comunitário preliminar dos principais problemas associados à gestão das águas no Bairro Sol Nascente trecho 3 e identificação do potencial de utilização de SbNs no enfrentamento destes problemas, a partir da abordagem dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos. Tinha-se a expectativa de poder aprofundar o conhecimento sobre os determinantes dos problemas hoje existentes na área de estudo e avanços na metodologia para o mapeamento comunitário de problemas e de formulação de planos para gestão de riscos envolvendo a população afetada por esses riscos.

Em cada um dos seis encontros foram apresentadas questões motivadoras - após uma apresentação curta, de cerca de 50 minutos seguiu-se, em cada encontro, com uma roda de conversa e debate em que se produziu, de forma coletiva, as respostas às questões motivadoras formuladas. Conforme pode ser visto na figura 3, foi possível levar para o encontro uma foto aérea de grandes dimensões, da área que foi objeto do processo formativo (RA do Sol Nascente) e esse material ajudou significativamente no processo iterativo com os participantes, na identificação dos problemas e possíveis soluções. Para facilitar as rodas de conversa, sobre as questões motivadoras, o grupo total (com cerca de 40 participantes)

foi subdividido em 3 grupos menores. Para estimular a participação, utilizou-se de pequenas cartelas onde cada participante escrevia e deixava registrada sua contribuição. Posteriormente os cartazes contendo o conjunto de cartelas (Figura 4) eram apresentados e se compartilhavam as principais conclusões da roda de conversa com os outros grupos. Também se usou o material disponível para mapeamento colaborativo de pontos de interesse e apontamento de padrões espaciais para soluções de modo a alimentar o mapa impresso.



Figura 3- Material de divulgação do processo formativo com a síntese da programação. Figura 4- Processo de discussão nas rodas de conversa, com a foto aérea do bairro em primeiro plano. Fonte Figuras 3 e 4: Autores

2.2- Respostas às questões interativas apresentadas no decorrer do curso

No Encontro 1 discutiu-se o ciclo natural da água e as modificações introduzidas pela urbanização. A questão motivadora foi sobre os principais problemas e riscos associados às águas de chuva e esgotos sentidos hoje pela comunidade. Houve uma participação significativa dos integrantes da comunidade, que têm muito clara a origem dos problemas que vivenciam, associada às deficiências do serviço de saneamento, da existência de contaminação nas redes de águas de chuva, da grande quantidade de água que atinge o bairro, proveniente de montante (Ceilândia), da erosão que ocorre em grandes áreas de solo exposto e de deficiências decorrentes da existência de lixo em locais inadequados.

No Encontro 2, em que a questão motivadora era como ampliar, com segurança, a infiltração de água no solo e reduzir a água que escoa no terreno, foi possível constatar que a população tem clara a necessidade de ampliar a área vegetada e arborizada no bairro e no seu entorno, mas ainda não tinha muito claro quais seriam as alternativas e possibilidades para isso. Foi possível constatar que essas alternativas foram sendo gradativamente construídas, de forma coletiva, ao longo dos seis encontros.

O Encontro 3 tratou dos esgotos sanitários e suas relações com o manejo de água pluviais urbanas. O processo de discussão ocorrido na apresentação do tema e na roda de conversa possibilitou um grande avanço no entendimento dos participantes quanto à interrelação dos dois sistemas, o que não é usualmente claro para quem não atua tecnicamente na área. A resposta à questão motivadora sobre os riscos e problemas do lançamento de esgotos nas redes de água de chuva e vice-versa demonstrou claramente que o grupo participante conseguiu avançar no entendimento deste tema, relativamente complexo.

No Encontro 4, em que foram debatidos os direitos humanos à água potável e a necessidade de conservação de água, a questão motivadora foi sobre os principais passos e desafios para garantir que haja água potável acessível para todos os moradores do Sol Nascente. Ficou bem claro, para o conjunto de participantes, a necessidade de assegurar o fornecimento de água e esgotamento sanitário, independentemente da situação de regularidade fundiária, na perspectiva de assegurar o cumprimento desse direito humano. Também foi possível avançar quanto ao significado e importância do fornecimento do mínimo essencial de água, em qualquer situação. Por outro lado, a discussão coletiva possibilitou consolidar o entendimento da importância da conservação de água e os passos estratégicos para avançar nesse sentido.

Os encontros 5 e 6 tiveram como finalidade o mapeamento das situações de risco e aplicação das SbN no território do Sol Nascente. Para isso foram apresentados exemplos concretos de soluções aplicadas de modo a promover um repertório nos participantes e discutir a exequibilidade do tipo de soluções propostas nas SbNs e nos padrões de infraestrutura socioecológica que nelas se baseiam. Houve um momento de apresentação sobre a importância do desenho urbano e paisagismo voltados à manutenção do ciclo da água urbano, com foco nas problemáticas do curso, bem como a apresentação de exemplos de trabalhos já desenvolvidos com propostas para a região, no contexto de disciplinas de paisagismo e de trabalhos finais de graduação vinculados ao Laboratório Periférico. Após as exposições, os grupos se separaram para discutir soluções para três escalas territoriais: a escala da paisagem, que contempla toda a região; a escala da macroparcela, ou quadras e seus espaços livres; e a escala da microparcela ou rua e suas imediações.



Figura 5- Painel com as cartelas preenchidos durante a roda de conversa Figura 6 - Aplicação das SbNs no mapa no formato de padrões de infraestrutura socioecológica Fonte Figuras 5 e 6: Autores

3- RESULTADOS DO MAPEAMENTO PRELIMINAR DA SITUAÇÃO DE RISCO E APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Durante os Encontros do curso foi apresentada a relevância de desenvolver um mapeamento de problemas e riscos no Sol Nascente, sob o olhar da comunidade. Para tanto, foram utilizadas duas ferramentas de mapeamento, uma de forma manual e a outra digital. Para a

primeira, foi utilizado um mapa impresso em lona com a imagem aérea da área do Sol Nascente, em uma escala que possibilitava a visualização das ruas e lotes, bem como, dos cursos de água e bacias de retenção. Na segunda, foi utilizado o mapeamento colaborativo digital, utilizando o aplicativo online *My Maps*, do *Google Maps*.

Sobre o mapa físico, a estratégia pedagógica de capacitação para utilização da metodologia ocorreu por meio de uma dinâmica onde um representante de cada grupo dispunha os ícones sobre o mapa, conformando uma construção coletiva do Biomapa[4] e posterior apresentação do que foi acrescentado. Foram localizados ícones, símbolos, desenhos, palavras e imagens relacionados à temática ambiental e ecológica, nas categorias Riscos, Desafios e Natureza e, eventualmente, outras temáticas. Esta leitura geográfica aconteceu de forma interativa sobre o mapa, retratando o momento atual da área em foco, estimulando o sentido de pertencimento individual e coletivo.

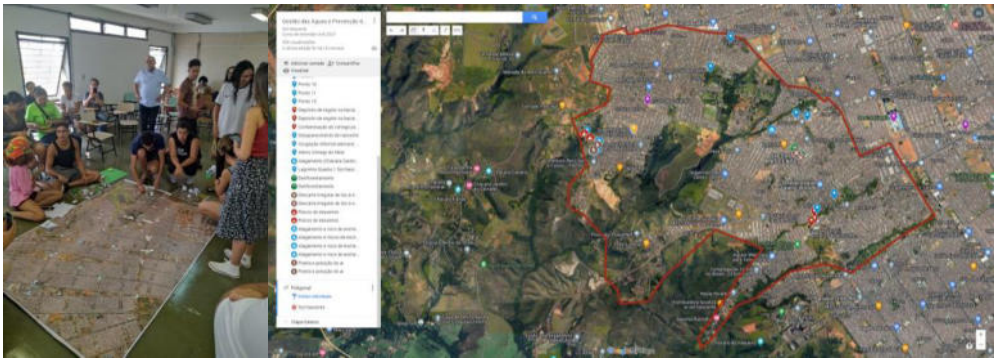


Figura 7 – Mapa colaborativo físico; Figura 8 – Mapa colaborativo digital.
Fonte: Elaborado pelos autores

Os padrões de infraestrutura socioecológica foram aplicados nos últimos 2 encontros do curso, permitindo a geração de propostas de melhorias para a região, visando os problemas abordados durante todas as aulas. Foram apresentados cenários e exemplos reais, a partir dos quais, contando com a metodologia dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos de Andrade (2014), foi possível trabalhar com os participantes a implementação de soluções em contextos específicos do território.

O Grupo I - Escala de Paisagem, abrangendo soluções de problemas voltados para o território como um todo, listou e implementou soluções como: Tratamento de esgoto por meio do sistema de *Wetland* implantado o mais próximo possível do final do trecho III, onde existe uma área com maior declividade topográfica favorecendo a funcionalidade da estratégia de esgotamento sanitário; Corredor verde – implantação do sistema na avenida que divide PNORTE/Ceilândia do Sol Nascente (região mais alta para conter a água, evitando que chegue no Sol Nascente com tanta intensidade); Terraços para agricultura nas áreas de erosão – implantação do sistema perto das casas; Reabilitação de canais de água – próximo ao Rio Melchior; Canais de Infiltração – que podem ser inseridos ao longo de todas as vias principais de Ceilândia (como por exemplo, a Hélio Prates) e nas entrequadras com o objetivo de diminuir a quantidade de água que chegará no Sol Nascente; Reconheceu-se a importância de aprofundar o diagnóstico e de incluir o planejamento regional que permita uma análise da relação urbano-rural.

[4] Biomapa ou *greenmap* é uma metodologia de diagnóstico e planejamento participativo em que os envolvidos fazem uma leitura do seu espaço, identificando e localizando pontos de interesse como equipamentos sociais, áreas verdes, corpos d'água, bem como questões sociais, ambientais, culturais e potencialidades.

O Grupo II - Análise da macroparcela do Trecho III do Sol Nascente: Estacionamento permeável - Avenidas principais do Trecho III (avenida do Trem Bom, a avenida que desce para a chácara 75, Cachoeirinha e a avenida que desce para o córrego das corujas); Vegetação Nativa – implantação do sistema na avenida que divide PNORTE/Ceilândia do Sol Nascente (região mais alta para conter a água, evitando que chegue no Sol Nascente com tanta intensidade); Parque Linear - implantação próximo ao Parque das Vaquejadas e nas avenidas principais; Estratégia de estacionamento – localizado nas vias de caráter mais local, entre as ruas mais estreitas; Biovaletas – Instaladas nas vias mais largas, como por exemplo, avenida do Forte; Traçado das Vias; mais curvilíneos com o objetivo de reduzir a velocidade da água e, consequentemente, aumentar o tempo de chegada nas bacias; Ruas compartilhadas– Podem ser usadas em todas as vias, mas foram pensadas nas ruas mais estreitas do Sol Nascente; Jardim Agroflorestal – Implantado na Lagoinha (área livre localizada na região, e que a comunidade luta por preservar);

Já o Grupo III - Análise da microparcela do trecho III, escala da rua com aproximação na área onde se encontra a cozinha do MTD: Trincheiras de Infiltração – Nas vias principais, em pontos estratégicos de encontro entre as vias principais e as vias secundárias (que são paralelas às principais) visando reduzir a velocidade da água; Praças de Bairro – Implantação nas áreas desocupadas (conhecidas como "vazios urbanos") e onde houver equipamentos públicos, com o objetivo de facilitar a infiltração da água no solo e reduzir o volume de água do escoamento superficial; Vegetação - implantação na borda de chapada, localizada ao lado da cozinha, onde há uma grande erosão para reduzir o impacto da água no solo durante as chuvas; Paisagismo – implantação na borda de chapada, localizada ao lado da cozinha, onde há uma grande erosão para reduzir o impacto da água; Jardim de Chuva - nas vias principais, em pontos estratégicos, no encontro entre as vias principais e as vias secundárias (que são paralelas às principais) visando reduzir a velocidade da água; Desinfecção – Direcionada às áreas onde atualmente a comunidade deposita lixo; Tanque de águas pluviais para descarga de água de banheiro dentro das casas – para favorecer o reaproveitamento de água, bem como, sua economia.

Quanto à drenagem do trecho III do Sol Nascente, o gerenciamento da água por meio do desenho urbano sensível, desde as partes mais altas do terreno, até mesmo de Ceilândia é essencial. Com isso, a água consegue infiltrar aos poucos no solo no decorrer do seu caminho natural antes de chegar nas zonas mais críticas e é possível diminuir o volume e a força das águas, evitando crises e tragédias. Os estudos darão seguimento a proposições que permitam contar com esse potencial da própria paisagem, aliado aos esforços técnicos que já vêm sendo desenvolvidos (e que isoladamente não têm produzido os melhores resultados).

4 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O processo formativo realizado sinaliza algumas questões estratégicas quando se tem como perspectiva a formulação de planos comunitários de gestão de risco. A primeira delas diz respeito à escala- o processo formativo realizado conseguiu cumprir um papel importante de interação e avanço no conhecimento de lideranças comunitárias, que são e serão interlocutores estratégicos em qualquer processo de formulação de planos comunitários de gestão de risco no bairro. Há que se destacar que o desenho do processo formativo atingiu um número relativamente pequeno de pessoas- é fácil imaginar a dificuldade de concretizar uma grande participação em um ciclo de formação que envolveu 3 sábados consecutivos, nos períodos da manhã e da tarde. Houve e deverá haver uma tendência quase natural de que o público que se dispõe a participar deste tipo de formação é aquele que já está fortemente

envolvido e comprometido com as causas comunitárias. Considera-se, porém, que esse é um passo importante, pois a interação e aprofundamento do conhecimento das lideranças são considerados fundamentais para os passos seguintes, em que será necessário pensar, com o apoio justamente destas lideranças, as estratégias de comunicação e interação que possam atingir, em maior escala, um maior contingente da comunidade.

Há algumas hipóteses sobre possibilidades de ampliar essa participação. De início não há dúvida da potência e importância dos sistemas de consulta on-line. Planejar e conduzir esses processos de consulta parece ser de muita importância e um grande desafio, face à proliferação de processos diversos de consulta aos quais o cidadão comum está superexposto. Exemplo nesse sentido são as avaliações, que se dão inclusive na aquisição da maior parte dos produtos e serviços on-line. Conseguir que esse processo de consulta seja interessante e aceito por um número significativo de moradores constitui um desafio de comunicação e programação. Os processos participativos sempre ganham força e potência quando se consegue envolver a população em um ciclo de atividades em que existem possibilidades de resultados concretos a curto prazo, como por exemplo nos processos em que a deliberação sobre uma pequena aplicação de recursos vai estar em pauta....Tem-se a expectativa de que será possível mobilizar recursos para o que se denomina “ações táticas”, em que estão planejadas ações práticas de melhoria das condições urbanas de determinados trechos do bairro, como forma de ampliar a mobilização e engajamento da população. Buscar desenhos em que a elaboração deste tipo de plano de gestão comunitária de riscos conte com recursos para apoiar essas “ações táticas” nos parece absolutamente desejável.

No cenário de multirriscos a que está exposta a população da periferia há que se estar atento para não apenas repassar para a comunidade mais um encargo, neste caso de auto gerenciar seus próprios riscos, mas sim de estruturar um plano de ação que tenha papel catalisador, e que possa funcionar como forma de mobilizar um apoio progressivo e crescente do poder público, mobilizando assim políticas públicas que venham a contribuir para melhorar a segurança e reduzir os riscos e consequências de eventuais eventos extremos que possam afetar a comunidade. Espera-se que venha neste sentido a iniciativa presente de elaboração dos planos comunitários de gestão de risco, neste ciclo que agora se inicia.

Quanto à metodologia dos 6 encontros, constatou-se que foi boa a estratégia de utilização de perguntas a serem respondidas coletivamente para analisar os problemas do bairro, que aconteceu nos 4 primeiros encontros. A existência de perguntas concretas e a possibilidade de ampla participação no preenchimento das filipetas de respostas teve uma força mobilizadora positiva. O fluxo metodológico aplicado nos encontros de pequenos momentos de explanação, permeados por debate coletivo, seguidos de momentos de trabalho/discussão em grupo se revelou frutífero para o aprofundamento de conhecimentos, fixação de conceitos e qualidade da reflexão para chegar à proposição de soluções. Nos dois últimos encontros, as ferramentas de construção de cenários de forma participativa, como são o mapeamento colaborativo e a aplicação de padrões espaciais para a infraestrutura socioecológica, associadas à explanação de curto tempo sobre ideias, conceitos e cenários possíveis para os problemas em discussão, parecem garantir um envolvimento expressivo das pessoas na elaboração crítica e consciente de propostas concretas. Deve ser considerado que a houve a favor da ampla participação, a presença de movimentos sociais como o MTD (Movimento dos Trabalhadores por Direitos), que já atua no território e de organizações sociais como a ONG Casa da Natureza, entre outras lideranças e membros da comunidade local, que colaboraram significativamente para o bom andamento dos trabalhos tanto de diagnóstico como de proposição de soluções.

Por fim, considera-se de suma importância a utilização do mapa impresso em larga escala e da aplicação dos ícones de diagnóstico e padrões de soluções. A relação com o território que se construiu ao aproximar os participantes do "pontuar no mapa" e "propor no local adequado", além da maior compreensão das soluções pelo elemento desenhado (padrões), garantiram que cada grupo conseguisse estruturar um sistema de soluções para cada escala do território. Iniciou-se um debate que comprova que a gestão de risco passa não apenas pela governança local, pela apropriação coletiva dos espaços públicos e livres, mas também pela aproximação dos saberes técnicos das comunidades e de uma construção comum de soluções cabíveis. A extensão universitária permite testar a conexão que se estrutura quando a resolução de problemas é abraçada por um leque mais amplo de agentes, guiados pelo empoderamento das comunidades e valorização das sociotecnologias.

5 REFERÊNCIAS

Andrade, L.M.S. **Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos**: a construção de um método transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e no nível da paisagem. 2014. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.

Andrade, L M.S.; Melo, B. B. P.M.; Viana, A. P. **Desenhando com a água no meio urbano** – Padrões espaciais de infraestrutura ecológica e crescimento urbano inteligente. In: SBE Series Brasil, Portugal, UFES, 2016.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios** – Sol Nascente/Pôr do Sol - PDAD 2021. Governo do Distrito Federal. Brasília. 2021

ONU. Resolução Adotada pela Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Soluções Baseadas na Natureza para apoiar o Desenvolvimento Sustentável. Março de 2022.

Souza, V. C. F.; Andrade, L.; Moretti, R. S. Drenagem e risco- a busca de outra abordagem na área de regularização de interesse social- ARIS- Sol Nascente, Ceilândia-D.In: **XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Aracaju, 2023.

UNOP. **Nature-based Infrastructure**. University Oxford, 2023.

US-EPA - United States Environmental Protection Agency. **Using smart growth techniques as stormwater best management practices**. 2005. Washington, DC. 2005.

US-EPA - United States Environmental Protection Agency´s Development, Community, and Environment Division. **Protecting water resources with higher-density development**. Washington, DC, 2006.

Wolf E.; Rauf, Hanna A; Hamel, Perrine. Nature-based Solutions in Informal Settlements: A Systematic Review of Projects in Southeast Asian and Pacific Countries. **Environmental Science & Policy,** 2023.

WSUD. 2008. City of Melbourne **WSUD Guidelines**. Applying the Model WSUD Guidelines. An Initiative of the Inner Melbourne Action Plan. Melbourne.

VULNERABILIDADE URBANA DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM OLHAR SOBRE O COMPLEXO DE FAVELAS DE PARAISÓPOLIS EM SÃO PAULO, BRASIL

L. F. Silva, F. Rakauskas, A. Oliveira, C.K.C Rosa, A. P. Ribeiro e D. Antonucci

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas no complexo de favelas de Paraisópolis, localizado na cidade de São Paulo, Brasil, evidenciando a vulnerabilidade dessa população aos efeitos adversos do aumento da temperatura e da formação de ilhas de calor urbanas. A abordagem metodológica combinou dados climáticos obtidos pela plataforma Weatherspark, índices e imagens de satélite da coleção Landsat 8, adquiridos por meio da plataforma Google Earth Engine e processados em nuvem utilizando as linguagens de programação Python. Os resultados demonstram que Paraisópolis apresenta temperaturas médias superiores a 35°C, contrastando com as áreas circunvizinhas, que registram médias de 21,6°C. O estudo ressalta a necessidade de ações urgentes e integradas para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas e promover a resiliência climática em Paraisópolis. É fundamental a implementação de políticas públicas, considerando as especificidades e necessidades locais, além da participação ativa da comunidade no processo de transformação. A colaboração entre o poder público, a academia, a sociedade civil e a comunidade local é essencial para a construção de um futuro mais sustentável e equitativo para Paraisópolis e outras comunidades em situação semelhante.

1 INTRODUÇÃO

O Complexo de Favelas Paraisópolis, na zona sul de São Paulo, é um dos maiores assentamentos informais do Brasil. Sua ocupação começou na década de 1950, com migrantes de várias regiões, principalmente do Nordeste, em busca de emprego e melhores condições de vida (Maziviero; Silva, 2018; Oliveira; Sampaio, 2021). Este estudo analisa os impactos das mudanças climáticas e temperatura de superfície, bem como os índices Urban Heat Island (UHI) e Urban Thermal Field Variance Index (UTFVI), no território.

Estimativas atuais indicam que o Complexo Paraisópolis abriga uma população superior a 200 mil habitantes, 18.912 domicílios, distribuídos em um território de cerca de 80 hectares. A densidade populacional na região é excepcionalmente elevada, atingindo uma média superior a 61.000 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022).

A fundamentação teórica deste estudo se baseia em autores clássicos e pesquisas contemporâneas sobre a vulnerabilidade das populações em áreas urbanas precárias às mudanças climáticas. Destaca-se a formação de ilhas de calor urbanas, conforme Lombardo (1985), que identifica a falta de vegetação e materiais de isolamento térmico como fatores que aumentam as temperaturas e os riscos à saúde em áreas densamente construídas (Saldiva, 2018). A temperatura de brilho, um conceito crucial no sensoriamento remoto termal, é

definida por Weng (2009) como a temperatura aparente de uma superfície medida por sensores, influenciada pela emissividade e condições atmosféricas.

Neste contexto, as mudanças climáticas têm impactos desproporcionais nas áreas urbanas precárias, como o Complexo de Favelas em Paraisópolis, em São Paulo. Essas regiões são particularmente vulneráveis devido à combinação de fatores socioeconômicos, ambientais e de infraestrutura inadequada (Maricato, 2003). A alta densidade populacional, a falta de saneamento básico e a ocupação de áreas de risco, como encostas e margens de córregos, amplificam os efeitos adversos dos eventos climáticos extremos (Nobre *et al*., 2010).

Contudo, as ondas de calor, que tendem a se intensificar com as mudanças climáticas, também afetam desproporcionalmente as áreas urbanas precárias. Isso pode levar a temperaturas extremas dentro das casas, aumentando o desconforto térmico e os riscos à saúde, especialmente para grupos vulneráveis, como idosos e crianças (Saldiva, 2018).

As emissões de poluentes, combinadas com as condições meteorológicas desfavoráveis, podem levar a episódios críticos de poluição, afetando a qualidade do ar nas áreas urbanas precárias (Braga *et al*., 2001). A exposição prolongada a altos níveis de poluição do ar está associada a diversos problemas de saúde, como doenças respiratórias e cardiovasculares (Saldiva *et al*., 1995). A combinação de fatores socioeconômicos, ambientais e de infraestrutura inadequada torna essas populações mais suscetíveis aos impactos adversos dos eventos climáticos extremos, afetando diretamente sua qualidade de vida e bem-estar.

Este artigo utilizou dados climáticos da plataforma Weatherspark e índices com imagens de satélite da coleção Landsat 8, processados no Google Earth Engine em JavaScript ou Python (Gorelik *et al*., 2017). O pré-processamento incluiu cálculos de radiância, temperatura de brilho, NDVI, emissividade, UHI e UTFVI. Foram calculadas médias anuais de 2023, com até 10% de cobertura de nuvens. Os mapas foram gerados no QGIS 3.26.

Os resultados indicam que o Complexo de Favelas Paraisópolis é significativamente afetado pelas mudanças climáticas, agravadas pela impermeabilização do solo e falta de arborização. Apesar da proximidade com o Morumbi, a população enfrenta desafios maiores devido às condições socioeconômicas e à falta de recursos para adaptação. Isso ressalta a necessidade urgente de políticas públicas que promovam espaços verdes e estratégias de adaptação em áreas vulneráveis.

2 LOCALIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

O complexo de favelas de Paraisópolis, apresenta características morfológicas peculiares resultantes do processo de ocupação urbana desordenada. De acordo com Maziviero e Silva (2018, p.3): "Paraisópolis é um exemplo emblemático de ocupação informal em área urbana, apresentando uma morfologia complexa e dinâmica, resultante da interação entre as condições geomorfológicas e a ação antrópica ao longo do tempo".

A figura 1 mostra a localização do Complexo Paraisópolis e sua relação com a cidade de São Paulo. O Complexo está situado na zona sul, mais especificamente no distrito de Vila Andrade, na Subprefeitura do Campo Limpo (Maziviero; Silva, 2018, p. 3).

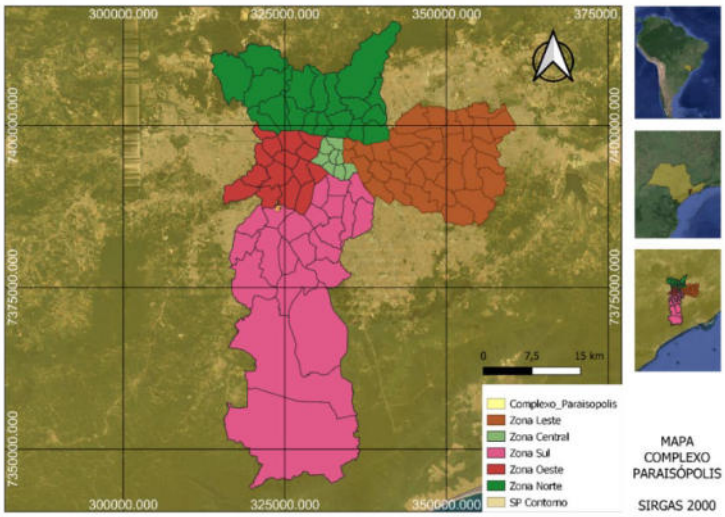


Figura 1: Mapa de localização da Cidade de São Paulo

O território possui a presença de uma malha viária irregular e estreita, composta por vielas e escadarias que dificultam a circulação e o acesso a serviços básicos. A topografia acidentada é outro aspecto relevante na morfologia de Paraisópolis. O complexo de favelas está situado em uma área de encostas e vales, com declividades acentuadas e alta suscetibilidade a deslizamentos de terra.

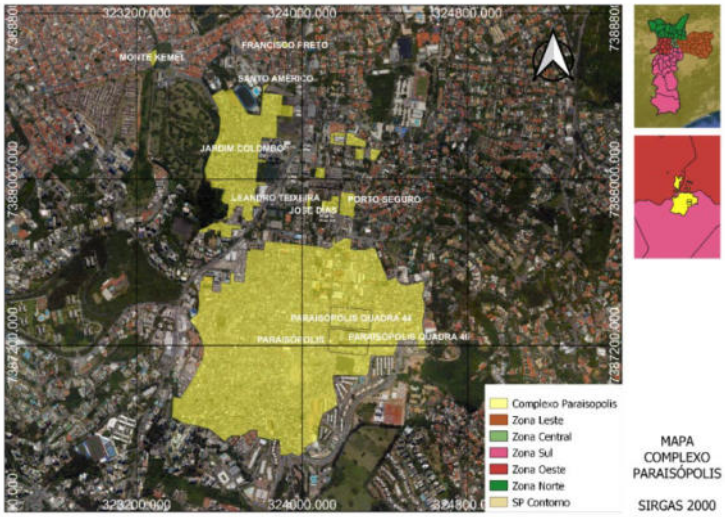


Figura 2: Mapa de localização do Complexo de Favelas Paraisópolis

O complexo de favelas de Paraisópolis (Figura 2) não se limita apenas à sua área central, tendo se expandido ao longo do tempo, formando conexões com diversas comunidades adjacentes. Essa expansão se deu de forma gradual, acompanhando o crescimento populacional e a necessidade de moradia para uma parcela significativa da população de baixa renda.

O complexo de Paraisópolis integra diversas comunidades, como Monte Kemel, formada na década de 1990 por migrantes em busca de oportunidades. Francisco Preto, com estrutura semelhante à de Paraisópolis, reflete a ocupação informal e alta densidade. Santo Américo cresceu ocupando áreas livres e verticalizando edificações. Porto Seguro/Palmeirinha e

Colombo evidenciam vulnerabilidade socioambiental com moradias precárias em encostas. José Dias surgiu pela ocupação de terrenos vazios, confirmando a carência de políticas habitacionais.

A recente tragédia na região metropolitana de Porto Alegre, causada por fortes chuvas em abril de 2024, expõe a vulnerabilidade das áreas urbanas aos impactos das mudanças climáticas (CNN, 2024). Embora todos sejam afetados, a população mais vulnerável sofre desproporcionalmente, enfrentando maiores desafios na recuperação, como a perda de moradias, bens materiais e meios de subsistência.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia adotada neste estudo envolveu uma combinação de revisão da literatura, coleta de dados e análise geoespacial. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente na base de dados Web of Science, buscando estudos relevantes sobre as mudanças climáticas e seus impactos em áreas urbanas, com ênfase em regiões de vulnerabilidade social (Bai *et al*., 2018; Grimmond *et al*., 2010).

Para a coleta de dados, foram utilizadas diversas plataformas e ferramentas. Os dados geoespaciais do complexo de favelas Paraisópolis foram obtidos por meio da plataforma GeoSampa, disponibilizada pela Prefeitura de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2024). Essa plataforma fornece informações detalhadas sobre a infraestrutura urbana, uso do solo e características socioeconômicas da região.

Os dados climáticos foram obtidos pela plataforma Weather Spark, que oferece informações precisas e atualizadas sobre as condições meteorológicas ao redor do mundo (Weatherspark, 2023). Foram também, utilizados índices e imagens de satélite da coleção Landsat 8, adquiridos por meio da plataforma Google Earth Engine. Essa plataforma permite o processamento em nuvem utilizando as linguagens de programação JavaScript ou Python (Gorelik *et al*., 2017), o que possibilita a análise eficiente de grandes volumes de dados geoespaciais.

A análise de temperatura foi obtida a partir da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre. A partir disso, é possível estimar a temperatura da superfície terrestre com base na intensidade da radiação térmica medida pelo sensor TIRS. Os dados do Landsat 8 são processados e calibrados pelo USGS para gerar imagens de LST em diferentes resoluções espaciais e temporais.

Para calcular o LST foi utilizada a banda 10, infravermelha termal com resolução espacial de 30 m (imagem original de 100m) e foi calculado a radiância, brilho e emissividade. Os mapas temáticos foram elaborados utilizando o software QGIS 3.26, uma ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG) que permite a visualização e análise de dados geoespaciais (QGIS Development Team, 2023). Os mapas foram gerados com o objetivo de evidenciar as variações de temperatura e a relação do complexo com seu entorno.

O Urban Heat Island (UHI) é o índice para Ilhas de Calor Urbano e refere-se ao fato de que as temperaturas aumentam em áreas urbanas em comparação com áreas adjacentes menos desenvolvidas. Essas variações de temperatura podem ser significativas, especialmente durante a noite, quando as cidades têm mais calor devido à absorção e retenção de calor pelos

materiais urbanos, como concreto, asfalto e vidro (Alves, 2017; Barros e t al, 2021). A tabela 1 mostra a classificação do UHI (Garcia, 1996):

Tabela 1: Classificação de UHI

Magnitude (ºC)	Intensidade
0 - 2	Fraca
2 - 4	Moderada
4 - 6	Forte
6	Muito Forte

Para calcular as anomalias foram utilizadas as técnicas indicadas por Alcorado e Andrade (2006), a equação (1).

UHI = LST – LSTmédio / LSTdesvio – padrão (1)

Onde:
UHI = Anomalia da Temperatura;

- LST: temperatura de superfície;
- LSTmédio: temperatura média;
- LSTdesvio – padrão: desvio padrão da temperatura.

O Urban Thermal Field Variance Index (UTFVI) mede a variação térmica em áreas urbanas, classificando a evolução ecológica de bom a horrível. Esse índice é crucial para o planejamento urbano, pois ajuda urbanistas a implementar estratégias de mitigação de calor, como aumentar áreas verdes, usar materiais reflexivos e melhorar a circulação de ar (Liguori *et al*., 2023; Liu e Zhang, 2011; Zhang *et al*., 2006). A Tabela 2 apresenta as categorias da classificação UTFVI (Zhang *et al*., 2006).

Tabela 2: Classificação UTFVI

UFTVI	Índice de Evolução Ecológica
< 0.00	Excelente
0.00 – 0.005	Bom
0.005 – 0.010	Normal
0.010 – 0.015	Ruim
0.015 – 0.020	Péssimo
>0.020	Horrível

Para calcular o UTFVI, utiliza-se a fórmula abaixo (2):
UTFVI = LST – LSTmédio / LSTmédio (2)

Onde:
UTFVI = índice de campo térmico urbano;

- LST: temperatura de superfície;
- LST médio: média da temperatura de superfície.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo foi construída com base em autores clássicos e pesquisas que representam a fronteira do conhecimento no campo da vulnerabilidade das populações em áreas urbanas precárias às mudanças climáticas. Esses trabalhos abarcam os principais conceitos e técnicas de avaliação dos dados, fornecendo uma base sólida para a compreensão e discussão do tema.

A formação de ilhas de calor urbanas em áreas precárias é outro aspecto relevante. Lombardo (1985) destaca como a falta de vegetação, a alta densidade de construções e a ausência de materiais adequados para isolamento térmico nas moradias contribuem para o aumento das temperaturas nessas regiões. Esse fenômeno pode levar a condições de desconforto térmico e riscos à saúde, especialmente para grupos vulneráveis (Saldiva, 2018).

A temperatura de brilho é um conceito fundamental no sensoriamento remoto termal. Weng (2009) explica que a temperatura de brilho é a temperatura aparente de uma superfície, medida por um sensor remoto, assumindo uma emissividade igual a 1. Essa medida é influenciada pela emissividade real da superfície e pela atmosfera entre a superfície e o sensor.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Na primeira metade do século XX, São Paulo encontrava-se nos estágios iniciais de seu processo de urbanização. A mancha urbana estava concentrada principalmente na região que hoje conhecemos como centro histórico, enquanto as áreas periféricas ainda eram predominantemente rurais (MEYER *et al*., 2004). A figura 3 apresenta a variação de temperatura da segunda metade do sec. XX em São Paulo.

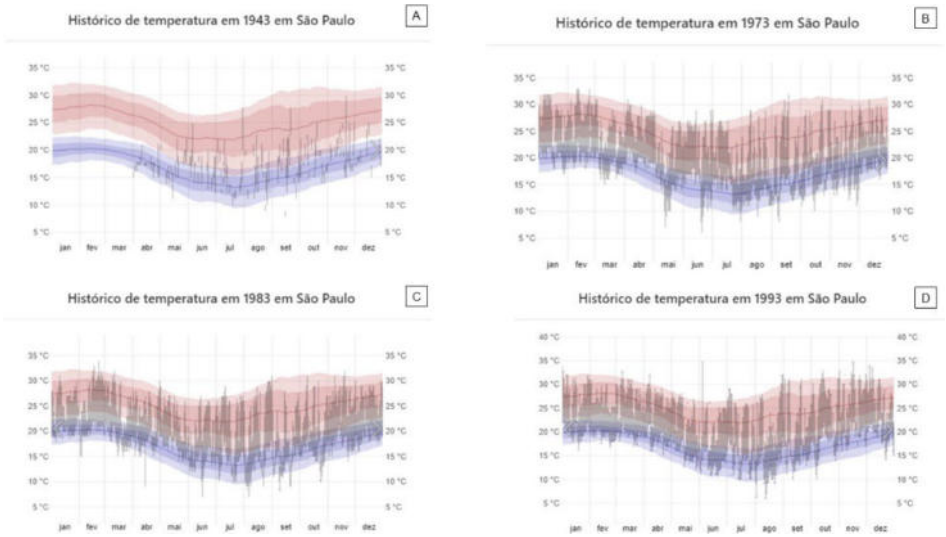


Figura 3: Variação de temperatura em São Paulo entre os anos de 1943 a 1993

Segundo dados obtidos na plataforma Weather Spark (2023), a temperatura registrada em São Paulo no ano de 1943 apresentava pouca variação entre os dias, com amplitude térmica reduzida entre as estações do verão e do inverno, conforme ilustrado na seção "A" da figura 4. Essa característica climática pode ser atribuída, em parte, à menor influência do efeito de ilha de calor urbana naquela época, visto que a urbanização ainda estava em seus primórdios (Oke, 1982).

Os gráficos das seções "B", "C" e "D", referentes aos anos de 1973, 1983 e 1993, mostram maior variação de temperatura entre os dias, com momentos em que as temperaturas ultrapassam as linhas vermelhas (máximas) e azuis (mínimas). Essa alteração pode estar ligada ao processo de urbanização e industrialização de São Paulo ao longo do século XX.

Esse processo de urbanização e industrialização se intensificou nas décadas seguintes, com a expansão da mancha urbana para as áreas periféricas e a verticalização crescente da cidade (Somekh, 1997). A maior variação de temperatura observada nos gráficos pode ser um reflexo do aumento da influência do efeito de ilha de calor urbana, que tende a ser mais pronunciado em áreas densamente urbanizadas (Oke, 1982).

Neste sentido, a figura 4 demonstra que houve um aumento da temperatura média anual e aumentos nos extremos de mínima e máxima no decorrer das últimas décadas, exemplificado nas seções “A”, “B” e “C”.

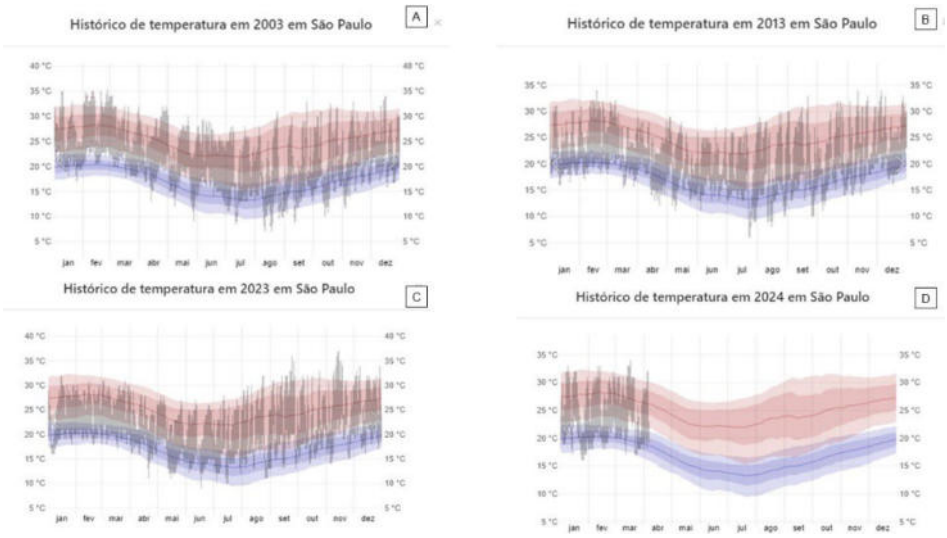


Figura 4: Variação de temperatura em São Paulo entre os anos de 2003 a 2024

De acordo com a seção "D" da figura 4, com dados até março de 2024, as altas temperaturas permanecem em áreas vulneráveis como Paraisópolis. Nessas regiões, com habitação e infraestrutura precárias, os moradores estão mais expostos aos riscos das mudanças climáticas (Maricato, 2003). A exposição prolongada ao calor pode acarretar problemas de saúde, como desidratação, doenças respiratórias e cardiovasculares, além de afetar negativamente a qualidade de vida (Nobre et al., 2010).

Na América Latina, São Paulo e Cidade do México sofrem com alta densidade populacional e infraestrutura precária, agravando os efeitos das mudanças climáticas (Hardoy & Pandiella, 2009). A falta de políticas eficazes de mitigação e adaptação nessas áreas aumenta os impactos socioeconômicos e de saúde pública.

A figura 5 apresenta o resultado da análise da temperatura da superfície terrestre (LST) a partir de imagens do Landsat8 e indica que as comunidades que compõem o complexo de favelas Paraisópolis apresentam médias superiores a 35°C e em locais circunvizinhos verifica-se temperaturas com médias de 21,6°C. Esse contraste térmico evidencia a disparidade entre as

áreas vulneráveis e seu entorno, reforçando a necessidade de ações direcionadas para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas nessas comunidades.

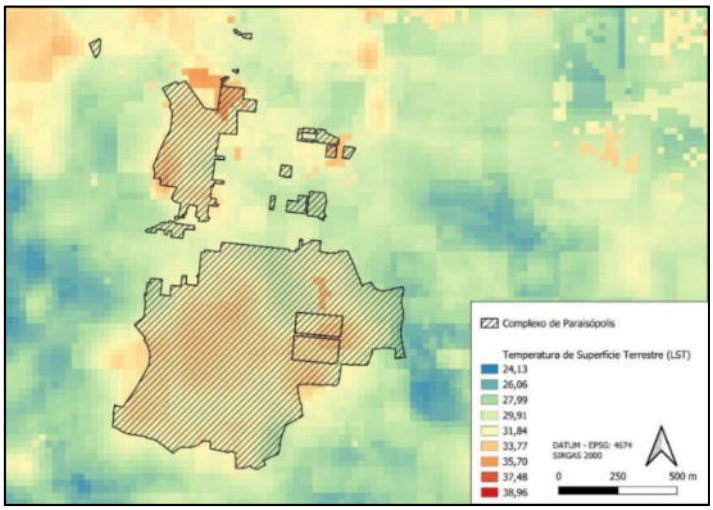


Figura 5: Temperatura de Superfície Terrestre (LST)

As altas temperaturas em Paraisópolis resultam de fatores como falta de vegetação, uso de materiais que retêm calor, alta densidade populacional e ausência de espaços sombreados (Lombardo, 1985). Combinada à falta de infraestrutura, como drenagem e ventilação, essa situação favorece a formação de ilhas de calor (Oke, 1987).

Os impactos vão além da saúde física, afetando o sono, desempenho escolar e produtividade, perpetuando ciclos de pobreza (Hart; Sailor, 2009). Além disso, o aumento da demanda por resfriamento sobrecarrega a rede elétrica, gerando interrupções e custos elevados para a população (Santamouris, 2014).

A figura 6 revela que Paraisópolis possui índices de ilhas de calor classificados entre "forte" e "muito forte", enquanto sua vizinhança exibe índices moderados. Essa diferença evidencia as desigualdades socioambientais na cidade e o uso de materiais de construção que intensificam o efeito das ilhas de calor.

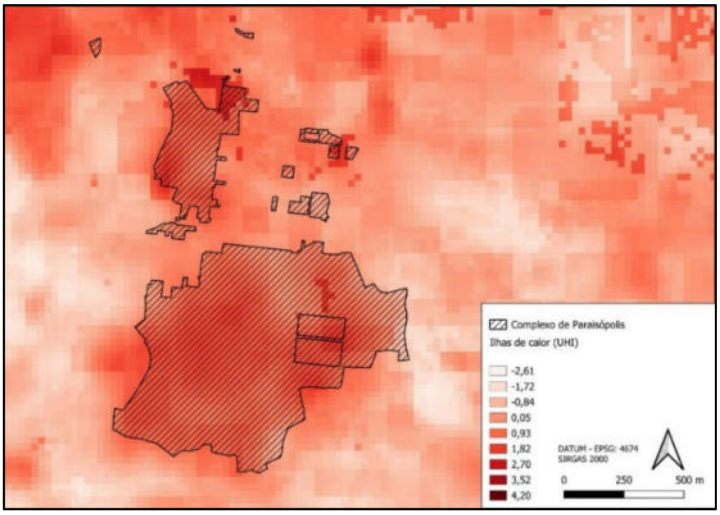


Figura 6: Índice para Ilhas de Calor Urbano (UHI)

Um dos principais fatores que contribuem para a formação de ilhas de calor em Paraisópolis é o uso generalizado de materiais de construção que absorvem e retêm o calor, como o concreto e o asfalto (Gartland, 2010).

O concreto e o asfalto são materiais com alta capacidade de absorção de radiação solar e baixa refletividade, resultando em um aumento significativo da temperatura nas áreas onde são predominantes. Estes materiais armazenam calor durante o dia e o liberam lentamente à noite, elevando as temperaturas noturnas e dificultando o resfriamento natural da área.

A alta densidade de edificações e a falta de vegetação contribuem para a redução da evapotranspiração, um processo natural que ajuda a resfriar o ambiente. A ausência de áreas verdes, que poderiam fornecer sombra e umidificação do ar, potencializam o problema, criando um microclima desconfortável e prejudicial à saúde dos moradores.

A figura 7 apresenta o Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI) e o território de Paraisópolis encontra-se 100% dentro da categoria "Horrível". Esse resultado alarmante evidencia a gravidade da situação térmica em Paraisópolis e ressalta a urgência de medidas para mitigar os efeitos das ilhas de calor e melhorar a qualidade de vida da população local.

Isso ressalta a urgência de medidas globais e regionais para mitigar os efeitos das ilhas de calor e melhorar a qualidade de vida das populações vulneráveis, considerando as especificidades locais e regionais para o desenvolvimento de estratégias eficazes.

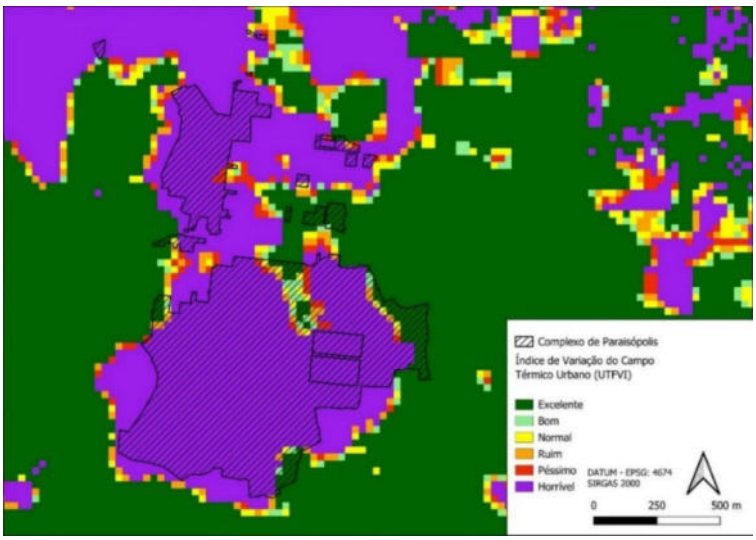


Figura 7: Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (UTFVI)

A classificação de Paraisópolis como "Horrível" no UTFVI é um alerta sobre a necessidade urgente de ações para combater as ilhas de calor e melhorar a qualidade de vida da população. Enquanto as áreas mais privilegiadas têm acesso a infraestrutura verde, espaços públicos de qualidade e recursos para mitigação dos efeitos das ilhas de calor, as comunidades carentes, como Paraisópolis, enfrentam maiores desafios para se adaptar a essas condições extremas (Nobre *et al*., 2010).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou analisar os impactos das mudanças climáticas no complexo de favelas de Paraisópolis, localizado na cidade de São Paulo, evidenciando a vulnerabilidade dessa população aos efeitos adversos do aumento da temperatura e da formação de ilhas de calor urbanas.

Os resultados mostram que Paraisópolis tem temperaturas médias acima de 35°C, em contraste com 21,6°C nas áreas vizinhas. Essa diferença destaca a desigualdade na capacidade de enfrentar os efeitos das mudanças climáticas entre classes sociais. Enquanto áreas ricas têm recursos para mitigar o calor, comunidades vulneráveis, como Paraisópolis, enfrentam maiores desafios.

É urgente implementar ações integradas para mitigar as ilhas de calor e promover resiliência climática. Políticas públicas devem atender às necessidades locais, fornecendo infraestrutura, serviços básicos e medidas de adaptação, como criação de espaços verdes, melhor ventilação urbana e uso de materiais sustentáveis.

Este estudo ressalta a importância de uma abordagem interdisciplinar e integrada para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas em áreas de vulnerabilidade social. A colaboração entre o poder público, a academia, a sociedade civil e a comunidade local são fundamentais para a construção de um futuro mais sustentável e equitativo para Paraisópolis e outras comunidades em situação semelhante.

7 AGRADECIMENTOS

LFS agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, por meio do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX), e à Universidade Presbiteriana Mackenzie pelo apoio financeiro concedido, que foi fundamental para a realização desta pesquisa."

8 REFERÊNCIAS

Alcorado, M. J. e Andrade, H. (2006) **Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modelling attempts.** Theoretical and Applied Climatology, 84(1-3), 151-159.

Alves, E. D. L. (2017) **Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas**. Revista Brasileira de Climatologia, 20, 97-116.

Bai, Xuemei; Dawson, Richard J.; Ürge-Vorsatz, Diana; Delgado, Gian C.; Barau, Aliyu Salisu; Dhakal, Shobhakar; Dodman, David; Leonardsen, Lykke; Masson-Delmotte, Valérie; Roberts, Debra C.; Schultz, Seth (2018) **Six research priorities for cities and climate change**. Nature, 555(7694), 23-25.

Barros, H. R. e Lombardo, M. A. (2021) **Zoneamento climático urbano da cidade de São Paulo: uma contribuição ao planejamento urbano.** GEOUSP: Espaço e Tempo, 25(1), 173-188.

Braga, Alfésio LF; Saldiva, Paulo Hilário Nascimento; Pereira, Luiz AA; Menezes, Joaquim JC; Conceição, Gleice MS; Lin, Queixo A.; Zanobetti, Antonella; Schwartz, Joel; Dockery, Douglas (2001) **Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil.** Pediatric Pulmonology, 31(2), 106-113.

CNN BRASIL. **Tragedia em Canoas (RS): equipes salvam moradores ilhados em telhados**. CNN Brasil, 2023. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/tragedia-em-canoas-rs-equipes-salvam-moradores-ilhados-em-telhados-veja/ . Acesso em: 15 mar. 2024.

Garcia, M. C. M. (1996) **Climatologia urbana.** Universitat de Barcelona, Barcelona.

Gartland, L. (2010) **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Oficina de Textos, São Paulo.

Gorelick, Noel; Hancher, Matt; Dixon, Mike; Ilyushchenko, Simon; Thau, David; Moore, Rebecca (2017) **Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone**. Remote Sensing of Environment, 202, 18-27.

Grimmond, S. et al. (2010) **Climate and more sustainable cities: climate information for improved planning and management of cities (producers/capabilities perspective).** Procedia Environmental Sciences, 1, 247-274.

Hardoy, Jorgelina; Pandiella, Gustavo. **Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America.** In: Adapting Cities to Climate Change. Routledge, 2012. p. 225-250.

Hart, M. A. e Sailor, D. J. (2009) **Quantifying the influence of land-use and surface characteristics on spatial variability in the urban heat island.** Theoretical and Applied Climatology, 95(3-4), 397-406.

IBGE (2022) **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2022.** IBGE, Rio de Janeiro.

Liguori, Giovanna; Costagliola, Ana; Lombardi, Renato; Paciello, Orlando; Giordano, Antonio (2023) **Urban thermal field variation index: a case study in Naples, Italy.** Sustainability, 15(2), 1-16.

Liu, L. e Zhang, Y. (2011) **Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: a case study in Hong Kong.** Remote Sensing, 3(7), 1535-1552.

Lombardo, M. A. (1985) **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. Hucitec, São Paulo.

Maricato, E. (2003) **Metrópole, legislação e desigualdade**. Estudos Avançados, 17(48), 151-166.

Maziviero, M. C. e Silva, A. S. (2018) **O caso do Complexo Paraisópolis em gestões: diferenças conceituais em programas de intervenção em favelas em São Paulo.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, 10(3), 500-520.

Meyer, R. M. P., Grostein, M. D. e Biderman, C. (2004) **São Paulo Metrópole.** Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Nobre, Carlos Afonso; Young, Andrea Ferraz; Saldiva, Paulo Hilário Nascimento; Orsini, José Antônio Marengo; Nobre, Antônio Donato; Ogura, Agostinho; Thomaz, Osório; Párraga, Guilhermo Oswaldo Obregón; Silva, Gustavo Costa Moreira da; Ojima, Ricardo; Valverde, Maria; Silveira, André Carvalho; Rodrigues, Grasiela de Oliveira (2010) **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo.** INPE/UNICAMP/USP/IPT/UNESP, São Paulo.

Oke, T. R. (1982) **The energetic basis of the urban heat island**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108(455), 1-24.

Oke, T. R. (1987**) Boundary layer climates**. 2nd ed. Routledge, London.

Prefeitura de São Paulo (2024) **GeoSampa.** Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2024.

QGIS Development Team (2023**) QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.

Saldiva, P. (2018) **Vida urbana e saúde: os desafios dos habitantes das metrópoles**. Contexto, São Paulo.

Santamouris, M. (2014) **Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments**. Solar Energy, 103, 682-703.

Somekh, N. (1997) **A cidade vertical e o urbanismo modernizador.** Studio Nobel/FAPESP, São Paulo.

Weatherspark (2023) **Average weather in São Paulo.** Disponível em: <https://weatherspark.com/y/30268/Average-Weather-in-S%C3%A3o-Paulo-Brazil-Year-Round>. Acesso em: 10 maio 2023.

Weng, Q. (2009) **Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: methods, applications, and trends.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(4), 335-344.

Zhang, J., Wang, Y. e Li, Y. (2006**) A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band6.** Computers & Geosciences, 32(10), 1796-1805.

CONFORTO TÉRMICO URBANO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANEAMENTO URBANO DAS CIDADES DA AMAZÓNIA BRASILEIRA

M. V. Silva, P. P. Almeida

RESUMO

O estudo iniciou-se com um *scoping review* sobre conforto térmico urbano, onde a utilização de estruturas verdes destacou-se como uma das principais estratégias de mitigação do desconforto térmico. Num segundo momento, pesquisaram-se palavras-chave nos Planos Diretores (PD) das nove capitais da Amazônia brasileira, relacionadas ao conforto térmico urbano, mudanças climáticas, resiliência urbana para verificar como cada cidade aborda estes temas. Os planos que mais abordam estas temáticas são os da cidade de Palmas e de Porto Velho. Sobre os planos ou políticas para mudanças climáticas, somente o de Palmas e o de Porto Velho contemplam essa questão e abordam estratégias para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Face à importância do tema de conforto urbano, num território caracterizado por um clima quente e húmido como a Amazónia brasileira, conclui-se que a temática ainda não se encontra devidamente enquadrada na esfera de governança.

1 INTRODUÇÃO

Existe a necessidade de criar relações equilibradas entre o crescimento urbano, o clima, o planeamento urbano e as edificações, visando reduzir os efeitos das alterações climáticas, melhorar a qualidade de vida da população, tornando as cidades mais sustentáveis e alinhando-se a uma agenda mundial de discussões ligadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

O processo de urbanização causa alterações no Sistema de Clima Urbano que são sentidas diretamente pela população: a acumulação de calor, a alteração da qualidade do ar e inundações. Essas alterações são diretamente proporcionais às transformações urbanas (Freitas, 2005).

A ausência da aplicação da climatologia urbana no planeamento das cidades brasileiras reflete-se na sua habitabilidade, sendo de notar que nenhuma delas se encontra entre as cidades com melhores condições habitáveis do mundo. No planeamento e projeto urbano, onde o espaço construído passa a ser o foco, as medidas visam melhorar a qualidade do ar e o conforto térmico (Vdi, 1997 citado em Anjos, 2017). Isto quer dizer que, quando se almeja atingir a habitabilidade urbana, garantindo a qualidade de vida dos cidadãos, é necessário considerar os componentes do clima urbano como elementos fundamentais (Anjos, 2017). No sentido de aprofundamento sobre o clima urbano e consequentemente sobre as alterações climática, Costa (2013) ressalta que o arquiteto, o urbanista, o paisagista, o engenheiro ou o

geógrafo, precisam de se questionar, sobre o conhecimento que possuem sobre as consequências estimadas das alterações climáticas para o local de intervenção; se estão inseridos no seu projeto todos os dados do local e se o seu projeto representa uma solução de melhoria ou um constrangimento acrescido à cidade.

De acordo com Givoni (1994), muitas características da estrutura física da cidade podem afetar o clima urbano e uma vez que, essa estrutura pode ser controlada pelo planeamento e pelo projeto urbano, é possível então, modificar o clima urbano através do projeto. Essas modificações possibilitam a melhoria do conforto dos habitantes ao ar livre assim como em ambientes internos e podem reduzir a demanda de energia dos edifícios para aquecimento no inverno e arrefecimento no verão.

Os elementos climáticos desfavoráveis ao conforto térmico e à saúde humana, seriam assim geridos pelos ambientes urbanos, onde o meio ambiente urbano é considerado como um todo (edifícios, ruas, praças, mobiliário e vegetação) e onde o objetivo de atender as exigências de conforto térmico para as práticas sociais humanas é parte integrante de qualquer intervenção (Romero, 2013).

Segundo Silva (2013 p.VI) "na escala microclimática, o conforto térmico urbano é um dos parâmetros mais importantes para avaliar o grau de qualidade ambiental proporcionado pela configuração urbana". É preciso rever os "instrumentos de planeamento para o desenvolvimento de diretrizes baseadas no controle do adensamento urbano com foco no conforto térmico de espaços abertos" (Silva, 2017, p. 24)

Jamei e Rajagopalan (2017) observam que houve nas últimas décadas uma maior atenção dedicada ao desenvolvimento de tecnologia de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e da inserção do conhecimento sobre o clima urbano nas políticas de planeamento, auxiliando na criação de espaços abertos confortáveis termicamente para os utilizadores.

Porém, ainda é necessário definir parâmetros referentes às características morfológicas dos espaços urbanos que se refletem no conforto ambiental dos utilizadores, de forma a auxiliar a tomada de decisões sobre o planeamento urbano (Silva, 2017)

Pretende-se interligar os conceitos e estratégias de conforto ambiental, mais especificamente de conforto térmico urbano, às mudanças climáticas, à resiliência urbana e ao planeamento urbano, o trabalho divide-se em três partes. Na primeira, pretendeu-se levantar as principais publicações sobre conforto térmico urbano, identificar as principais estratégias e ferramentas utilizadas, identificar os subtemas relacionados. Adicionalmente, identificar onde, como e por quem os trabalhos mais citados são elaborados e publicados. Na segunda parte, estas temáticas são relacionadas com o objeto de estudo: as metrópoles amazónicas, as nove capitais dos estados da RAB. Estas cidades apresentam uma dimensão, infraestruturação, densidade populacional, e problemas climáticos de dimensão análoga a outras metrópoles do mundo. Porém, também concentram o conhecimento técnico-científico da temática, específica à região. sobre o tema e que possuem um planeamento urbano bem definido pelos seus Planos Diretores (PD). A terceira parte, interliga as duas anteriores ao se focar na análise dos PD´s das nove metrópoles da Amazônia. Este momento, permitiu aferir o posicionamento de cada cidade face às temáticas fundamentais para a região através da sua incorporação ou não nos documentos de gestão do território.

2 A REGIÃO AMAZÓNICA BRASILEIRA

A Região Amazónica Brasileira (RAB) é composta por nove estados: Acre (AC); Amapá (AP); Amazonas (AM); Maranhão (MA) (estando fora da região uma pequena parte desse estado); Mato Grosso (MT); Pará (PA), Rondônia (RO); Roraima (RR) e Tocantins (TO). Esses estados totalizam 27.790.232 habitantes, vivendo em 8.602.259 domicílios, distribuídos em 808 municípios, em uma área de 5.088.90 km², apresentando uma densidade demográfica de 5,5 habitantes/km². Essa parcela representa 13,7% da população; 11,9% das moradias; 14, 5% dos municípios e quase 60% do território brasileiro (IBGE, 2024).

As nove capitais amazónicas possuem uma população total de 6.002,249 milhões de habitantes, com cidades com população de 2 milhões de habitantes como Manaus (AM); 1 milhão de habitantes, como Belém (PA) e São Luís (MA); 650 mil habitantes como Cuiabá (MT); 400 mil habitantes como Macapá (AP), Boa Vista (RR) e Porto Velho (RO) a 300 mil habitantes, como Rio Branco (AC) e Palmas (TO). Estas capitais possuem extensões territoriais e densidade demográficas muito distintas, variando suas áreas de 583,06 km² (São Luís) a 34.090,95 km² (Porto Velho) e suas densidades variam de 13,51habitanes/km² (Porto Velho) a 1.230,25 habitantes/km² (Belém) (IBGE, 2024).

A RAB é caracterizada por um clima quente e húmido com algumas variações. De acordo com o Mapa de tipologia climática da Amazônia Legal, ver Fig. 2, elaborado por Martorano, utilizando as classificações climáticas de Köppen, existem dez zonas climáticas, três de clima tropical húmido ou super-húmido, sem estação seca (Af) com os subtipos Af1, Af2 e Af3, que corresponde a 31% da região e é predominante no estado do Amazonas. O clima tropical húmido ou sub-húmido (Am) com os subtipos Am1, Am2, Am3, Am4 que predominam no sentido nordeste-sudoeste e está persente em 43% da região e o clima tropical, com inverno seco (Aw) nos 26% restantes com os subtipos Aw3, Aw4 e Aw5 predominantes no sentido leste-sul (Carvalho, 2010; Martorano, 2022).

O clima tropical húmido ou super-húmido sem estação seca (Af), tem como os meses mais quentes janeiro e fevereiro. O total das chuvas do mês mais seco é superior a 60 mm, com maiores precipitações de março a agosto, acima de 1.500 mm anuais. É predominante no noroeste do Amazonas e no entorno de Belém (Golfari *et al.*, 1978 citado em Carvalho, 2010)

Há um clima de transição entre o Af e Aw, o clima tropical húmido ou sub-húmido (Am) com estação seca de pequena duração, compensada pela elevada precipitação. Esse tipo de clima predomina nos estados do Pará, Amapá, oeste de Roraima, partes do Amazonas, Acre, Rondônia, norte do Mato Grosso e noroeste do Maranhão (Golfari *et al.*, 1978 citado em Carvalho, 2010).

Já o clima tropical, com inverno seco (Aw) possui estação chuvosa no verão (novembro a abril) e estação seca no inverno (maio a outubro). As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm. Este tipo de clima predomina no norte do Maranhão; centro do Mato e na faixa que vai do noroeste do Tocantins até Roraima; oeste de Mato Grosso e sul de Rondônia. (Golfari *et al.*, 1978 citado em Carvalho, 2010).

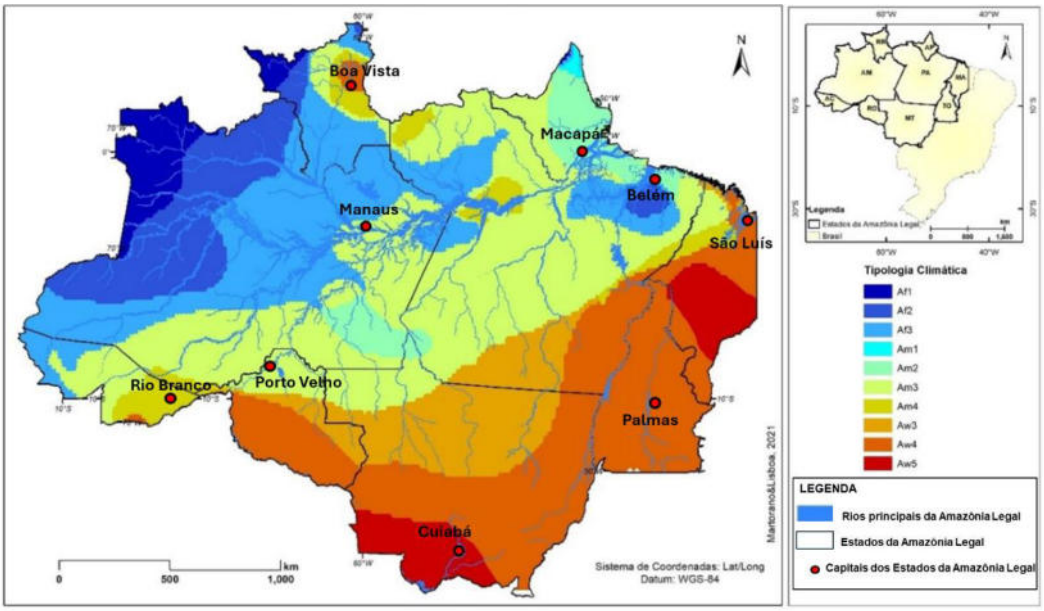


Fig. 2 Mapa da Tipologia Climática na Amazônia Legal (editado pela autora).

As temperaturas mínimas anuais variaram de 19,8°C na cidade de Rio Branco entre 1961 e 1990 a 24,3°C em Boa Vista entre 1991-2020. Os dados mensais atuais (1991-2020) registaram a menor temperatura mínima de 17,1°C na cidade de Cuiabá no mês de julho e a maior temperatura mínima de 24,9° no mês de novembro nas cidades de São Luís e Boa vista. Houve um aumento médio de 0,8°C nas temperaturas mínimas anuais da primeira série histórica (1961-1990) para a última (1991-2020), onde a cidade de Rio Branco registou o maior aumento de 1,6°C e a cidade de Cuiabá o menor aumento com 0,4°C (INMET, 1992; INMET, 2012; INMET, 2022).

As temperaturas médias anuais (ver tabela 1) variaram entre 24,8°C em Rio Branco de 1961-1990 a 28°C em Boa Vista de 1981-2020. A menor temperatura mensal média mais atual registada foi de 23,6°C em Cuiabá no mês de julho e a maior foi de 29,5°C em Palmas no mês de setembro. Verificou-se uma elevação média de 0,6°C nas diferenças entre as temperaturas médias anuais de 1961-1990 e 1991-2020. Não foi possível verificar as menores e maiores elevações das temperaturas entre as séries históricas devido à grande lacuna de dados (INMET, 1992; INMET, 2012; INMET, 2022).

As temperaturas máximas anuais (ver tabela 1) variaram de 30,4°C em São Luís e Palmas de 1961-1990 a 33,8°C em Palmas de 1991-2020. A menor temperatura mensal máxima mais atual registada foi de 30,2°C para Macapá em fevereiro e a maior de 37,3°C para Palmas em setembro. As diferenças entre as temperaturas máximas de 1961-1990 e 1991-2020, atingiram uma média de 1,1°C, com mínima de 0,2°C em Rio Branco e máxima de 3,4°C em Palmas, sendo esta então a capital Amazónica que mais se aqueceu entre as demais, com um valor muito acima da média, um salto registado desde a série de 1981-2010 (INMET, 1992; INMET, 2012; INMET, 2022).

No ranking das capitais amazónicas que mais se aqueceram, têm-se em ordem decrescente: Palmas (3,4°C); Macapá (1,2°C); São Luís (1,1°C); Manaus (0,9°C); Belém (0,8°C); Cuiabá (0,6°C) e Rio Branco (0,2°C), Porto Velho e Boa Vista não tiveram registo de dados anuais de 1991-2020 (INMET, 1992; INMET, 2022).

Com a cobertura vegetal influencia diretamente no conforto térmico urano, destaca-se que percentagem de domicílios com arborização no seu entorno nas capitais amazónicas variou de 79,56% em Palmas a 13,27% em Rio Branco. Todas a capitais estão abaixo da percentagem brasileira de 67,43%, com exceção de Palmas, Macapá fica muito próximo com 65,13%. A médias dos dados dos estados da Região Amazónica foi de 43,19%, bem distante da Região Sudeste que apresenta o melhor índice com 72,81% (IBGE, 2012).

Outro fator muito importante na caracterização do conforto térmico urbano é o grau de urbanização das cidades. Em 2010, a urbanização das vias das capitais amazónicas não chegava a 40%, com um máximo de 36,10% em Belém e mínima de 4,30% em Boa Vista (IBGE, 2012). A cobertura de pavimentação na área urbana dos municípios tem uma média nacional de 74,8%, mas a média das capitais da RAB é de 59,6%. A capital que possui a menor cobertura é Macapá com 19,7%. Destacam-se as cidades com taxas acima de 80%, em ordem decrescente: Palmas (92,4%); Boa Vista (91%); Manaus (88,9%) e Porto Velho (86,5%) (IBGE, 2024).

3 METODOLOGIA

Primeiramente, elaborou-se um *Scoping Review* sobre conforto térmico urbano, com recurso aos softwares *Publish or Perish* e *Rayyan*, nas bases indexadas: *Crossref*, *Scopus* e *Web of Science*. Procurou-se entender quais as principais estratégias utilizadas para alcançar o conforto térmico urbano, quais as ferramentas e metodologias utilizadas, a avaliação o conforto térmico ao ar livre e os artigos mais citados. A palavra-chave definida então, foi o "conforto térmico urbano", recorrendo-se ao software *Publish or Perish*, com o termo "*urban thermal comfort*", e limitando-se às pesquisas mais recentes.

Como ponto de partida pretendia-se responder à questão de quais poderiam ser as estratégias bioclimáticas de desenho urbano mais utilizadas globalmente que pudessem ser aplicadas nas cidades amazónicas para melhorar o conforto térmico urbano?

Na primeira etapa, foram encontrados 253 artigos. Foram selecionados 195 artigos das três bases de dados, sendo 144 da *Crossref*, 26 da *Scopus* e 25 da *Web of Science*. A seleção foi realizada observando-se se os títulos das publicações estavam de acordo com o tema. A segunda etapa consistiu na utilização do software *Rayyan*, onde foram carregados os três arquivos das bases de dados salvos do *Publish or Perish*. Estes são compilados formando um banco de dados único, trazendo todas as informações dos artigos, como título, autores, revista e editora, ano, tipo de publicação, link para acesso a publicação, DOI, número de citações e base de dados de origem, alguns artigos também apresentam resumo.

A última etapa, constituiu-se por uma análise mais criteriosa de como o tema de conforto térmico urbano foi abordado e se ele procurava responder à questão da investigação colocada no início.

Por último, e entendida a importância do conforto térmico urbano para a resiliência das cidades às mudanças climáticas, foram pesquisadas palavras-chave que procuram relacionar o conforto ambiental, o conforto térmico urbano e as mudanças climáticas nos Planos Diretores (PD) das nove capitais da Amazônia brasileira: Boa Vista; Belém; Cuiabá; Macapá; Manaus; Palmas; Porto Velho; Rio Branco e São Luís.

Esta pesquisa procura assim traçar um panorama sobre como as principais cidades da Amazónia, atualmente o centro das discussões sobre as mudanças climáticas no Brasil, estão planeando adequadamente, ou não, para lidar com estas questões.

Na Região Amazónica Brasileira (RAB) ou Amazônia Legal, foram recolhidos todos os planos diretores das capitais dos nove estados da região. A metodologia consistiu numa pesquisa direta com palavras-chave previamente definidas que relacionassem conforto ambiental, resiliência urbana e alterações climáticas. As palavras selecionadas dentro da temática de conforto ambiental foram: conforto ambiental; conforto térmico; iluminação; ventilação; acústico/a; sonoro. Já para identificação de proposições relacionadas a resiliência urbana foram: resiliência e resiliente. Quanto às mudanças climáticas as palavras utilizadas foram: clima; climática, mudanças climáticas.

Foram extraídas algumas métricas para análise, tais como o número de vezes em que essas palavras se repetiam no texto, e com que outros temas se relacionavam dentro do contexto do Plano Diretor, permitindo a compreensão de como cada cidade relaciona esses temas as suas proposições na legislação urbanística.

4 PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE CONFORTO TÉRMICO URBANO

As métricas apresentadas seguidamente, referem-se aos cento e quarenta e quatro artigos selecionados na terceira etapa, as informações foram retiradas, a partir dos resumos, e quando não estavam disponíveis no mesmo, foi consultado o arquivo do artigo completo.

Sobre os periódicos mais recorrentes dentre as publicações, a revista *Urban Climate*, da editora Elsevier, é a que mais se destaca, com 16% das publicações. Ressalta-se que a editora Elsevier também se sobressai como a que mais publica os artigos dessa temática, dentre as 19 revistas encontradas 37,76% são publicadas pela editora.

Entre os temas mais abordados, de acordo com as palavras-chave, estão: conforto térmico 66,02%; conforto térmico ao ar livre com 48,14%; ilha de calor urbana com 35,76%; software Envi-met com 28,88% e o índice de conforto denominado temperatura fisiológica equivalente (PET) com 24,75%.

Foram encontradas pesquisas em 49 países, com destaque para China (93,75%); Irã (85,94%); Espanha (54,69%); Egito (46,87%) e Índia (46,87%). O Brasil aparece com 23,44%, com três estudos, dois na Região Sudeste e um na Região Nordeste e nenhum na Região Amazónica ou Região Norte (Costa *et al*, 2017; Iuorio e Harbich, 2019 e Silva e Hirashima, 2021). Sendo a Ásia o continente que desponta com o maior número de pesquisas, logo seguido da África.

Além do conforto térmico como a principal temática das palavras-chave dos artigos, outros temas aparecem em destaque, como a utilização de estruturas verdes (arborização, equipamentos, paredes e teclados verdes etc.), uma das principais estratégias apresentadas nos estudos para mitigar os efeitos do desconforto térmico urbano, onde 26,57% dos estudos trazem essa temática, dentre estes 9,09% se tratam de equipamentos urbanos, como parques ou praças verdes, que são avaliados nos estudos quanto a sua capacidade de redução do desconforto térmico ou que são propostos como estratégia para o mitigação do desconforto térmicos nas cidades (Aram, *et al.*, 2019; Aram *et al.*, 2020; Galjak *et al.*, 2018; Giannakis *et al.*, 2016; Kicovic *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2019; Li and Song, 2019 e Nasir *et al.*, 2013;

Nazarian *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2014; Stocco *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020 e Zhang e Gou, 2021;).

As estratégias de mitigação/adaptação climáticas estão presentes em 3,50% das pesquisas e as mudanças/alterações climáticas também em 2,10% dos temas principais dos estudos. A relação do conforto térmico urbano com o desenho/morfologia urbana aparece em 10,49% dos estudos. Já o planeamento urbano em apenas 4,20% (Aram *et al.*, 2019; Aljawabra e Nikolopoulou, 2018; Elnabawi e Hamza, 2019; Giannakis *et al.*, 2016; Jamei e Rajagopalan, 2017; Nasrollahi *et al.*, 2020; Nazarian *et al.*, 2018; Roshan *et al.*, 2019; Zabetian e Kheyroddin, 2019 e Younsi e Kharrat, 2016).

Um tema de destaque nos artigos foi a ilha de calor, aparecendo em 20,28% dos artigos, diretamente relacionado aos impactos ambientais do crescimento urbano, uma vez que se trata, resumidamente, da diferença de temperatura entre a área rural e urbana, provocada principalmente pelo acúmulo de calor por materiais como o as falto, o concreto, a pavimentação das calcadas e as áreas de fachadas e coberturas das edificações, que na cidade é aumentada pelo crescimento vertical (Aghamolaei *et al.*, 2020; Aram *et al.*, 2019; Aram *et al.*, 2020; Boukhelkhal e Bourbia, 2016; Coma *et al.*, 2018; Giannakis *et al.*, 2016: Hiemstra *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2019; Khatun *et al.*, 2020; Kwon e Lee, 2019 e Sabatino *et al.*, 2020).

5 PLANOS DIRETORES DAS CAPITAIS AMAZÓNICAS

Torna-se necessário, primeiramente, compreender as delimitações de um Plano Diretor (PD) dentro da legislação brasileira, neste caso, quem estabelece a atuação e a importância do PD é o Estatuto da Cidade, que "regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências" e no seu parágrafo único "(...) estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental" (Brasil, 2001, p. 1).

De acordo com o Estatuto da cidade, o PD deve ser revisto, "pelo menos, a cada dez anos.", onde tanto na sua revisão, quanto na sua elaboração e implementação deve ser promovido: "audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade; a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos; o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos" (Brasil, 2001, p. 18 e 19).

Quanto aos nove PD´s das capitais Amazónicas, quatro deles estão defasados: Macapá (2004); Boa Vista (2006); Cuiabá (2007) e Belém (2008). Mas Boa Vista, iniciou seu processo de revisão do PD, em fevereiro de 2024, Cuiabá em 2021 e Belém em 2023, apenas Macapá não está em processo de revisão do seu PD, e é justamente a cidade com maior defasagem, de exatamente o dobro do período recomendado, atingindo em 2024 vinte anos (Belém, 2008; Boa Vista, 2006; Cuiabá, 2007 e Macapá, 2004).

No geral as mudanças climáticas foram mais abordadas em 49% das ocorrências, mas logo seguida pelo conforto ambiental com 48%, a resiliência urbana só aparece em 3% das ocorrências, possivelmente por ser um conceito mais recente e que com a falta de atualização dos planos não foi incorporado ainda. Ainda assim, essa suposição não segue uma lógica tão linear, pois o próprio PD de São Luís, o mais atual, não aborda a resiliência urbana e na

verdade é um dos que menos abordam as três temáticas levantadas, ficando atrás somente de Cuiabá, que possui um plano do ano de 2007 (Belém, 2008; Boa Vista, 2006; Cuiabá, 2007; Macapá, 2004; Manaus, 2021; Palmas, 2018; Porto Velho, 2021; Rio Branco, 2016 e São Luís, 2023).

Outros temas relacionados as três temáticas pesquisadas também se destacaram, tais como: arborização/área verde/ área de preservação ambiental (33%); adaptação/mitigação/redução/compensação das mudanças climáticas (18%) ; conforto nas edificações, padrões para edificações (18%); conforto/clima urbano (13%); políticas/planos para mudanças climáticas (13%) e verticalização (5%) (Belém, 2008; Boa Vista, 2006; Cuiabá, 2007; Macapá, 2004; Manaus, 2021; Palmas, 2018; Porto Velho, 2021; Rio Branco, 2016 e São Luís, 2023)

Sete dos nove planos relacionaram as três temáticas com área verdes ou arborização que foi o tema mais encontrado nas ocorrências, com exceção dos PD´s de Manaus e São Luís. Sobre os planos ou políticas para mudanças climáticas, somente dois dos noves PD´s contemplam essa questão: o Plano de Ação para Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas de Palmas e a Política Municipal de Mudanças Climáticas de Porto Velho e somente os planos destas duas capitais falam em algum momento sobre estratégias para adaptação/mitigação/redução/compensação das mudanças climáticas (Belém, 2008; Boa Vista, 2006; Cuiabá, 2007; Macapá, 2004; Manaus, 2021; Palmas, 2018; Porto Velho, 2021; Rio Branco, 2016 e São Luís, 2023)

Sobe a perspectiva das temáticas abordadas, conforto ambiental, resiliência urbana e mudanças climáticas os PD´s que mais abordaram esses temas foram o da cidade de Palmas (2018), com 35 ocorrências e de Porto Velho (2021) com 19 ocorrências. Analisando cada temática são os dois que mais abordam o conforto ambiental, mas Palmas tem 13 ocorrências e Porto Velho têm 7, empatando também com Rio branco, já quanto as mudanças climáticas Palmas novamente se destaca com 21 abordagens, seguida de Porto Velho com 10 abordagens. Estes dois PD´s além de abordarem mais todas as temáticas em geral, são os únicos que abordaram a resiliência urbana, Porto Velho com 2 abordagens e Palmas com 1 abordagem. Palmas aborda mais temas como adaptação/mitigação/redução/compensação das mudanças climáticas e conforto/clima urbano, já Porto Velho trata mais de temas como arborização/área verde/ área de preservação ambiental e adaptação/mitigação/redução/compensação das mudanças climáticas (Palmas, 2018 e Porto Velho, 2021).

Apesar de serem os mais atuais, os PD´s de Manaus (2021) e São Luís (2023) estão entre os que menos abordaram esses temas, com 4 ocorrências para Manaus, e São Luís, juntamente com o de Cuiabá (2007) com apenas 2 ocorrências cada. O PD de São Luís não aborda os temas relacionados ao conforto ambiental e nem a resiliência urbana, possuindo apenas 2 ocorrências sobre algo relacionado às mudanças climáticas, uma relativa a definição de conceitos e outra à elaboração de "políticas públicas de gestão dos efeitos das mudanças climáticas". Já o de Cuiabá possui apenas uma ocorrência sobre conforto ambiental relacionada com o conforto das edificações e uma sobre mudanças climáticas, relativa à conceituação do clima da baixada cuiabana (Cuiabá, 2007; Manaus, 2021 e São Luís, 2023).

Os estudos encontrados no *scoping review* que relacionaram o conforto térmico urbano com o planeamento urbano foram encontrados em apenas 3,50%, e nos PD´s conforto urbano ou o clima urbano, apareceu em 13%, das ocorrências. Essa relação, apesar de ser apenas um

indicativo, demonstra que a interação entre diretrizes urbanística e bioclimáticas precisa ser muito mais aprofundada, já que os padrões urbanísticos são definidos pelos PD´s e eles vão influenciar diretamente no microclima urbano.

As mudanças/alterações climáticas estiveram presentes em apenas 3,50%, nas palavras-chaves dos artigos e nos PD´s as estratégias de adaptação/mitigação/redução/compensação das mudanças climáticas, foram citadas em 18% das ocorrências e as políticas/planos para mudanças climáticas em 13%. Porém só houve dois PD´s que foram os responsáveis por abordar as estratégias, o de Palmas e de Porto Velho, nenhum outro plano de outra capital citou esses temas. E sobre os planos ou políticas para mudanças climáticas, apenas Palmas, Porto Velho e São Luís tem proposições relativas a esse tema. Este certamente é o fator mais preocupante desta análise.

6 CONCLUSÕES

O tema mais presente nas soluções para reduzir o desconforto térmico urbano encontrado nos artigos mais citados mundialmente foi a utilização de estruturas verdes (arborização, equipamentos, paredes e telhados verdes) convergindo com os temas mais presentes relacionados às três temáticas analisadas nos Planos Diretores das Capitais Amazónicas, sendo arborização/área verde/ área de preservação ambiental, reforçando a importância desses temas para um planeamento urbano voltado para resiliência urbana e climática das cidades.

Alguns temas relevantes para o conforto térmico urbano e para o planeamento urbano das cidades amazónicas também tiveram a mesma aderência, como as ilhas de calor, muito estudada nos artigos como uma das causas de desconforto término urbano. Este é um fenómeno intimamente relacionado com a verticalização, e o correspondente aumento de superfície absorvente de energia (inércia).

Após o levantamento sobre a temática de conforto urbano foi possível identificar elementos e estratégias de desenho que contribuem para a melhoria do conforto urbano, como é o caso da vegetação urbana e do seu contributo com sombra e evapotranspiração. Também foi possível identificar outros elementos que, contrariamente, contribuem para o desconforto, como o caso do aumento de inércia térmica inerente ao processo de verticalização. O confronto destes elementos, favoráveis e desfavoráveis ao conforto urbano, com os PDs das capitais amazónicas levam-nos a concluir, que de uma forma geral, a preocupação por um conforto urbano como um instrumento de resiliência urbana ainda se encontra ausente.

Urge, então, adequar a governança amazónica a esta necessidade, não somente através dos documentos de gestão do território, como também no diálogo entre o sector governamental e a sociedade civil.

O presente estudo insere-se num projeto de investigação em curso onde se pretende, seguidamente, enquadrar o fenómeno em estudo com a discriminação climática, tema de importância no contexto brasileiro amazónico, particularmente no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

7 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Projeto Estratégico com a referência UIDB/04008/2020.

8 REFERÊNCIAS

Aljawabra, F. e Nikolopoulou, M. (2018). Thermal comfort in urban spaces: a cross-cultural study in the hot arid climate. **International journal of biometeorology**, 62(10), 1901-1909.

Anjos, M. W. B. (2017). O**rientações climáticas para o planeamento urbano numa cidade costeira do nordeste do Brasil: Aracaju-SE.** Universidade de Lisboa, Lisboa.

Aram, F., Solgi, E., Higueras García, E., Mosavi, A. e R. Várkonyi-Kóczy, A. (2019). The cooling effect of large-scale urban parks on surrounding area thermal comfort. **Energies,** 12(20), 3904.

Aram, F., Solgi, E., Garcia, E. H. e Mosavi, A. (2020). Urban heat resilience at the time of global warming: evaluating the impact of the urban parks on outdoor thermal comfort. **Environmental Sciences Europe**, 32, 1-15.

Belém (2008). Plano Diretor do Município de Belém. **Diário Oficial [do Estado do Pará]**, v. 3, n. 6, p. 70, 30 out. 2008, Belém.

Boa Vista (2006). Plano Diretor Estratégico e Participativo de Boa Vista. **Diário Oficial do Município de Boa Vista**, **30 out. 2006**, Boa Vista.

Boukhelkhal, I. e Bourbia, P. F. (2016). Thermal comfort conditions in outdoor urban spaces: Hot dry climate-Ghardaia-Algeria. **Procedia Engineering**, 169, 207-215

Brasil (2009). Lei n. 10.257, de 10 julho de 2001. Estatuto da Cidade. **Câmara dos Deputados** – **Centro de Documentação e informação**. Brasília.

Carvalho, P. E. R. (2010). Introdução, in Embrapa Informação Tecnológica (ed.), **Espécies arbóreas brasileiras**, Embrapa Florestas, Colombo, PR. Vol. 4, 19-62.

Coma, J., Pérez, G. (2018). Chapter 2.3 - Green Roofs Classifications, Plant Species, Substrates, in Pérez, G. e Perini, K. (eds.), **Nature based strategies for urban and building sustainability,** Butterworth-Heinemann, Reino Unido, 109-117.

Costa, R., Baptista, G. e Silva, F (2017). Use of remote sensing in the identification of Urban Heat Islands and in the evaluation of Human Thermal Comfort. **Journal os Hyperspectral Remote Sensing**, 7 (7), 408-422.

Cuiabá (2008). Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá. **IPDU – Instituto de Planeamento e Desenvolvimento Urbano**, Cuiabá.

Elnabawi, M. H. e Hamza, N. (2019). Behavioural perspectives of outdoor thermal comfort in urban areas: A critical review. **Atmosphere**, 11(1), 51.

Freitas, R (2005). **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Galjak, J., Đokić, J. e Jović, S. (2018). Prediction of visitors' thermal comfort in open urban areas. **Zastita Materijala**, 59(4), 495-500.

Giannakis, E., Bruggeman, A., Poulou, D., Zoumides, C. e Eliades, M. (2016). Linear parks along urban rivers: Perceptions of thermal comfort and climate change adaptation in Cyprus. **Sustainability**, 8(10).

Givoni, B. (1994). Urban design for hot humid regions**. Renewable Energy**, Reino Unido, 5 (5–8), 1047-1053.

Huang, H., Yun, Y., Xu, H. e Liu, T. (2019). Influence of the mega-urban heat island on spatial transfer of summer thermal comfort: evidence from Tianjin, China. **Tehnički vjesnik,** 26(1), 183-192.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2012). Censo Brasileiro de 2010. **IBGE**, Rio de Janeiro.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2024). Censo Brasileiro de 2022. **IBGE**, Rio de Janeiro.

Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) (1992). Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990). **INMET**, Brasília.

Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) (2012). Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010). **INMET**, Brasília.

Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) (2022). Normais Climatológicas do Brasil (1991-2020). **INMET**, Brasília.

Iuorio, O. e Harbich, L.A. (2019). Green Networks as a Key of Urban Planning with Thermal Comfort and Well-being, in Lemes de Oliveira, F., Mell, I. (eds.), **Planning Cities with Nature. Cities and Nature**, Springer, Cham, 97-109.

Jamei, E. e Rajagopalan, P. (2017). Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne. **Solar Energy**, 144, 681-698.

Khatun, M., Khatun, R. e Hossen, M. S. (2020). Heat island phenomenon and thermal comfort under different land use patterns in urban and suburban areas of Mymensingh. **Journal of the Bangladesh Agricultural University,** 18(2), 347-353.

Kicovic, D., Vuckovic, D., Markovic, D. e Jovic, S. (2019). Assessment of visitors' thermal comfort based on physiologically equivalent temperature in open urban areas. **Urban Climate**, 28, 100466.

Kim, S. J., Lee, Y. S., Park, H. I., Joung, D. e Park, B. J. (2019). The study on the thermal comfort in urban parks and forests. **J. Korean Inst. For. Recreat**, 23, 41-52.

Kwon, Y. J. e Lee, D. K. (2019). Thermal comfort and longwave radiation over time in urban residential complexes. **Sustainability**, 11(8), 2251.

Li, Y. e Song, Y. (2019). Optimization of vegetation arrangement to improve microclimate and thermal comfort in an urban park. **International Review for Spatial Planning and Sustainable Development**, 7(1), 18-30.

Macapá (2004)**.** Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Macapá. **Prefeitura Municipal de Macapá – SEMPLA**, Macapá.

Manaus (2014). Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus. **Diário Oficial de Manaus de 16.01.2014ª**, Manaus.

Martorano, L. G. (2022). Zoneamento topoclimático da Amazônia Legal: estratégias de planeamento voltadas ao desenvolvimento sustentável. **Workshop Online Florestas De Tachigali Vulgaris**, 1., 2021.

Nasir, R. A., Ahmad, S. S. e Zain-Ahmed, A. (2013). Adaptive outdoor thermal comfort at an urban park in Malaysia. **Journal of Asian Behavioral Studies**, 3(10), 1-16.

Nasrollahi, N., Ghosouri, A., Khodakarami, J. e Taleghani, M. (2020). Heat-mitigation strategies to improve pedestrian thermal comfort in urban environments: A review. **Sustainability**, 12(23), 10000.

Nazarian N., Sin, T. e Norford, L. (2018). Numerical modeling of outdoor thermal comfort in 3D. **Urban climate**, 26, 212-230.

Oliveira, S., Vaz, T. e Andrade, H. (2014). Perception of thermal comfort by users of urban green areas in Lisbon. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**, (98), 113-131.

Palmas (2018). Plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO. **Diário Oficial do Município de Palmas** de 02.04.2018, Palmas.

Porto Velho (2021). Plano Diretor Participativo do Município de Porto Velho. **Prefeitura Municipal de Porto Velho - Secretaria Geral de Governo - SGG**, Porto Velho.

Rio Branco (2016). Plano Diretor do Município de Rio Branco. **Prefeitura Municipal de Rio Branco**, Rio Branco.

Romero, M. A. B. (2013)**. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.

Roshan, G., Almomenin, H. S., da Silveira H. S. Q. e Attia, S. (2019). Estimate of outdoor thermal comfort zones for different climatic regions of Iran. **Urban Climate**, 27.

Sabatino, S. D., Barbano, F., Brattich, E. e Pulvirenti, B. (2020). The multiple-scale nature of urban heat island and its footprint on air quality in real urban environment. **Atmosphere**, 11(11), 1186.

São Luís (2023). Plano Diretor do Município de São Luís. **Prefeitura de São Luís**, São Luís.

Silva, I. C. S. (2017). **Índice ambiental urbano (IAU): uma contribuição ao estudo do planeamento e do conforto térmico em espaços abertos.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Silva, T. J. V. e Hirashima, S. Q. S. (2021). Predicting urban thermal comfort from calibrated UTCI assessment scale-A case study in Belo Horizonte city, southeastern Brazil. **Urban Climate**, 36, 100652.

Stocco, S., Cantón, M. A. e Correa, E. N. (2015). Design of urban green square in dry areas: Thermal performance and comfort. **Urban Forestry & Urban Greening**, 14(2), 323-335.

Younsi, S. A. e Kharrat, F. (2016). Influence of Urban M55orphology on Outdoor Thermal Comfort in Summer: A Study in Tunis, Tunisia. **Modern Environmental Science and Engineering**, 2 (4), 251-256.

Zabetian, E. e Kheyroddin, R. (2019). Comparative evaluation of relationship between psychological adaptations in order to reach thermal comfort and sense of place in urban spaces. **Urban Climate**, 29, 100483.

Zhang, L., Wei, D., Hou, Y., Du, J., Liu, Z. A., Zhang, G. e Shi, L. (2020). Outdoor thermal comfort of urban park—a case study. **Sustainability**, 12(5), 1961.

Zhang, J. e Gou, Z. (2021). Tree crowns and their associated summertime microclimatic adjustment and thermal comfort improvement in urban parks in a subtropical city of China. **Urban Forestry & Urban Greening**, 59, 126912.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAVIMENTO DE CONCRETO POROSO COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DOS EFEITOS DAS ILHAS DE CALOR URBANAS

K. Lima, L. S. Ribas, V. T. F. Castelo Branco

RESUMO

O Pavimento de Concreto Poroso (PCP) desempenha um papel significativo na redução dos efeitos das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs) ao facilitar uma maior infiltração da água e promover o arrefecimento da superfície por evaporação d'água retida em seus poros. No entanto, a permeabilidade do PCP pode ser comprometida pela colmatação, que progressivamente obstrui os poros ao longo do tempo. Para investigar o efeito da colmatação no resfriamento evaporativo, foram conduzidos testes numa cabine fotocatalisadora com placas de PCP limpas e colmatadas com areia, ambas úmidas. Os resultados indicaram que, embora a colmatação afete negativamente a permeabilidade do PCP, ela resulta em uma temperatura de superfície mais baixa em comparação as placas de PCP limpas, devido a retenção de água nos pequenos vazios da areia. Esses resultados destacam a possibilidade de uso de concreto poroso na gestão térmica urbana e na redução dos efeitos das ICUs.

1 INTRODUÇÃO

A formação das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs) resulta do processo de urbanização, que faz com que essas áreas apresentem temperaturas mais elevadas em comparação com regiões circundantes. Esse fenômeno é agravado pela redução contínua da permeabilidade do solo urbano (Wang *et al*., 2018). Para lidar com esse problema, o Pavimento de Concreto Poroso (PCP) surge como uma alternativa eficaz, uma vez que sua estrutura, composta por poros interconectados, permite a rápida infiltração da água ajudando a controlar o escoamento superficial (Tong, 2018).

Os PCP configuram como técnicas de baixo impacto ou LID (do inglês, *Low Impact Development*), pois permitem que a água infiltre na sua superfície, restaurando os processos de fluxo natural (Palanisamy; Chui, 2015). Essas estruturas reduzem o tempo de escoamento da água ao permitir a infiltração em seus poros interconectados que compõem uma parcela significativa, entre 15% e 35%, da estrutura total (Mata, 2001; Tong, 2011). No entanto, a permeabilidade do PCP pode ser comprometida devido à colmatação dos seus poros (Yuan *et al.,* 2018).

Na China, o PCP tem sido amplamente utilizado devido à sua capacidade de gerenciar o escoamento das águas pluviais. Cidades que adotam essa tecnologia são chamadas de

“cidades esponjas” porque absorvem a água da chuva de maneira eficiente, reduzindo, significativamente, o escoamento superficial (Li *et al*., 2022). Os pavimentos drenantes têm a capacidade de resfriar a superfície através da evaporação da água presente em seus poros, ajudando a minimizar os efeitos das ICUs (Wang *et al*., 2018). Esse processo funciona porque a temperatura da superfície do PCP é diretamente influenciada pela temperatura do ar. Quando a temperatura do ar é mais alta que a do pavimento e há água nos poros do PCP, a evaporação ocorre. Durante a evaporação, o calor do ar é utilizado para transformar a água em vapor, dissipando o calor da superfície do pavimento. Esse mecanismo de resfriamento é eficaz na redução da temperatura da superfície, contribuindo para a mitigação dos efeitos das ICUs (Chen *et al.*, 2019).

A porosidade dos PCP é também responsável pela redução da condutividade térmica da estrutura. Dessa forma, quanto maior for a porosidade menor será a condutividade térmica, pois a condutividade térmica do ar é menor do que a do concreto (Nassiri; Natansai, 2017; Chen *et al.,* 2019). A baixa condutividade térmica do PCP desempenha papel fundamental na manutenção térmica da temperatura da superfície. Isso significa que a superfície do pavimento mantém temperaturas mais estáveis, reduzindo a probabilidade de flutuações abruptas ou picos de temperatura (Chen *et al*., 2019).

De acordo com a ABNT NBR 15220:2005, a condutividade térmica é uma propriedade física que avalia a capacidade de um material em conduzir calor. O favorecimento da redução da condutividade térmica através do aumento da porosidade pode também afetar a resistência dos PCP, uma vez que exigirá maior proporção de vazios no interior da estrutura (Kia *et al.,* 2017).

No entanto, o PCP pode sofrer colmatação, processo em que os poros do pavimento são obstruídos por sedimentos e partículas orgânicas transportadas pelo fluxo de água, reduzindo sua permeabilidade (Yuan *et al*., 2018). Dependendo do nível de colmatação, o arrefecimento evaporativo pode ser significativamente prejudicado. A redução da permeabilidade do pavimento diminui a capacidade de percolação da água em seus poros, pois os vazios acabam sendo preenchidos por sedimentos (Xie e Zhou, 2022).

Estudos conduzidos por Chen *et al*. (2019) mostraram que o PCP tem variações de temperatura diferentes em condições secas e úmidas. Na condição seca, a temperatura superficial desse tipo de pavimento é, aproximadamente, 15% mais elevada do que aquela encontrada para os pavimentos de concreto convencional. Em condições úmidas, essa diferença cai para 1,25%. Isso se justifica pelo fato de que o pavimento no estado úmido poderá passar pelo processo de evaporação d’água da superfície. Esse processo utiliza uma parte do calor absorvido para converter a água para o estado gasoso e, com isso, favorece o arrefecimento da superfície (Chen *et al*., 2019).

Entender o processo de evaporação no concreto poroso é fundamental, pois esse fenômeno envolve a transferência de energia térmica da superfície do pavimento para o ar circundante. Durante a evaporação, a água presente nos poros do concreto passa do estado líquido para o gasoso, um processo que requer energia na forma de calor. Essa transferência de calor resulta em um resfriamento da superfície do pavimento, conforme discutido por Li *et al*. (2014).

Portanto, a análise das propriedades térmicas dos PCP é importante para avaliar o impacto potencial dessas estruturas na mitigação dos efeitos das ICUs, conforme destacado por

Wang *et al*. (2018) e Chen *et al*. (2019). Diante disso, o objetivo deste trabalho é investigar como a colmatação afeta o arrefecimento evaporativo das placas de PCP, visando entender melhor sua eficácia na redução das temperaturas urbanas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma da Figura 1 apresenta a síntese dos experimentos utilizados na análise térmica de PCP.

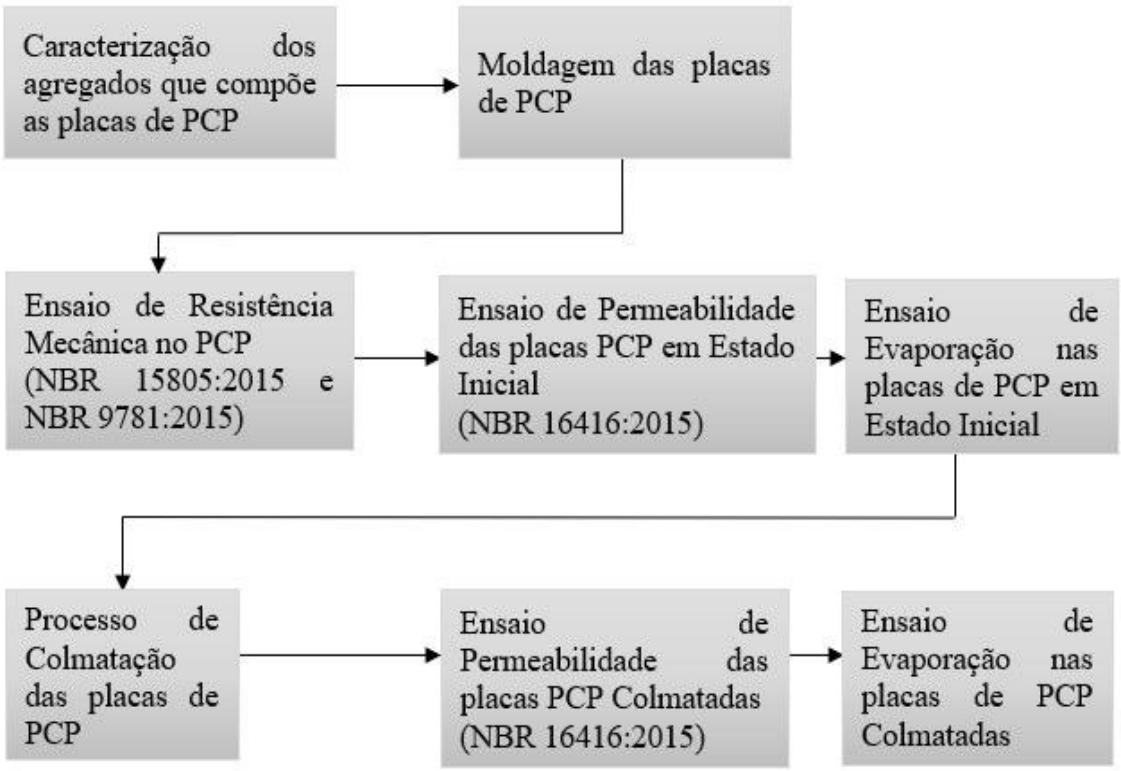


Fig. 1 Procedimento de ensaio térmico de evaporação nas placas de PCP

2.1 Moldagem e Caracterização das Placas de Pavimento de Concreto Poroso (PCP)

As placas de PCP foram fabricadas com o uso de uma VibroPrensa TRPREX, seguindo o traço unitário 1:0,74:2,48:0,33 (Cimento: Areia: Brita: a/c). Estas possuem dimensões de 40 × 40 × 8 cm, classificadas de acordo com a ABNT NBR 16416:2015 para tráfego leve. Utilizou-se o cimento Portland CPV ARI como aglomerante, devido à sua alta resistência à compressão em idades iniciais, promovendo o desmolde rápido (Isaia *et al*., 2020).

A determinação da granulometria dos agregados na composição do PCP foi realizada. A granulometria da areia foi obtida seguindo os procedimentos da ABNT NBR 17054:2022. A dimensão máxima característica do material foi de 4,8 mm. O agregado graúdo usado na composição das placas PCP foi brita granítica de tamanho 0” (zero), a dimensão máxima característica desta foi de 9,5 mm.

As placas de PCP foram submetidas a ensaios de resistência mecânica, em conformidade com a ABNT NBR 16416:2015, que define o teste de resistência à flexão, seguindo os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 15805:2015. Adicionalmente, as placas foram também ensaiadas com relação à resistência à compressão conforme a norma ABNT NBR 9781:2015. Segundo a ABNT NBR 16416:2015, a diferença entre peça e placa consiste no Índice de Forma (IF), conforme mostra a Tabela 1, sendo essa a relação entre o comprimento da peça e sua espessura.

Tabela 1 Índice de Forma (IF) para placa e peça de concreto

IF>4	Placa de Concreto
IF≤4	Peça de Concreto

O ensaio para determinação da permeabilidade das placas de PCP seguiu o método adaptado do Anexo A da ABNT NBR 16416:2015. Devido ao tamanho da estufa utilizada no estudo e a ocupação desta, as placas tiveram que ser reduzidas para as dimensões de 0,20 × 0,20 m, conservando a sua espessura de 0,08 m.

Dessa forma, fez-se necessário ajustar o tamanho do anel e a quantidade de água no ensaio para considerar a redução da superfície de contato. Assim, estabeleceu-se uma proporção da área de contato de infiltração para este ensaio adaptada da ANT NBR16416:2015. Foi empregado um anel de 200 mm de diâmetro e o volume de água foi ajustado para 8 litros a ser percolado.

2.2 Colmatação e Evaporação em Placas de Concreto Poroso

A colmatação das placas de PCP foi realizada utilizando areia, proveniente de leito de rio, como material de preenchimento. A quantidade de material colmatante considerou a deposição de sedimentos, seguindo o método de baixo fluxo de água e alta carga, conforme descrito por Mata (2008) e Tong (2011). Este método envolve a aplicação de água e material colmatante nas placas, com fixação do tubo à face superior da placa de concreto poroso.

O experimento foi conduzido com a realização de 20 ciclos de colmatação. Para avaliar os índices de evaporação nas placas de concreto poroso, antes e após a colmatação, foi empregada a metodologia proposta por Yang *et al*. (2022), que se fundamenta na variação da massa de água evaporada.

As seis placas de concreto poroso, sendo três limpas e três colmatadas, foram expostas ao mesmo volume de água para garantir condições iniciais uniformes. Em seguida, foi realizado o ensaio de evaporação, durante 4 horas. Para este ensaio, o peso de cada placa foi obtido em intervalos de 15 minutos. Isso permitiu monitorar a perda de água ao longo do tempo. A mudança de massa foi calculada usando a Equação (1).

$$M_{en} = M_n - M_{n-1} \quad (1)$$

Onde:
Me_n: Massa (g) evaporada da placa de concreto poroso no intervalo n;
M_n: Massa (kg) da placa de concreto poroso, última medição aferida;
M_{n-1}: Massa (kg) da placa de concreto poroso, aferida na medição anterior.

Para simular a radiação solar, utilizou-se uma lâmpada infravermelha de 100 watts, fixada em uma caixa de acrílico posicionada acima da face superior das Placas de Concreto Poroso (PCP), conforme ilustrado na Figura 2. A caixa foi equipada com um termohigrômetro, permitindo a medição simultânea da temperatura e da umidade do ar. Esse arranjo seguiu as recomendações de Yang *et al*. (2022), garantindo a precisão e a consistência dos dados coletados.

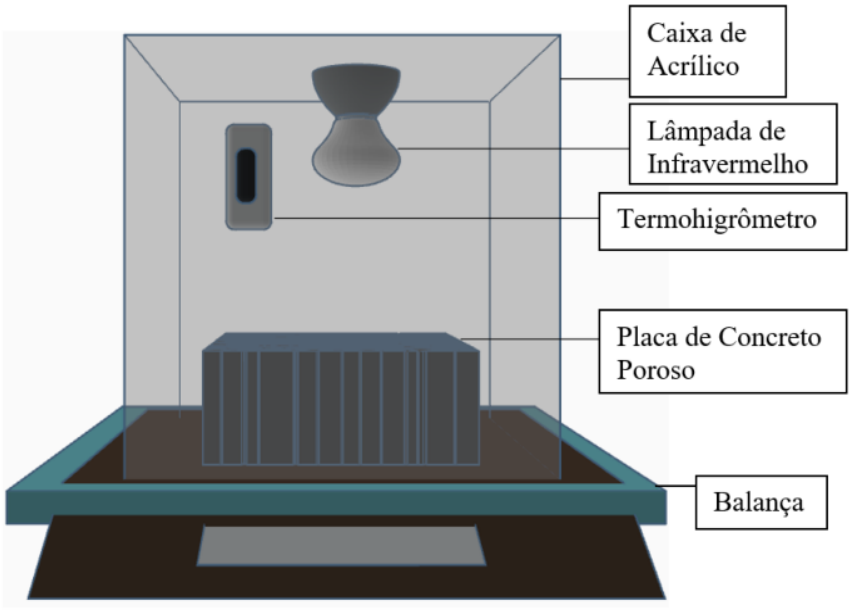


Fig. 2 Teste de evaporação em placas de concreto poroso

Cada par de comparações entre placas limpas e colmatadas demandou dois dias para a realização das medições. No primeiro dia, as placas colmatadas (1, 2 e 3) foram avaliadas nos horários de 05-09h, 11-15h e 17-21h, respectivamente. No segundo dia, as placas limpas (4, 5 e 6) foram avaliadas nos mesmos horários, para permitir comparações diretas entre placas limpas e colmatadas.

As comparações foram estabelecidas entre as seguintes placas: 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das variações de desempenho entre as placas colmatadas e limpas, considerando os mesmos períodos do dia para minimizar a influência de fatores ambientais como temperatura e umidade relativa, assegurando a consistência e a precisão dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados de Caracterização das Placas de Concreto Poroso

As placas de concreto poroso apresentaram resistência à compressão de 28,2 MPa, superando o mínimo de 20,0 MPa. Os ensaios de flexão resultaram em 4,1 MPa, confirmando que as placas atenderam ao requisito mínimo de 2,0 MPa para tráfego leve. Dessa forma, com espessura de 80 mm, as placas de concreto poroso são adequadas para uso em pavimentação de tráfego leve, atendendo a ABNT NBR 16416:2015.

3.2 Resultados da Colmatação e do Ensaio de Evaporação das Placas de Concreto Poroso

Na Figura 3 são apresentadas a permeabilidade das placas limpas e colmatadas. Para placas no estado limpo, o requisito de permeabilidade mínima de 10^{-3} m/s da ABNT NBR 16416:2015. Em contraste, as placas colmatadas exibem permeabilidade inferior em aproximadamente 60% do mínimo prescrito pela norma, indicando uma diminuição considerável na capacidade de drenagem.

Dessa forma, ao comparar as placas 4, 5 e 6 em seus estados inicial e colmatado, pode-se observar, conforme a Figura 4, a redução na permeabilidade do material, refletindo uma diminuição de 97,13% após 20 ciclos de colmatação. Esse achado está em consonância com o estudo de Tong (2011), que reportou uma redução de cerca de 92% na permeabilidade após 20 ciclos de colmatação, também utilizando areia como material colmatante.

A utilização de areia como agente colmatante demonstra ser eficaz em reduzir a permeabilidade, o que pode ser um fator importante a considerar no planejamento e manutenção de pavimentos de concreto poroso em áreas sujeitas a altos níveis de particulados ou outros agentes colmatantes. Isso ocorre porque a capacidade de infiltração do PCP pode ser afetada pela taxa de compactação das placas e pela intensidade do tráfego solicitante (Cipolla *et al*., 2015).

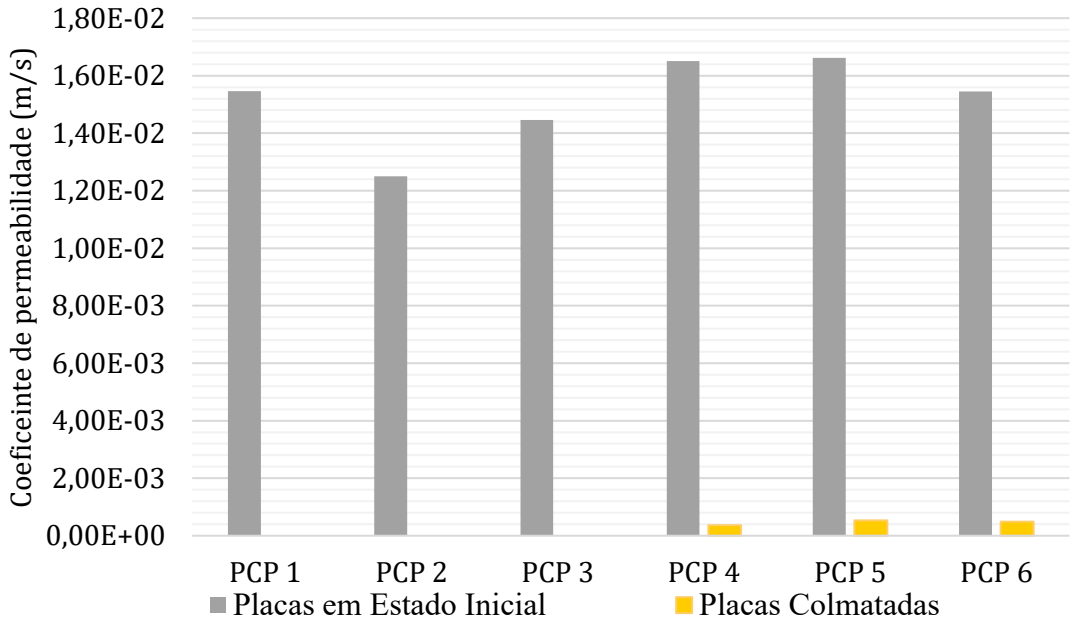


Fig. 3 Coeficiente de permeabilidade das PCP limpas e após colmatação

A Figura 4 mostra a diferença da temperatura do ar para a temperatura de superfície saturada, que pode ser expressa Equação (2).

$$\Delta T_{s\text{-}ar} = T_S - T_{ar} \quad (2)$$

Onde:
$\Delta T_{s\text{-}ar}$:Diferença de temperatura do ar para a superfície do PCP saturada (ºC);

T_S :Temperatura de superfície da placa de PCP (ºC);
T_{ar}: Temperatura do ar (ºC).

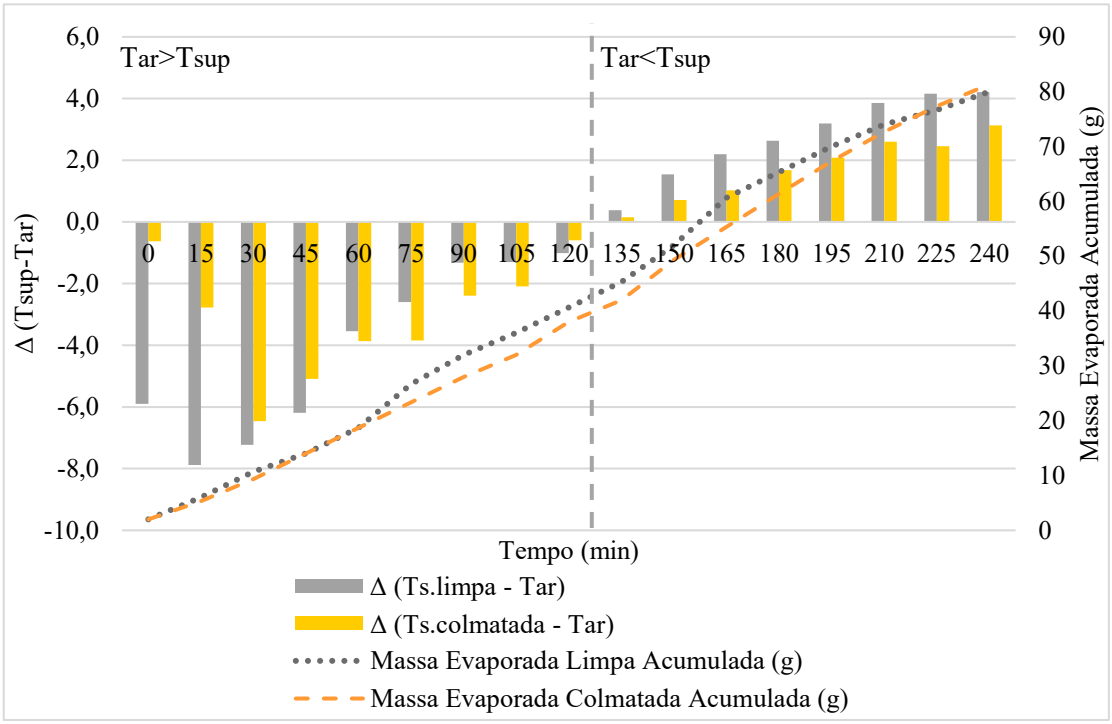


Fig. 4 Diferença Média de Temperatura de Superfície do Concreto Poroso em estado limpo e colmatado com a Temperatura do Ar (T_{ar})

Ao analisar o gráfico da Figura 4, até 120 min a curva se encontra abaixo de zero, o que representa que até aquele momento a temperatura do ar (T_{ar}) estava em média 4,1ºC mais alta do que a temperatura da placa de superfície da placa em estado inicial ($T_{s.limpa}$) e em média 3,1ºC mais alta em relação a temperatura de superfície no estado colmatado ($T_{s.colmatado}$). A partir de 120 minutos, as temperaturas de superfície das placas de concreto poroso tornam-se superiores à temperatura do ar, com diferenças de 2,4ºC para as placas em estado inicial e 1,5ºC para as placas colmatadas.

Esse fenômeno pode ser explicado pela presença de areia nos poros das placas colmatadas, o que facilita o acúmulo de água nos pequenos vazios entre os grãos. Essa configuração promove uma troca de calor mais gradual com o ar através da evaporação, resultando em menor aquecimento das placas. Portanto, embora a colmatação reduza a permeabilidade das placas, ela favorece o arrefecimento do pavimento por meio da evaporação da água retida nos pequenos vazios formados pela areia colmatante.

Na análise da Figura 04, também é possível observar que a massa de água evaporada das placas limpas é, em média, 2 g maior do que a das placas colmatadas. Essa discrepância está diretamente relacionada ao aquecimento da temperatura de superfície, uma vez que as placas em estado limpo tendem a perder mais água para o ar, resultando no aquecimento da temperatura de superfície. A presença de poros limpos no PCP favorece

esse processo de evaporação, tornando a temperatura de superfície do PCP mais suscetível às variações da temperatura do ar (Yang *et al*., 2020).

Essa maior suscetibilidade é atribuída ao fato de que os poros maiores nas placas limpas permitem uma evaporação mais rápida, expondo a superfície a um aquecimento mais intenso. Por outro lado, as placas colmatadas retêm a umidade por um período mais prolongado devido à presença de areia nos poros, o que promove um arrefecimento mais eficaz e prolongado. Portanto, na análise realizada foi possível identificar que as placas de PCP colmatadas tiveram uma retenção de umidade mais eficiente que retardou o aquecimento da superfície do pavimento.

A Figura 5 ilustra a relação entre a diferença de temperatura do ar (T_{ar}) e a temperatura da superfície saturada (T_{sup}) em relação a umidade relativa do ar. É possível identificar que a variação entre a temperatura de superfície da placa colmatada ($T_{s.colmatada}$) e a temperatura do ar (T_{ar}) é inferior à variação da temperatura de superfície da placa em estado inicial ou limpa ($T_{s.limpa}$) e a temperatura do ar. Isso relaciona-se com a pouca liberação de água para o ar em comparação com as placas em estado inicial, o que é explicado pela menor umidade relativa do ar em comparação com a umidade relativa observada nas placas limpas.

Quando a temperatura de superfície é maior do que a temperatura do ar, após os 120 min, as placas em estado inicial apresentam em média ~1ºC acima do aquecimento das placas colmatadas. A umidade relativa das placas em estado inicial foi 8,7% superior à umidade relativa das placas colmatadas, isso está relacionado com o tamanho dos poros das placas em estado inicial serem maiores que os vazios formados pela areia colmatante, isso favorece a perda água por meio do processo evaporativo acarretando numa maior massa evaporada acumulada nas placas em estado inicial, conforme relação evidenciada na Figura 06.

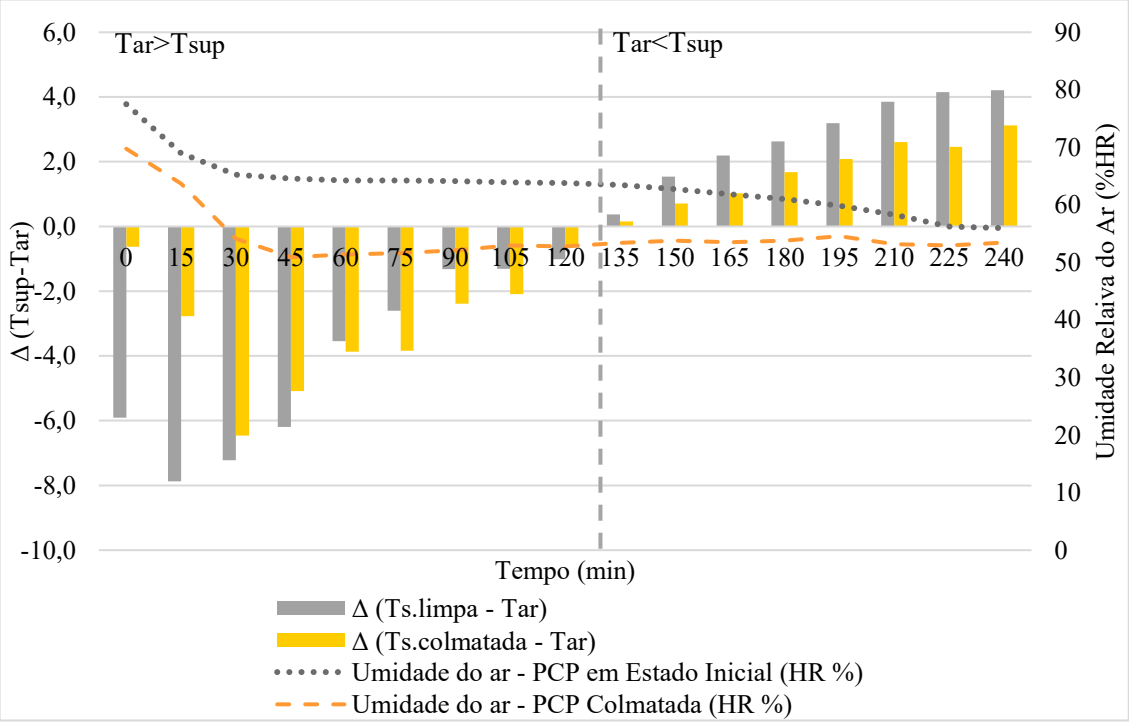


Fig. 5 Temperatura de superfície das placas de PCP e umidade relativa do ar

Essas observações estão alinhadas com os estudos conduzidos por Chen *et al.* (2019), que indicam que o concreto poroso tende a apresentar temperaturas mais amenas quando está úmido. A areia colmatante atua como uma barreira, retendo a umidade e prolongando o período em que o concreto permanece molhado. Isso impede a rápida perda de água por evaporação, contribuindo para a manutenção de temperaturas mais baixas na superfície do concreto.

Esses dados confirmam a observação de que as placas de PCP colmatadas com areia retêm a umidade por mais tempo se comparadas as placas em estado inicial. As placas em estado inicial, com seus poros maiores, permitem que a água evapore mais rapidamente, resultando em uma evaporação mais fácil e rápida. Por outro lado, as placas colmatadas, com areia preenchendo os poros, liberam água de forma mais lenta, mantendo a umidade interna por um período mais prolongado.

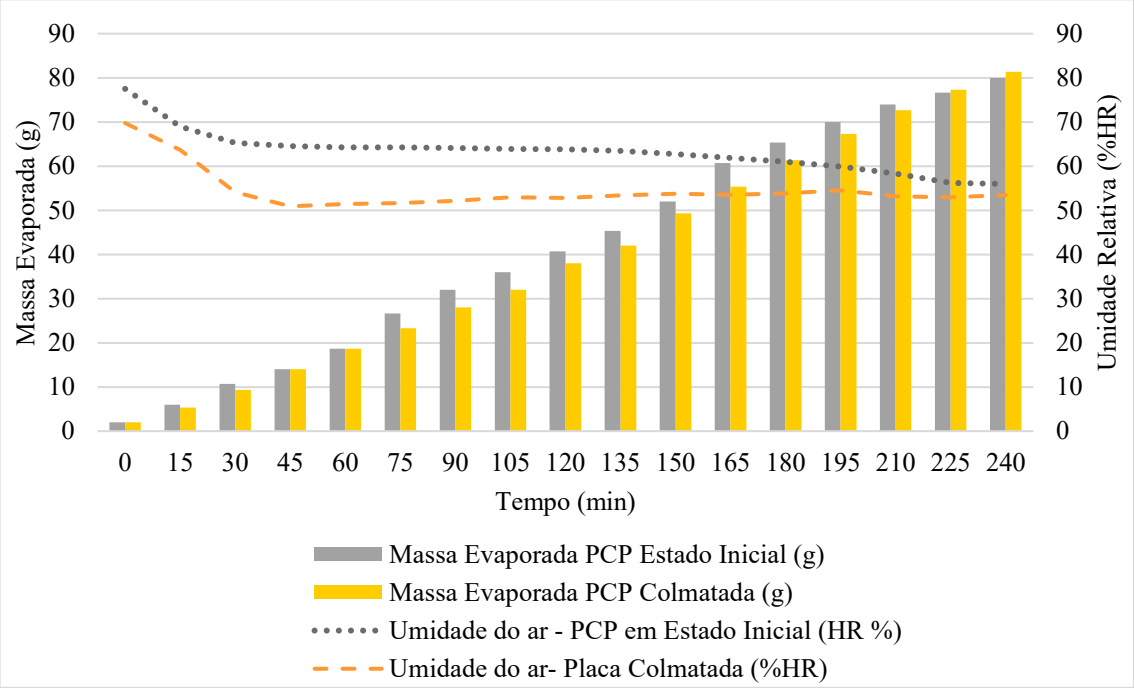


Fig. 6 Massa de água evaporada nas placas de PCP e umidade relativa do ar

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo, Placas de Concreto Poroso (PCP) foram fabricadas seguindo os padrões da ABNT NBR 16416:2015 para tráfego leve. Utilizou-se cimento Portland CPV ARI como aglomerante e agregados de areia e brita granítica. Ensaios mecânicos confirmaram a adequação das placas para o uso em pavimentação. O estudo investigou os efeitos da colmatação com areia e realizou ensaios de evaporação para analisar a retenção de umidade nas placas. Os resultados indicam que as placas colmatadas apresentaram redução de aproximadamente 92% na permeabilidade, conforme esperado, e temperaturas de superfície foram em média 3,1ºC inferiores às temperaturas das placas em estado inicial.

Destaca-se que a presença de areia nos poros da superfície do concreto poroso propicia o acúmulo de água entre os poros, além da água absorvida pelo próprio concreto. Essa

retenção de água nos poros colmatados contribui para o resfriamento da superfície, uma vez que, quando exposta ao calor, a água evapora, dissipando o calor da superfície do concreto poroso. Por outro lado, no concreto em estado limpo, devido aos seus poros serem maiores, há uma menor retenção de água. Embora a água absorvida pelo próprio concreto evapore, essa evaporação não é suficiente para resfriá-lo adequadamente.

Embora o PCP limpa possa ter uma drenagem eficaz, ele tende a ter uma temperatura de superfície mais elevada devido à falta de água para evaporar e resfriar a superfície, uma vez que não há acúmulo de água em seus poros. Por outro lado, o concreto colmatado pode ter uma temperatura de superfície mais baixa devido ao efeito de resfriamento da água retida nos poros devido a presença de material colmatante, mas sua drenagem pode ser comprometida por causa da obstrução dos poros. Dessa forma, evidencia-se a existência do contraponto entre drenagem e temperatura de superfície do PCP, onde a melhoria na capacidade drenante pode conduzir a temperatura de superfície maiores.

Assim, é importante considerar esses fatores ao projetar e selecionar o tipo de pavimento mais adequado para uma determinada aplicação, levando em conta as condições climáticas, o volume de tráfego, temperatura e umidade do ar. Portanto, os resultados obtidos sugerem que, embora a colmatação possa impactar negativamente a permeabilidade do pavimento, ela não prejudica o desempenho térmico e evaporativo do concreto poroso. Essas descobertas ampliam a compreensão dos efeitos da colmatação e fornecem informações valiosas para o desenvolvimento e aprimoramento de pavimentos permeáveis, visando sua eficácia como agentes mitigadores das ilhas de calor urbano.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9781: Peças de Concreto para Pavimentação - Especificação e Métodos de Ensaio (2013). Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

ABNT NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, Símbolos e Unidades (2005). Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

ABNT NBR 15805: Pisos Elevados de Placas de Concreto - Requisitos e Procedimentos (2015). Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

ABNT NBR 16416: Pavimentos Permeáveis de Concreto - Requisitos e Procedimentos (2015). Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

ABNT NBR 17054 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica - Método de Ensaio (2022). Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

Chen, J., Chu, R., Wang, H., Zhang, L., Chen, X. e Du, Y. (2019) Alleviating Urban Heat Island Effect Using High-Conductivity Permeable Concrete Pavement, **Journal of Cleaner Production**, 237(117722), 117722.

Chen, J., Wang, H., Xie, P. e Najm, H. (2019) Analysis of Thermal Conductivity of Porous Concrete Using Laboratory Measurements and Microstructure Models, **Construction and Building Materials**, 218, 90–98

Cipolla, S. S., Maglionico, M. e Stojkov, I. (2016) Experimental Infiltration Tests on Existing Permeable Pavement Surfaces, **Clean: Soil, Air, Water**, 44(1), 89–95.

Isaia, G. C. (2010) Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 2ª ed. **Ibracon**, Brasil.

Kia, A., Wong, H. S. e Cheeseman, C. R. (2017) Clogging in Permeable Concrete: A Review, **Journal of Environmental Management**, 193, 221–233.

Li, X.J., Deng, J.X., Xie, W.J., Jim, C.Y., Wei, T.B., Lai, J.Y., Liu, C.C. (2022) Comprehensive Benefit Evaluation of Pervious Pavement Based on China's Sponge City Concept. **Water,** 14(9), 1500.

Mata, L. A. (2008) **Sedimentation of Pervious Concrete Pavement Systems**. Tese de Doutorado. North Carolina State University

Nassiri, S. e Nantasai, B. (2017) Thermal Conductivity of Pervious Concrete for Various Porosities, **ACI Materials Journal**, 114(2).

Palanisamy, B. e Chui, T. F. M. (2015) Rehabilitation of Concrete Canals in Urban Catchments Using Low Impact Development Techniques, **Journal of Hydrology**, 523, 309–319.

Tong, B. (2018) **Clogging Effects of Portland Cement Pervious Concrete**. Dissertação de Mestrado, Iowa State University.

Wang, J., Meng, Q., Tan, K., Zhang, L. e Zhang, Y. (2018) Experimental Investigation on the Influence of Evaporative Cooling of Permeable Pavements on Outdoor Thermal Environment, **Building and Environment**, 140, p. 184–193.

Xie, J., Zhou, Z. (2022) Numerical Analysis on the Optimization of Evaporative Cooling Performance for Permeable Pavements. **Sustainability**, 14, 4915.

Yang, Q., Dai, F. e Beecham, S. (2022) The Influence of Evaporation from Porous Concrete on Air Temperature and Humidity, **Journal of Environmental Management**, 306(114472), 114472.

Yuan, J., Chen, X., Liu, S., Li, S., Shen, N. (2018) Effect of Water Head, Gradation of Clogging Agent, and Horizontal Flow Velocity on the Clogging Characteristics of Pervious Concrete, **Journal of Materials in Civil Engineering,** v. 3, n. 3, 219–227.

ANÁLISE DA MUDANÇA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ-MG

S. C. Azevedo, A. S. Pinto, D. L. S. Teixeira, M. B. Macedo, N. A. D. Pons e M. V. L. Martins

RESUMO

No município de Itajubá, Minas Gerais, Brasil, fatores como o aumento da densidade de construções, uso de materiais que absorvem calor e falta de áreas verdes colaboram para uma temperatura mais elevada nas áreas urbanas quando comparada a áreas vegetadas. Nesse contexto, o presente estudo utilizou imagens de satélite Landsat para estimar a temperatura de superfície do município de 2014 a 2021, relacionando com o uso e cobertura do solo. Com os resultados, foi possível constatar um aumento de alterações antrópicas ao longo dos anos, em especial em áreas urbanas e pastagem de quase 10,00%. O perímetro urbano de Itajubá apresentou predominância de altas temperaturas, especialmente onde houve mudanças significativas no uso do solo, tanto no verão quanto no inverno, com destaque para 2014 devido a efeitos climáticos anômalos. Esses resultados podem contribuir para o planejamento urbano e aumentar a resiliência da cidade às mudanças climáticas.

1 INTRODUÇÃO

Entre os principais desafios que as cidades enfrentam atualmente está o aumento das temperaturas no ambiente urbano, resultante de alterações na estrutura e na cobertura da superfície terrestre (Stewart e Oke, 2012). Essas alterações afetam o clima local de duas principais maneiras: a mudança na estrutura altera o fluxo de vento, o transporte de calor e o balanço de radiação, enquanto a mudança na cobertura da superfície modifica o albedo, a disponibilidade de umidade e o potencial de resfriamento ou aquecimento do solo (Moreira *et al.*, 2021). Assim, a temperatura da superfície terrestre (TS) tem se tornado um parâmetro físico relevante em estudos ambientais, de saúde pública, de planejamento urbano e de mudanças climáticas (Patel *et al.*, 2024), devido à sua influência direta na saúde humana, bem como seus impactos na biodiversidade e na produtividade ambiental (Stewart e Kremer, 2022; Matias e Lopes, 2024).

Diversos trabalhos têm empregado imagens bandas ópticas e termais de satélites na investigação da relação entre o uso e a cobertura do solo e a TS em diferentes áreas ao redor do mundo. Barbieri *et al*. (2018), por exemplo, utilizaram imagens do Landsat 8 para estimar a temperatura de superfície no município de Modena, Itália, de 2014 a 2017. Os autores verificaram uma variação máxima de 6,4 °C nos valores de TS entre o centro da cidade e a zona rural, confirmando a presença de fenômenos como a ilha de calor urbana mesmo em

um município de tamanho médio, como Modena. Guilherme *et al.* (2020) empregaram imagens do mesmo satélite no mapeamento da vegetação, urbanização e TS na zona urbana (e entorno) do município Coari, Amazonas, Brasil, nos anos de 2015 e 2017 e os resultados mostraram que as áreas urbanizadas apresentaram temperaturas até 7 °C superiores às regiões densamente vegetadas. Já os estudos de Shafiq *et al.* (2022) revelaram elevações nos padrões de TS em aproximadamente 80% do Vale do Caxemira, nordeste do Himalaia, devido à conversão de áreas de agricultura em horticultura e áreas construídas.

Neste contexto, o presente estudo utilizou imagens de satélite Landsat na estimativa da TS no município de Itajubá, Minas Gerais, Brasil, no período de 2014 a 2021, relacionando esses dados com as mudanças do uso e cobertura do solo no período. O município de Itajubá tem ampliado seus limites urbanos nos últimos anos, como evidenciado por Santos *et al*. (2021). Essa expansão, prevista pelo Plano Diretor Municipal (Lei 3352/2019), é impulsionada pela presença de universidades, polos industriais, bem como pela localização estratégica do município em relação às grandes capitais da região Sudeste: Belo Horizonte (445 km), São Paulo (261 km) e Rio de Janeiro (318 km) (Félix *et al.* 2019).

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Área de Estudo

Esse estudo foi realizado no município de Itajubá (Figura 1), localizado no sul do Estado de Minas Gerais, mais especificamente situado nas coordenadas geográficas latitude 22º33’0” S e 22º18’0” S e longitude 45º32’0” W e 45º12’0” W. O município tem uma área de 294,83 km² de extensão, população estimada em 93.073 habitantes (IBGE, 2022) e como características climatológicas, apresenta um verão quente e úmido e invernos mais secos e com temperaturas mais amenas (Reboita *et al*., 2015).

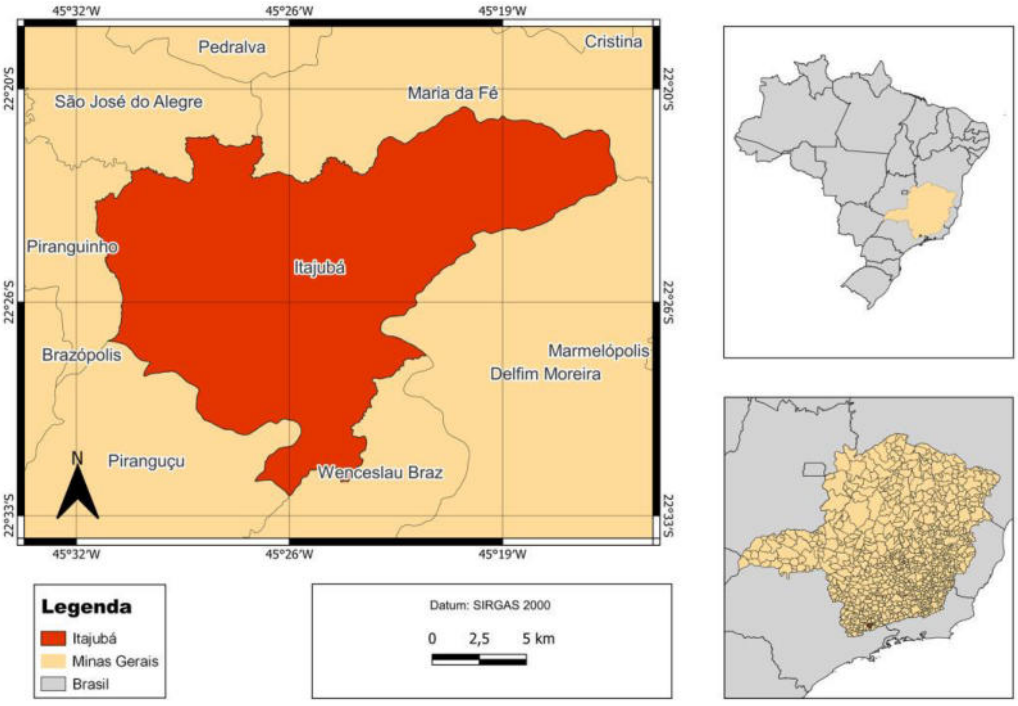


Fig. 1 Localização do município de Itajubá no sul de Minas Gerais- Brasil.

O relevo caracteriza-se por uma topografia ondulada-montanhosa, com a maior parte da área (49%) apresentando declividades variando entre 20% e 45%. Além disso, a vegetação da região possui características do tipo Mata Atlântica, contudo, as características naturais da região têm sido alteradas devido as pressões antrópicas (Teixeira *et al.*, 2022)

2.2 Procedimentos metodológicos

A análise da mudança de uso e cobertura do solo do município de Itajubá nos anos de estudo (2014 e 2021) foi realiza por meio dos dados da coleção 8.0 de 2022 do projeto MapBiomas. A escolha dos anos de estudo, por sua vez, tomou como ponto de partida o processo de expansão urbana que a cidade vem enfrentando nos últimos anos, com a construção do Parque Municipal de Itajubá e de diversos novos loteamentos realizados na cidade.

Após o *download* das imagens, foi realizada a reprojeção das coordenadas para coordenadas geográficas UTM, zona 23, hemisfério Sul (em que se encontra a área de estudo) através do *Software* QGIS versão 3.24.1. O próximo passo consistiu em classificar as classes de acordo com a tabela de atributos fornecida pelo projeto MapBiomas. Para o município de Itajubá, as seguintes classes foram identificadas: formação de floresta, floresta, pastagem, cana de açúcar, mosaico de usos, área urbana, outras áreas não vegetadas, água, culturas temporárias, café e outras culturas perenes. A fim de se obter uma melhor visualização e otimização dos dados algumas classes foram agrupadas, gerando as seguintes classes: florestas (que abarca as classes formação de florestas e florestas) e culturas (que abrange as classes cana de açúcar, culturas temporárias, café e outras culturas perenes). Vale destacar que a classe "mosaico de usos" foi mantida, pois é uma classe que se enquadra dentro da divisão "agricultura", sendo áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura (MapBiomas, 2023). O perímetro urbano de Itajubá também foi delimitado, para permitir uma análise mais precisa das mudanças ocorridas na área urbana da cidade.

Para a obtenção da TS no município, foram utilizadas imagens termais (banda 10) do satélite Landsat 8 disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) (*https://earthexplorer.usgs.gov/*). Foram selecionadas imagens com até 10% de cobertura de nuvens para não prejudicar as análises e datas nas estações do ano (verão e inverno), a fim de entender a relação entre a TS e a dinâmica do uso do solo no município. Ademais, optou-se pelos anos de 2014 e 2021, por serem anos com grandes mudanças no meio físico do município, como, por exemplo, a construção o Parque Municipal. As imagens escolhidas datam-se dos dias 01 de fevereiro de 2014 e 09 de abril de 2021, reforçando a dificuldade de obtenção das imagens em datas semelhantes devido ao emprego do filtro de baixa cobertura de nuvens. No QGIS, com o auxílio do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (Congedo, 2016), as bandas termais do Landsat 8 passaram por correção atmosférica a partir do método *Dark Object Subtraction* (DOS) a fim de reduzir os efeitos atmosféricos sobre os dados. Por meio dos arquivos de metadados e informações disponibilizadas pelo USGS, os dados foram então convertidos para radiância (Lλ) e depois para temperatura de brilho no topo da atmosfera (T) em graus Celsius, pelas Equações 1 e 2, respectivamente, utilizando o mesmo *plugin*:

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde:
Lλ: Radiância espectral TOA [Watts / (M².srad.µm)];
M_L: Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 do TIRS (termal);
Q_{cal}: Valores de pixel do produto padrão (ND) quantizados e calibrados;

A_L: Fator aditivo de redimensionamento da banda constante no arquivo de metadados;

$$T(°C) = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda}+1\right)} - 273{,}15 \quad (2)$$

Onde:
T: Temperatura de brilho em graus Celsius;
$K2$: Constante de calibração 2 [K] (para Landsat 8 = 1321,0789);
$K1$: Constante de calibração 1 [W/ (m² sr µm)] (para Landsat 8 = 774,8853);
$L\lambda$: Radiância espectral TOA;
273,15: Valor subtraído para conversão de graus Kelvin em graus Celsius.

Por fim, para validação dos mapas obtidos nesse estudo, foram usados dados de TS fornecidos pelo site Nasa Giovanni (*https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/*). Esta plataforma proporciona uma série de observações e medidas obtidas por satélite, incluindo a temperatura de superfície utilizada no trabalho. Os dados de TS obtidos foram provenientes do sensor AIRS (*Atmospheric Infrared Sounder*), no qual são usados dados hiperespectrais provenientes da região do infravermelho termal. Na plataforma, a partir da opção *Time Series of Area-Averaged*, foram extraídos os valores de TS, cujo resultados são uma média da temperatura de superfície para uma área dada pelo retângulo envolvente selecionado para área de estudo. Como a resolução espacial do AIRS é de 1º, procurou-se delimitar um retângulo envolvente dentro da área de estudo. Ademais, a série escolhida foi mensal, sendo possível baixar os dados e inseri-los em uma planilha Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a investigação proposta, considerando toda a extensão da área de estudo, foram gerados os mapas apresentados nas Figuras 2 e 3, que correspondem, respectivamente, à distribuição das classes usos e cobertura do solo para anos de 2014 e 2021 em Itajubá.

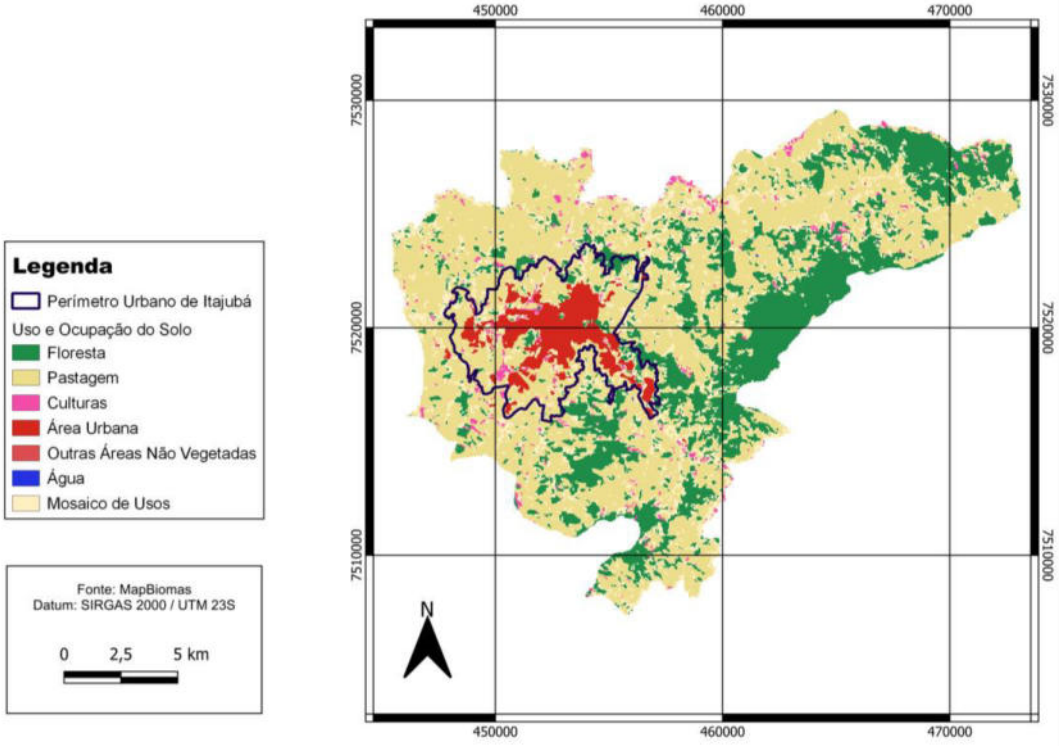


Fig. 2 Mapa de Uso e Cobertura do Solo de Itajubá, Minas Gerais, Brasil (2014)

Fonte: Adaptado MapBiomas.

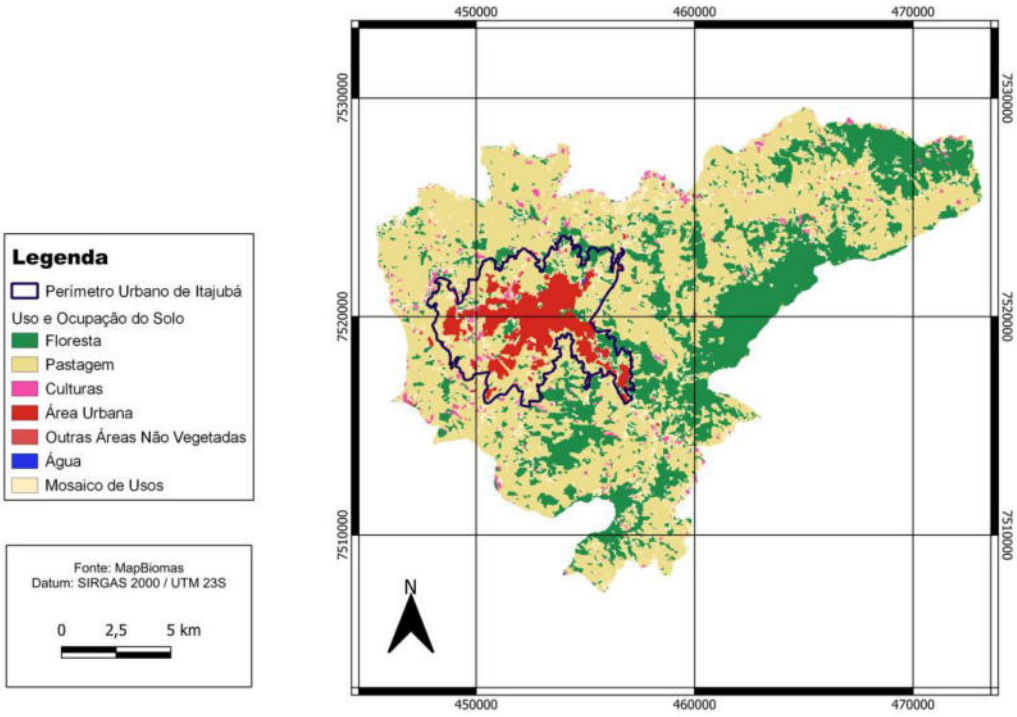


Fig. 3 Mapa de Uso e Cobertura do Solo de Itajubá, Minas Gerais, Brasil (2021)
Fonte: Adaptado MapBiomas.

Por meio dos mapas gerados nesta etapa, foi possível observar as alterações do comportamento do uso do solo nos anos de 2014 e 2021. A Tabela 1 apresenta a variabilidade dos usos, com a área em km^2 de cada classe e sua variação (em porcentagem) de forma relativa (diferença referente ao ano mais recente) e absoluta (considerando toda área do município). Os valores em verde retratam o aumento da classe em relação ao ano mais recente, enquanto os valores em vermelho exprimem o oposto.

Tabela 1 Variação do uso e cobertura do solo no município durante nos anos de 2014 e 2021

Uso e ocupação do solo	Área km² (2014)	Área km² (2021)	Diferença km² (2021 - 2014)	% Diferença (2021 - 2014)	% Absoluta da área (2021)
Floresta	76,80	85,83	9,03	12%	29%
Pastagem	150,48	162,31	11,83	8%	55%
Culturas	5,97	6,06	0,09	2 %	2%
Mosaicos de Usos	49,17	29,19	-19,98	-41%	10%
Área Urbana	14,09	15,20	1,11	8%	5%
Outras áreas não vegetadas	0,32	0,31	-0,01	-3%	0,1%
Água	0,04	0,07	0,03	75%	0,02%

Analisando os dados apresentados na Tabela 1, é possível observar que as classes de floresta e pastagem ocupam uma maior área dentro do perímetro do município, com 55% e 29%, respectivamente. Uma expansão nas áreas de floresta considerando o ano mais recente (2021), com aumento de 12% nessa classe foi observada. As áreas de pastagem também tiveram uma parcela considerável de aumento (8%), justificando a utilização das áreas voltadas para a produção agropecuária. Isso corrobora com o trabalho apresentado por Teixeira *et al.* (2022) que constataram o aumento de áreas de pastagem na Reserva Biológica

Municipal Serra dos Toledos (RBMST) e sua zona de amortecimento, localizadas na área de estudo. Para a classe corpos d'água, não foi observada a representação nessa escala do rio Sapucaí que corta a cidade e o aumento expressivo observado (75%), mesmo que a área seja pequena, deve estar relacionado a construção do lago artificial no parque de Itajubá no ano de 2016. No que tange a classe de área urbana, foi observado um aumento de 8% de sua área, justificado pela expansão urbana do município.

A Figura 4 apresenta, em mesma escala, os resultados de TS para as datas dispostas na Tabela 2, seguindo a numeração de forma ordenada dos mapas gerados. Procurou-se estabelecer comparação no verão e inverno dos anos 2014 e 2021, incluindo anos nesse interim, como o ano de 2013 e 2020. Os parâmetros de aquisição dificultaram a obtenção de imagens de satélite em datas semelhantes. O verão de 2021 teve uma maior concentração de nuvens, dificultando a escolha da data para a imagem e fazendo com que a imagem selecionada fosse do início de abril, coincidente com o começo do outono.

Tabela 2 Datas de aquisição das imagens para análise da TS

Número	Data
1	01 de fevereiro de 2014
2	16 de abril de 2021
3	10 de setembro de 2013
4	13 de setembro de 2014
5	28 de agosto de 2020

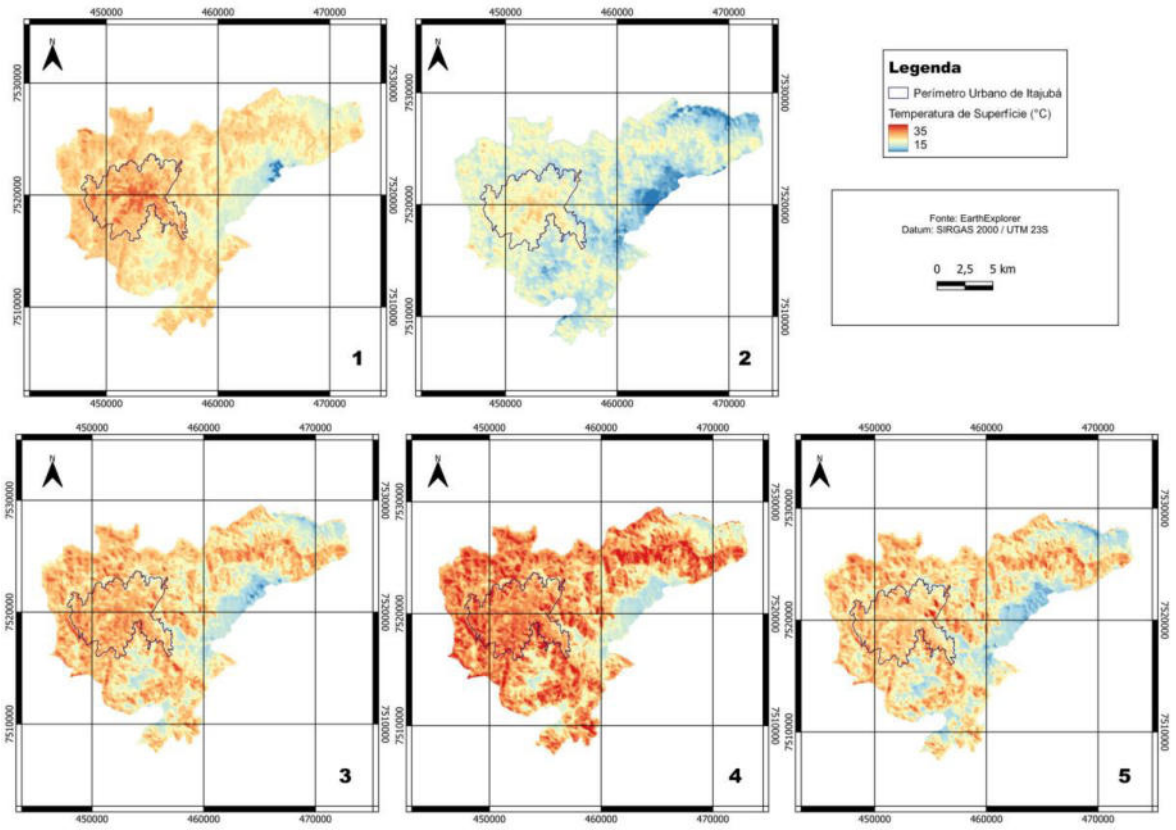


Fig. 4 Mapas comparativos de TS no município de Itajubá

Para o ano de 2014, nota-se uma coloração predominantemente avermelhada, indicando maiores temperaturas tanto no verão quanto inverno desse ano (Figura 4 - Item 1e 4). Já nos mapas de número 2 e 5, constata-se temperaturas mais brandas quando se comparadas aos demais. No verão de 2014 (Figura 4 - item 1), a maior temperatura de superfície registrada foi de 33,67ºC, enquanto a menor foi 12,58ºC. Já para o ano de 2021 (Figura 4 - item 2), as maiores e menores TS foram de, respectivamente, 27,23ºC e 11,80ºC. Como pode ser observado, o ano de 2014 apresentou maior temperatura, cerca de 6 ºC a mais do que 2021.

Para entender melhor a diferença de temperatura ao longo dos anos estudados, é preciso compreender a razão de temperaturas mais elevadas no ano de 2014. Entre os anos de 2013 e 2015, a região sudeste do Brasil enfrentava uma forte seca que promoveu uma crise hídrica e grandes impactos naquele período. Além disso, nos anos seguintes, de 2015 e 2016, ocorreu a fenômeno *El Niño* no país (Machado, 2020). Tais impactos foram evidenciados nos verões de 2013/2014, quando se constatou um déficit de precipitação exacerbado, marcando aquela época como um período de escassez de chuvas (Marengo, 2014).

Através da comparação visual entre os mapas de uso e cobertura do solo (Figuras 2 e 3) com as temperaturas de superfície no perímetro urbano de Itajubá (Figura 4), é possível observar, ainda, que, em áreas urbanizadas, a temperatura tende a ser maior quando comparada a locais com presença de vegetação, como no caso da RBMST localizada a oeste do município. Esse comportamento térmico deve-se ao poder refletivo (albedo) dos materiais urbanos (Sousa e Ferreira, 2012). Nota-se que regiões com grande valor de albedo apresentam maiores temperaturas, ao passo que regiões vegetadas apresentam temperaturas consideravelmente menores. Embora regiões urbanizadas apresentem maior albedo, isto é, maior capacidade de refletir a radiação solar incidente, a baixa disponibilidade de água para evaporação nessas

áreas concentra a energia disponível quase que totalmente em aquecimento (calor sensível) (Guilherme *et al.*, 2020). Já nas áreas densamente vegetadas, apesar da radiação ser absorvida em quantidade muito maior, as temperaturas são mais amenas, demonstrando que grande parte da energia é canalizada para o processo de evapotranspiração, promovendo assim um grande efeito termohidrorregulador no ambiente (Biudes *et al*., 2015).

Comportamento semelhante foi observado em outros estudos, a exemplo de Barbieri *et al.* (2018), que utilizaram imagens do satélite Landsat 8 para estimar a temperatura da superfície no município de Modena, Itália, de 2014 a 2017, constatando uma variação máxima de 6,40°C nos valores de TS entre o centro da cidade e a área rural. Já Guilherme *et al.* (2020) empregaram imagens do mesmo satélite para mapear a vegetação, a urbanização e a TS na zona urbana e arredores do município de Coari, Amazonas, Brasil, nos anos de 2015 e 2017. Os resultados mostraram que as áreas urbanizadas apresentaram temperaturas até 7,00°C mais altas do que as regiões densamente vegetadas. Os autores destacaram a importância da arborização em centros urbanos, em especial nas regiões quentes, como é o caso da Amazônia ocidental, região na qual o município de Coari está inserido.

Pereira et al. (2017), por sua vez, focaram sua análise no espaço urbano da cidade de Montes Claros, Minas Gerais, no período de 1990 a 2010, com o objetivo de verificar se a expansão urbana causou problemas térmicos. Utilizando imagens do satélite Landsat 5 TM, os autores observaram um aumento de 10,00°C na temperatura média durante o período analisado, passando de uma média de 24,50°C em 1990 para 34,50°C em 2010.

No que se refere a Itajubá, a validação do comportamento da TS obtido pela metodologia proposta foi feita utilizando-se os dados do sensor AIRS, sendo a série temporal dos dados mensais apresentados na Figura 5. Como pode ser visto, as temperaturas mais elevadas são consistentemente confirmadas para o mês de janeiro de 2014, assim como observados nos mapas de TS gerados. No caso do inverno de 2014, também se observa temperaturas elevadas para essa época do ano em comparação aos demais anos.

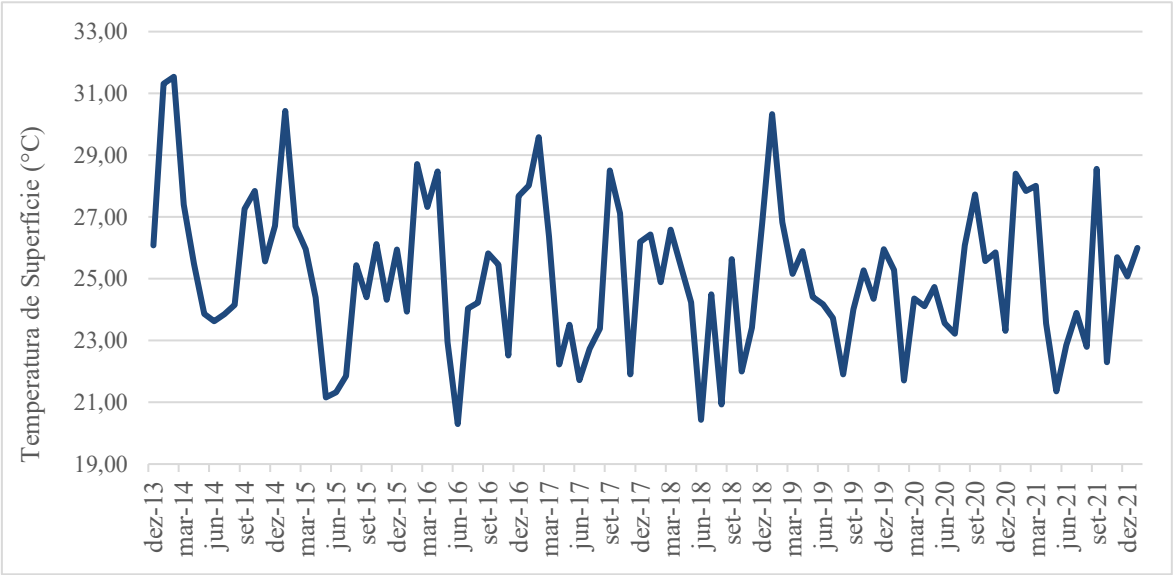


Fig. 5 Variação da temperatura de superfície para região de Itajubá-MG, entre os anos de 2014 até 2021 a partir dos dados do sensor AIRS

A Figura 6 apresenta o mapa de TS do ano de 2021 com as áreas de maiores mudanças, objetivando-se identificar as áreas com expansão urbana no município entre os anos estudados. Entre as áreas numeradas tem-se a construção do Parque Municipal de Itajubá [1] e novos loteamentos: no bairro Rebourgeon [2], no bairro Açude [3] e nas proximidades do bairro Medicina [4]. No Quadro 1 são evidenciadas essas alterações com mais detalhes, e como pode ser observado, houve a conversão de áreas de vegetação em solo exposto ou em locais de construções.

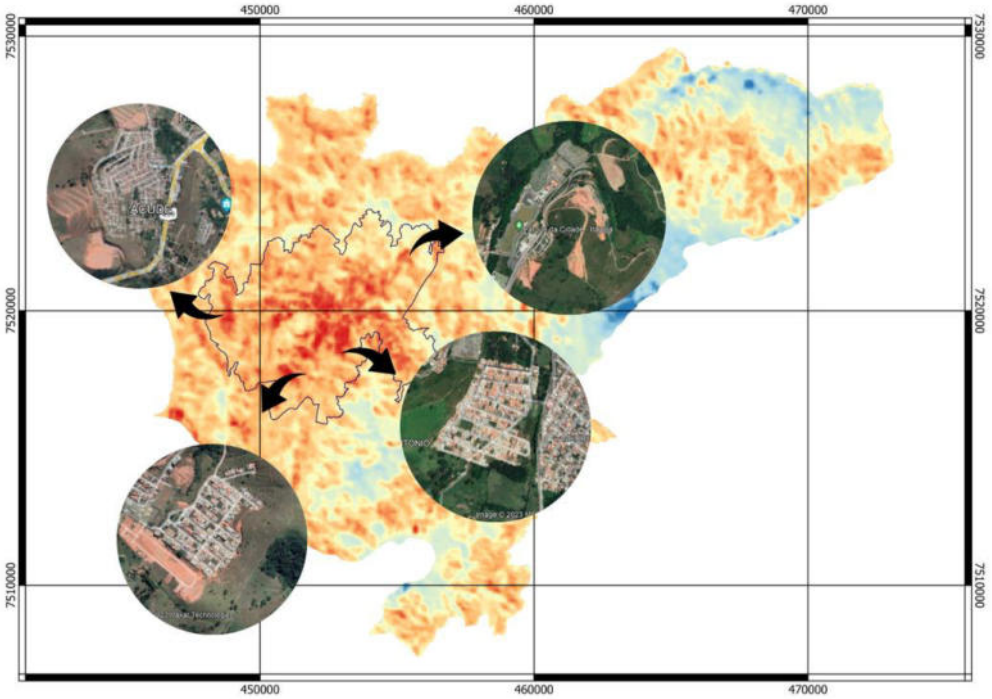


Fig. 6 Áreas com expansão urbana no ano de 2021

Quadro 1 Comparação do uso e ocupação do solo de áreas do município de Itajubá ao longo dos anos

N°	Ano de 2014	Ano de 2021
1		
2		
3		
4		

Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

4 CONCLUSÃO

No presente estudo constatou-se o aumento de 8% em áreas urbanas e pastagens no município de Itajubá entre os anos de 2014 e 2021. No entanto, classes como floresta, grande aliada na amenização da temperatura, também teve um aumento significativo de 12% de sua área.

Em relação a temperatura, o ano de 2014 merece destaque, sendo este um ano atípico e com padrões de temperatura anômalos. Definido como um ano pré fenômeno do El Niño e dentro de um período de grandes secas, as temperaturas de superfície registradas naquele ano foram bastante elevadas em comparação aos anos seguintes. A temperatura de superfície máxima registrada no ano de 2014 foi de 33,67ºC, enquanto a menor foi 12,58ºC. Já para o ano de 2021, as maiores e menores TS foram de, respectivamente, 27,23ºC e 11,80ºC.

Ademais, tal efeito pode ser bem observado nos mapas de comparação entre os anos, em que as escalas de temperaturas foram igualadas para que se pudesse fazer uma comparação direta entre eles. Nesses mapas, foi claramente possível observar altas temperaturas nos períodos de 2013/2014 confirmadas pelos dados do sensor AIRS, obtidos na plataforma Nasa Giovanni.

Em suma, para uma análise mais apurada e com mais detalhes do clima em uma determinada região específica, seria de grande relevância o acompanhamento dos dados e, até mesmo, a realização de medições *in loco*, para uma apuração e concretização dos estudos. Assim, seria possível contar com dados ainda mais precisos, o que enriqueceria o estudo da temperatura de superfície na região.

5 REFERÊNCIAS

Barbieri, T., Despini, F. e Teggi, S. (2018) A Multi-Temporal Analyses of Land Surface Temperature Using Landsat-8 Data and Open Source Software: the case study of Modena, Italy**. Sustainability**, 10(5), 1678.

Biudes, M. S., Vourlitis, G. L., Machado, N. G., Arruda, P. H. Z., Neves, G. A. R., Lobo, F. A., Neale, C. M. U. e Nogueira, J. S. (2015) Patterns of energy exchange for tropical ecosystems across a climate gradient in Mato Grosso, Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, 202, 112-124.

Congedo, L. (2016) Documentação do plug-in de classificação semiautomática. Lançamento, 4, 29.

Felix, R. R. O. M., Alves, V. e Lima, J. P. (2019) Gestão do uso do solo no entorno do Rio Sapucaí em Itajubá (MG). **Urbe**, Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20170180.

Guilherme, A. P., Biudes, M. S., Mota, D. S. e Musis, C. R. (2020) Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície. **Sociedade & Natureza**, 32, 539-550.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2020). IBGE Cidades: Panorama de Itajubá. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama. Acesso em: 10 jul. 2024.

Machado, J. P., Miranda, G. S. B., Gozzo, L. F. e Custódio, M. S. (2020) Condições atmosféricas associadas a eventos de ressaca no litoral sul e do sudeste do Brasil durante o El Niño 2015/2016. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 34, 529-544.

Marengo, J. A. (2014) O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, 103, 25-32.

Matias, M. e Lopes, A. (2024) LCZ thermal and exoatmospheric albedo assessment using Landsat 8 land surface temperature and reflectance dataset: case study of Lisbon. **Remote Sensing Applications:** Society and Environment, 34,101163.

Moreira, A. B., Nóbrega, R. S., Mendes, T. G. L., Santos, P. F. C. e Zamparoni, C. A. G. P. (2021) O fator de visão do céu e o clima urbano na cidade do Recife-PE/ Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, 28, 28-47.

Patel, S., Indraganti, M. e Jawarneh, R. N. (2024) A comprehensive systematic review: impact of land use/ land cover (LULC) on land surface temperatures (LST) and outdoor thermal comfort. **Building and Environment**, 249, 111130.

Pereira, B. R., Mees, M. B., Leite, M. R. e Magalhães Filho, R. (2017) Análise da gestão ocupacional em Montes Claros – MG: Impactos do uso do solo e suas consequências na temperatura de superfície. **Revista Cerrados**, 15(1), 285-311.

Projeto MapBiomas (2023) Coleção 8.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/ Acesso em: outubro, 2023.

Reboita, M. S., Oliveira, D. M., Freitas, C. H., Oliveira, G. M. e Pereira, R. A. A. (2015) Anomalias dos Padrões Sinóticos da Atmosfera na América do Sul nos Meses de Janeiros de 2014 e 2015. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 4(4), 01-12.

Santos, K. B., Souza, I. E. M., Teixeira, D. L. S., Pons, N. A. D., Azevedo, S. C. e Martins, M. V. L. (2021) Uso conflitivo do solo em Áreas de Preservação Permanente da sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá/MG. Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável, 9, São Paulo: Unesp, pp. 1251.

Shafiq, M.U., Tali, J.A., Islam, Z.U., Qadir, J. e Ahmed, P. (2022) Changing land surface temperature in response to land use changes in Kashmir valley of northwestern Himalayas. **Geocarto International**, 37(27), 18618-18637.

Sousa, S. B. e Ferreira Júnior, L. G. (2012) Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO). **Raega**, 26, 75-99.

Stewart, I. D. e Oke, T. R. (2012) Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 1, 1879-1900.

Stewart, J. D. e Kremer, P. (2022) Temporal change in relationships between urban structure and surface temperature. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 49(9), 2297-2311.

Teixeira, D. L. S., Oda, P. S. S., Marciano, A. G., Di Lorenzo, S., Riondet-Costa, D. R. T., Pons, N. A. D. e Azevedo, S. C. (2022) Bioma Mata Atlântica: análise temporal da pressão antrópica em unidade de conservação de proteção integral e seu entorno. **Entre Lugar**, 13, 61-90.

POR UM DESENVOLVIMENTO URBANO PARTICIPADO: ENGAJAMENTO CIVIL E INOVAÇÃO SOCIAL NO *QUARTIERE DI VIA ARQUATA*, EM TURIM (ITALIA)

A.A.Almeida, A.T.B.Alvim, J. Schröder

RESUMO

As diversas formas de cidadania ativa, incentivadas pela sociedade, por investigadores e por gestores públicos, tem apresentado, nas últimas décadas, avanços e retrocessos no atendimento às demandas urbanas. O protagonismo civil, caracterizado por ações comunitárias autônomas, costuma inovar na superação dos desafios locais, mesmo com escassez de recursos, com propostas circulares, fruto de vivências compartilhadas e aprendizado mútuo. O presente artigo objectiva apresentar uma prática de engajamento civil na Itália e contribuições ao planejamento urbano participado. A metodologia, de natureza qualitativa-exploratória-interpretativa, adota revisão de literatura e pesquisa documental. Utiliza-se, como critério de análise, o "esquema hidráulico" da abordagem territorialista, um diagrama gráfico-conceitual de compreensão do território para promoção do "desenvolvimento local". Como resultado, observou-se a inovação social como recurso e energia que, tanto em práticas autônomas como em institucionais, pauta-se no mútuo aprendizado entre saberes e conhecimento técnico, catalisado por demandas locais, com potencial de renovação da governança local.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o exercício da cidadania ativa tem sido incentivado pela sociedade, por gestores e por pesquisadores ao redor do mundo, resultando nos processos de participação social. As experiências de planejamento urbano participado demonstram avanços e retrocessos quanto ao atendimento das demandas sociais, principalmente a nível local. (Davis, 2006; Moulaert *et al*. 2007,). Abordagens mais recentes na administração pública e na investigação acadêmica têm buscado uma maior aproximação com os cidadãos e com as relações territoriais locais, de forma a entrar em contato com experiências criativas, desenvolvidas formal ou informalmente, como formas de superação dos desafios urbanos. Tais relações, conhecidas por engajamento ou protagonismo civil, normalmente atuam coletiva e independentemente mesmo em um ambiente de carências técnicas e de recursos, mostrando grande potencial de enfrentar ou mesmo solucionar questões locais com certo grau de complexidade. Essa discussão é relevante para o conhecimento técnico-acadêmico, para o poder público e para o Terceiro Setor, já que

análises sobre governança participativa nas últimas décadas (Davis, 2006; Moulaert *et al*. 2007; Massari, 2020), mesmo apontando para a importância dos agentes em posições intermediários nas relações entre poder público e sociedade civil, apresentam poucos resultados "horizontais", pelo desequilíbrio nas relações imposto por padrões "verticais" na governança local (Santos, 2005, p. 256).

> [...] as principais ONGs [estão] presas às planilhas dos doadores internacionais e os grupos comunitários igualmente dependentes de ONGs internacionais. [...] Apesar de toda a retórica retumbante sobre democratização, autoajuda, capital social e fortalecimento da sociedade civil, as verdadeiras relações de poder nesse novo universo das ONGs são parecidíssimas com o clientelismo tradicional." (Davis, 2006, p. 85)

> È [o Terceiro Setor] uma real *alternativa* [*sic*] ao estado ineficiente e às organizações de mercado ou apenas um álibi para redução do *Welfare State*? [tradução nossa] (Moulaert *et al*, 2007, p. 21)

Compreendemos o Terceiro Setor como agente intermediário (Massari, 2020) importante para o fortalecimento das potencialidades territoriais, contribuindo para maior autonomia das comunidades, com aprimoramento atributos do lugar, principalmente na produção circular de conhecimento e autonomia nas decisões. Ao contribuir com o empoderamento social como forma de enfrentamento do "neo-clientelismo" (Davis, 2006), as comunidades locais potencializam o aprendizado mútuo. Saberes locais nascem de práticas e vivências, superando, na conexão territorial, o conhecimento técnico, oriundo da observação, do estudo, da experimentação. O compartilhar de conhecimento e saberes é uma estratégias de desenvolvimento sustentável, com potencial de inovação pela autonomia e pela criatividade coletiva. O presente trabalho aborda, assim, a cidadania ativa para além da participação local; como iniciativa local e auto-determinação nos processos de decisão, o que requer novas aprendizagens sociais e institucionais com para evolução da governança urbana local. Considerando a presença italiana entre experiências consideradas inovadoras, este artigo objectiva apresentar o projeto de iniciativa cidadã com recursos públicos *Contratto di Quartiere di Via Arquata*, na cidade de Turim, na Itália, extraindo reflexões sobre participação e inovação social e sua relação com o desenvolvimento sustentável.

A metodologia, de natureza qualitativa-exploratória-interpretativa, adota revisão de literatura, com pesquisa documental relativa à iniciativa selecionada. O referencial conceitual aborda planejamento urbano, criatividade e inovação social a partir da obra de Stefan Krätke (2011), com contribuições teóricas das experiências de Bologna estudadas por Massari (2020) e Valentina Orioli & Martina Massari (2023). Como modelo de análise adotamos o esquema de "projeto local" da Escola Territorialista Italiana (Magnaghi, 2012), observando os elementos que compõem o patrimônio territorial (os sedimentos territoriais do tipo material e cognitivo) e o *status* de cada lugar (as energias presentes de inovação e contradição: atores sociais e tecnologia disponível).

2 CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL

Em fins do século XX, Harvey (2000) analisou a sociedade pós-moderna globalizada. Ele observou uma forte tendência à fragmentação, onde, no seu sentido perverso, delineava-se um futuro de acentuação das desigualdades, estigmas e estereótipos; ao invés da iluminação, aceitação e valorização da diversidade. Nesse padrão, as intervenções urbanas contribuem para a exclusão e segregação, mantendo o *status quo* econômico e político

insustentável. Em resposta, a participação com autodeterminação das comunidades precisa tornar-se política pública, e não mera retórica, incorporada no planejamento urbano como potencialidades "horizontais" dos territórios locais, em direção a uma "outra globalização" (Santos, 2001; 2005). Os recursos locais contribuem com a difusão da informação, produção de conhecimento e tomada de consciência, em especial, quanto ao direito de produzir seu próprio território (Almeida, Alvim, 2024), na forma de cidadania ativa. Nas últimas décadas, algumas experiências surgem como mudança de paradigma, do planejamento municipal unilateral em direção ao planejamento local compartilhado. Ações *top-down* tem sido substituídas por métodos *bottom-up*, reorientando-se o "privilégio" de condução dos territórios. Agentes locais, "beneficiários-espectadores" de políticas públicas, convertem-se em "atores" na construção dos resultados.

Contudo, o paradigma inverso é preponderante, significando comunidades sem poderes no planejamento urbano, principalmente aquelas que vivenciam a escassez, convertendo-se de "beneficiários" à condição de "impactados" dos projetos. A "escassez" aqui é no sentido material, quanto a bens e recursos na lógica capitalista de consumo, e territorial, o que inclui também o sentido imaterial, quanto à consciência, autonomia, poderes e direitos. A superação das vulnerabilidades territoriais passa pela transição para um modelo *bottom-up* de planejamento urbano, incorporando-se a compreensão das redes territoriais locais e das forças horizontais e verticais que sobre elas atuam (Santos, 2005). Busca-se, através de um círculo virtuoso de incremento das capacidades locais de inovação (Schröder *et al.*, 2023), redirecionar tendências através da criatividade local para produzir benefícios coletivos, como empoderamento e fortalecimento da cidadania ativa (Almeida, Alvim, 2024),

Segundo Krätke (2011, p.3), criatividade é uma capacidade individual que, através da interação interpessoal, produz novos conhecimentos, acarretando em alteração nas formas e modos de ver, compreender e atuar em determinado contexto ou objeto, podendo ser artístico, institucional, econômico, social, político, educacional e cultural. Diferente de dom e inspiração, a criatividade não ocorre isoladamente; depende da interação social, que estimula as capacidades de interpretação e reflexão crítica do indivíduo. Ou seja, depende das redes de relações que, em processos significativos para atores e grupos envolvidos, estimulam a criação de novos recursos territoriais. Da simbiose entre redes e criatividade nasce, então, a inovação, ou o coletivo da criatividade, fruto da "interconexão entre os diversos recursos e conhecimentos territoriais." (Krätke, 2011, p. 6-7)

Atentamos à conversão do conceito em rótulo. Krätke (2011, p. 1) aponta que "a 'cidade criativa' pode se referir ao mais novo slogan de *place-marketing* a ser explorado na competição interurbana". Esse conceito pode ser usado politicamente desconectado das dinâmicas econômicas locais e dos contextos reais (Benevolo, 2007). Economia local não é entendida aqui como aquela centrada no capital, mas na sua origem etimológica (do grego: *ekos*, casa, ambiente; e *nomos*, norma, ordem, organização, cuidado), ou seja, a necessidade humana básica de executar tarefas, desenvolver técnicas e saberes sobre os territórios necessários ao cuidado do ambiente e de seus recursos de forma a se garantir a sustentabilidade da própria comunidade. Esse conflito conceitual leva ao reducionismo político da "capacidade de inovar", cooptada pela valorização do conhecimento e da alta tecnologia. Desconecta-se, da "criatividade social", da atuação autônoma, das técnicas e dos saberes locais, associados à criatividade apenas como atributos turístico-artesanal explorados no *city marketing*. "Desvelar a criatividade e a inovação representa uma particular estratégia no quadro-geral do dominante regime financeiro de acumulação" (Krätke, 2011, p. 1).

Criatividade e inovação são realizações coletivas, que surgem organicamente ou por processos conduzidos. "[...] não pode ser exclusivamente atribuída nem a uma classe social especifica nem a um setor econômico" (Krätke, 2011, p. 1). Mesmo em situações de indução *top-down*, como por financiamentos oriundos de políticas públicas, a inovação emerge apenas de demandas territoriais locais, inexistindo em processo que prescinde de interação social. "Ao ser compreendido pelo seu contexto socioeconômico onde atividades criativas se inserem, esse conceito afasta-se da noção padrão de criatividade como uma qualidade unicamente individual" (Krätke, 2011, p. 3). Não é uma questão de orgulho pessoal ou social; nem apropriação pelo *city marketing*. Criatividade e inovação não são rótulos, mas elementos territoriais imateriais resultantes das relações sociais e de respostas aos seus desafios. Frente às suas necessidades, a população define coletivamente, em redes locais ou mesmo globais, respostas necessárias: ações práticas, ativas e localizadas.

> Criatividade é o combustível das atividades produtivas da economia real. […] O florescente debate sobre "cidades criativas" surge da crescente competição inter-cidades do capitalismo contemporâneo (Harvey, 1989) Criatividade é o coração das capacidades inovativas, e [...] bem sucedidas contribuem para a competitividade econômica dos territórios urbanos. [tradução nossa] (Krätke, 2011, p. 2)

A origem da criatividade e da inovação está no protagonismo ativo, na busca coletiva por caminhos alternativos, ainda não trilhados, não limitados por normas, instituições ou organizações rigidamente estruturadas. Tais "alternativas" são entendidas, em alguns casos, como "insurgentes" (Miraftab, 2016): iniciativas e práticas de grupos sociais vulneráveis e de seus parceiros locais na elaboração de planos, projetos e intervenções a partir das vivências de quem compõe o território, viabilizando o "monitoramento e [a] avaliação contínua dos efeitos sócio-espaciais das políticas urbanas por parte de grupos localizados fora do aparato estatal." (Freitas, 2017, p. 02).

> [...] práticas de inovação social, [são] soluções às necessidades sociais não atendidas (da comunidade local, não necessariamente de todos/as), transformando [...] e, ao mesmo tempo, empoderando grupos excluídos. [...] inovação social é predominantemente um fenômeno empírico baseado na prática. [tradução nossa] (Massari, 2020, p. 229-230)

O engajamento público ou civil é essencial para incitar a criatividade e provocar respostas inovativas. Importante destacar que, havendo engajamento, as práticas de inovação social promovem também aprendizado mútuo, que depende de esforços intelectuais compartilhados, levando a resultados ainda não vistos, diferentemente das tendências ou cenários pré-determinados no planejamento tradicional. Nas palavras de Massari (2020):

> De forma a se levar a inovação social a acontecer, regulado em um quadro de planejamento e superando a fragmentação dos seus impactos, um modelo de planejamento deve permitir a valorização das capacidades dos lugares intermediários entre instituições e práticas. O relacionamento entre práticas de inovação social e planejamento urbano devem sair da co-existência para o compartilhamento em prol da mútua aprendizagem. Inovação social deve objetivar criar mudanças permanentes nas estruturas convencionais das políticas públicas urbanas, os quais poderiam desenvolver novos procedimentos e ferramentas de planejamento. [tradução nossa] (Massari, 2020, p. 232)

Em síntese, falar de inovação social no planejamento urbano significa valorizar a **criatividade e a inovação local ativa**, ou seja, esforços locais de trocas intelectuais de estímulo à criatividade em direção a respostas inovadoras aos desafios urbanos, ou seja, nunca antes alcançados naquele contexto. Isso depende claramente da aprendizagem mútua e circular como recurso local coletivo que influencia atores e práticas bem como as estruturas institucionais, as políticas públicas e todo o sistema de governança local.

A partir do estudo de experiências de engajamento civil da cidade de Bologna, Orioli e Massari (2023, p. 50) reconhecem várias formas de materialização da inovação social, tais como: a) uso do espaço urbano como forma de manifestações culturais (*street art*, dança urbana, instalações temporárias, eventos culturais); b) intervenções físicas de adequação ou renovação dos espaços públicos (reutilização de edifícios ou lotes vazios como em projetos de *pocket parks*, intervenções de segurança viária e de urbanismo tático); c) iniciativas comunitárias de apoio social no preenchimento de lacunas deixadas pelos serviços públicos ou pela inacessibilidade aos privados (compra coletiva e solidária de alimentos, cursos de idiomas comunitários, associações de serviços comunitários locais voltados à saúde, ao apoio psicossocial, ao esporte, à arte e à cultura); e d) ações que abordam formas diferentes de cuidados (ações coletivas de limpeza e embelezamento, criação de hortas e jardins comunitários). Utiliza-se aqui o conceito *lato* de cuidado (Krasny, 2019).

Essas são algumas formas de apropriação e intervenção autônoma nos territórios locais que promovem a interconexão entre inovação e urbanismo, contribuindo com o sentido de lugar, de acolhimento e pertencimento na população. A ideia do "sentido de lugar" tem avançado da conhecida noção de *placemaking* para o conceito do *place awareness*, *coscienza di luogo* ou consciência do lugar (Magnaghi, 2012). Quanto a isso, Orioli e Massari (2023, p. 51) identificam ainda alguns dos elementos necessários à geração criativa de "lugares": a) a identificação de interesses individuais com potencial para se converterem em coletivos; b) o anseio por se responder às necessidades locais, como aquelas de ordem de manifestação sociocultural, ou ligadas aos cuidados, à assistência, à economia local e à solidariedade; c) a existência ou disponibilidade acessível de recursos territoriais sejam eles organizativos, financeiros e/ou políticos-culturais; d) a constituição de formas de mobilização e agregação comunitária, como grupos territoriais espontâneos, organizações do Terceiro Setor, instituições locais cognitivas (Walliser, 2000; Petracca, Gallagher, 2020), coletivos de associações ligadas ao desenvolvimento local, infraestruturas sociais em rede, entre outros.

A construção conceitual conduzida até aqui, bem como os elementos de materialização e geração da criatividade e da inovação territorial, apresentam grandes equivalências com o "retorno do território" de Milton Santos (2005), bem como com o conceito de "re-territorialização" (Magnaghi, Giusti, 1989), posteriormente complementado pela proposta eco-territorialista de "desenvolvimento local eco-sustentável" (Magnaghi, 1998). Sobre esse último, uma síntese pode ser vista na tabela 1. A **abordagem territorialista** defende o fortalecimento dos atributos locais e da ideia de construção coletiva do território. Suas teorias trazem o desenvolvimento local eco-sustentável como o entendimento de que é impossível desconectar conceitualmente nem territorialmente o conceito de "local" da participação social e da sustentabilidade, ou seja, um equilíbrio entre necessidades humanas fundamentais, o direito à augo-governança da comunidade local e a qualidade ambiental (Magnaghi, 1998, p.115). Os territorialistas trazem um modelo de análise e propositivo para o usufruto do território respeitosa e inteligentemente contra o uso abusivo.

Tabela 1 Síntese teórica: Desenvolvimento local autossustentável

Método de análise	Interpretação crítica-empírica		Proposta de modelo de análise: "esquema hidráulico"
Discussão	Reinterpretação do conceito de "desenvolvimento local"	Novo conceito de "desenvolvimento local (auto) sustentável"	Autossustentabilidade como elemento estratégico para o desenvolvimento local
Interpretações	Falência das teorias e práticas desenvolvimentistas	Território é um sistema de alta complexidade (neoecossistema)	Cinco dimensões da sustentabilidade: ambiental, social, econômica, política e territorial
	Identidade dos lugares "da consciência de classe ao lugar da consciência"	Globalização de baixo para cima	Democracia comunitária

Source: Magnaghi e Giusti, 1989; Magnaghi, 1998; 2012; 2017.

A escola territorialista italiana tem sido revista, principalmente quanto a aplicação do conceito "auto-sustentável" aos territórios, cujo entendimento consolidado proposto por Raffestin (1993) de território como um sistema, com relações internas externas, "horizontais" e "verticais" (Santos, 2005), leva à ideia de sistema aberto. Feito esse destaque, é importante compreender que o territorialismo italiano segue importante por criar bases e princípios teóricos que contribuem para superação do debate eco-sustentável no sentido apenas ecológico, apresentando limites culturais e éticos ao modelo quantitativo de desenvolvimento global. Isso se dá por meio da construção de sensibilidades e capacidades transversais (para além de critérios técnicos, economicistas, legalistas ou políticos) em qualquer forma de atuação sobre os territórios locais.

Para isso, Magnaghi (2012; 2017) desenvolve um diagrama conceitual ou "esquema hidráulico" do projeto local (Magnaghi, 2012, p. 142); uma compreensão esquemática de linhas e fluxos interconectados organicamente como as relações territoriais. Aplica-se ao planejamento por repensar as intervenções no território, ou "re-territorializar" os projetos em prol do desenvolvimento local. O esquema se divide em parte estrutural, que compreende o patrimônio territorial existente e o *status* ou situação dos lugares; e parte estratégica, contendo um cenário propositivo.

A **estrutura territorial** é composta da seguinte forma:

1. Patrimônio territorial, composto pelos seguintes sedimentos territoriais:
   1.1. *MILIEU* (sedimentos cognitivos): sabedoria ambiental, modelo sociocultural, saberes produtivos e artísticos.
   1.2. PAISAGEM ou imagem territorial (sedimentos materiais): estruturas permanentes, persistentes ou invariantes, e neo-ecossistema ambiental.

2. *Status* dos lugares, composto pelo patrimônio territorial e pelas seguintes energias de inovação e contradição:
   2.1. Tecnologia apropriada;
   2.2. Atores sociais.

A **estrutura estratégica**, como parte propositiva do esquema para o desenvolvimento local sustentável, compõe-se de um modelo de cenário estratégico que leve a: modelos de avaliação; balanço ambiental e social; planos, projetos e políticas setoriais; instrumentos de consulta, participação e conciliação; e pactos locais para projetos integrados.

O cenário estratégico proposto no esquema é oriundo do patrimônio territorial e do *status* do lugar, conduzido assim pelos atores sociais, de acordo com as tecnologias disponíveis ou apropriadas. Por esse motivo, é capaz de direcionar as ferramentas de implementação desse modelo em prol de processos não apenas participados, mas autônomos, um condição indispensável à "reterritorialização" dos projetos locais. A abordagem territorialista leva então a **processos participados e autônomos de planejamento, projeto**; e intervenção com potencial de conduzir os projetos locais às inovações através do fortalecimento dos recursos e das articulações locais, do empoderamento, do engajamento e da autonomia comunitária, contribuindo à **reconversão do modelo de desenvolvimento vigente,** de características competitivas para colaborativas (Bagnasco, 2003, p. 101; Almeida, Alvim, 2024, p. 1059).

3 VIA ARQUATA EM TURIM: SINTESE ANALÍTICA DA EXPERIÊNCIA

Para observarmos a transição sociocultural necessária à "reterritorialização", ou seja, ao fortalecimento das potencialidades locais, principalmente quanto à autonomia comunitária, ao engajamento civil e à inovação social, apresentamos aqui alguns processos territoriais de articulação local no enfrentamento de desafios comunitários, buscando extrair contribuições ao planejamento urbano participado e ao desenvolvimento sustentável. As décadas de 1980 e 1990 são marcadas pela consolidação de experiências pioneiras nesse sentido (tabelas 2 e 3), como aquelas na Inglaterra, nos Estados Unidos, nos Países Baixos e na Itália (Sclavi *et al.,* 2002), assim como no Brasil, distinguido em 1996 pela *UN-Habitat II Conference* em Istambul (Bonduki, 1996).

Tabela 2 Planejamento participado / Experiências referência – quadro internacional

País	Experiência	Síntese
Inglaterra	*Planning For Real*	Método de planejamento participado desenvolvido entre as décadas de 1960/70 na *Education For Neighborhood Change* (*Nottingham University*) com contribuições das experiências de John Turner nas *barriadas* (Peru) e das "práticas deliberativas" de John Forester.
Estados Unidos	*Alternative Dispute Resolution Method*	Publicado em 1981 no livro "*Getting to Yes. Negotiating Agreement without giving in"* de Roger Fisher e William Ury, professores na *Harvard Law School* e membros da equipe de assessores do presidente Jimmy Carter, ele mesmo historicamente um dos maiores apoiadores das experiências participativas da organização *Habitat For Humanity©.*
Países Baixos	*Neighbourhood Committee*	Comitê de bairros do Plano de Urbanização Interprovincial no *Randstadt Holland* (1980's/1990's).
Itália	*Contratti di Quartiere*	Programa nacional de financiamento para recuperação urbana vinculado às Políticas Integradas e Participativas de Requalificação Urbana e Territorial de 1997 (Ministério Italiano de Obras Públicas)

Source: Sclavi *et al*., 2002.

Tabela 3 Planejamento participado / Experiências referência – quadro brasileiro

País	Experiência	Síntese
Brasil	*Diversas experiências*	▪ OP - Orçamento Participativo em Porto Alegre - RS (1989-1995) e em Betim – MG (1993-1995); ▪ A lei da PREZEIS (1987) e as ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social – no Recife (1991-1992); ▪ O programa de auditoria não governamental para o saneamento ambiental em Curitiba; e ▪ As experiências premiadas na Conferência UN-Habitat II (1996 em Istambul) de autoconstrução e autogestão em Fortaleza: Mutirão 50, Casa Melhor e a Escola de Planejamento Urbano e Estudos Comunitário promovidos pela ONG CEARAH Periferia.

Source: Bonduki, 1996.

Neste trabalho apresentaremos, de forma sintética, a experiência da comunidade de Via Arquata em Turim / Torino (Itália) no âmbito do *Contratti di Quartiere*. O planejamento para a **Via Arquata** foi desenvolvido pela gestão municipal (*Settore Periferie* / *Comune di Torino*) a partir de pressão popular por meio de representações locais (*Comitato spontaneo di quartiere*), com contratação, em 1995, da consultoria *Avventura Urbana* (fundada e coordenada pela arquiteta Iolanda Romano), para reconhecimento das necessidades e potencialidades da área. A implementação dos projetos desenvolveu-se a partir de 1997, no âmbito das Políticas Integradas e Participativas de Requalificação Urbana e Territorial, financiado pelo programa nacional de recuperação urbana denominado *Contratti di Quartiere*, promovido pelo Ministério de Obras Públicas, com intervenções em Turim a partir de 2002. (Sclavi *et al*., 2002,; Almeida, 2003)

A região de Via Arquata localiza-se cerca de três quilômetros a sul do centro histórico de Turim. Mesmo bem servida de serviços e infraestrutura, sua composição morfológica compara-se a um enclave urbano, segregado a sul e a leste por dois ramais ferroviários, a norte pelo viaduto da Avenida Dante, com acessos por essa mesma avenida e a oeste pela Avenida Turati. O conjunto edificado é composto por 42 edifícios habitacionais públicos de quatro andares com cerca de 900 habitações (de propriedade da IACP, hoje ATC – *Agenzia Territoriale per la Casa*), datados da década de 1920 com traços da arquitetura *Liberty (*termo utilizado na Itália para a Arte Nova ou *Art Nouveau*). Sua característica urbana mais marcante, além do isolamento do tecido urbano, é sua disposição, cujos miolos de quadra formam pátios internos de uso público e privado, e a presença de alguns pontos comerciais no térreo de algumas das edificações. De valor histórico, arquitetônico e paisagístico, é classificado como patrimônio pela *Superintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici.* Mesmo assim, encontravam-se na época da aprovação do projeto em forte estado de degradação (Sclavi *et al*., 2002, p.107-108; Almeida, 2003, p. 67) .

Entre os anos de 2002 e 2007 foram investidos cerca de três milhões de Euros/ano, com recursos do *Contratto di Quartiere di Via Arquata*, com intervenções de regeneração urbana nos espaços públicos e nos imóveis. O planejamento local foi desenvolvido coletivamente, com consultoria do *Gruppo Avventura Urbana*, que implementou métodos participativos de escuta ativa, instalando no bairro uma sede local, ou *tavolo sociale* (posteriormente a Agência para o Desenvolvimento Local) e uma sede institucional, ou *tavolo tecnico-politico* (Sclavi *et al*., 2002, p. 110-111). Fizeram parte do *tavolo sociale*

cerca de trinta associações locais além de representação da administração municipal (*Circoscrizione 1*) e do comitê dos habitantes. Além das instalações, foram feitas experiências de "negociação criativa", caracterizado por consultas e mobilização em formato de laboratório para o desenvolvimento local, com metodologia aberta, ajustáveis à medida que se monitorava os resultados. Foram aplicados métodos variados, tais como questionários, poste de escuta, *autobus* de consulta, entre outros. (Sclavi *et al*., 2002)

Em janeiro de 2024 procedeu-se com visita de campo ao território de Via Arquata para reconhecimento territorial e registros fotográficos, de forma a se evidenciar mudanças no espaço físico e social em relação ao que se conheceu em 2003. Perceberam-se os espaços renovados no seu desenho urbano e na requalificação dos edifícios, com destaque para a pavimentação, mobiliário urbano, jardinagem, sinalização e segurança viária. Do ponto de vista social, menor movimentação no espaço público do que o esperado pós-projeto e em comparação com outros pontos da cidade nos mesmos dias de visitas (com bastante animação pelo clima ensolarado e com temperatura amena para o período invernal). Identificou-se uma rede de instituições e novas associações locais (como *Associazione Spazio Nuova Arquata* e *Circolo Culturale Corso Parigi*) ou com atuação nacional (como *Kallipolis*), com alguns projetos em parcerias com agências públicas (ATC), universidades (*Politecnico di Torino*) ou entidades de fomento (*Fondazione Compagnia di San Paolo*). Identificamos também os sedimentos cognitivos (*milieu*) e materiais (paisagem) do patrimônio territorial (Magnaghi, 2012) assim como a existência de formas de materialização da inovação (Orioli, Massari, 2023, p. 50). Observaram-se também, para cada item, possíveis riscos à sustentabilidade do projeto.

Quanto ao patrimônio territorial e aos seus **sedimentos materiais**, o investimento parece ter alcançado as necessidades sociais relativas à regeneração espacial para os espaços públicos e edifícios, conduzido pelos processos participativos descritos durante as fases de desenvolvimento e aprovação dos projetos. Vale destacar, nesse sentido, a importância da rede financiamento, formada não apenas por recursos públicos nacionais e regionais, mas também provenientes da União Européia, com destaque para o *PoliCity* (2005-2010) destinados à redução ao custo energético para conforto térmico e eletricidade. Contudo, não foram identificadas evidências de revisão ou influência reversa, ou circular, nas políticas dos agentes públicos, em especial quanto à evolução nas formas de incentivo ao engajamento civil. Do ponto de vista dos **sedimentos cognitivos**, destaca-se de partida o caráter local como foco da política municipal e do programa *Contratti di Quartiere*, com exigências explícitas de engajamento direto dos residentes das comunidades objeto de intervenção. Nesse contexto, é salutar o fato da iniciativa de Via Arquata ter partido de pressões *bottom-up* que se converteram em um primeiro momento na contratação de consultoria para diagnóstico participativo (com escuta ativa), com posterior contratação de recursos no âmbito de políticas municipais e nacionais integradas de regeneração urbana e participação social. Por outro lado, percebeu-se uma contradição quando se fala de redes. Apesar da relevante rede de atores institucionais mobilizados para dar suporte às demandas locais em Via Arquata, não foi encontrada evidência de parcerias com as redes internacionais dentre as quais o Departamento Municipal de Regeneração Urbana faz parte (EU/UrbAct, *European Regeneration Areas Network – Quartier en Crise* / Qec-ERAN; *Banlieues d'Europe*, Inta – *International Urban Development Association*).

Ao que se refere às **formas de materialização da inovação**, parece-nos razoável dizer que o fato do projeto ter partido de iniciativa espontânea popular pode ter influenciado no desenrolar de novas parcerias para investimentos locais bem como nas experiências de

estímulo à apropriação social do bairro (seja quanto ao uso seja quanto a intervenções físicas resultantes de necessidades individuais convertidas em coletivas). Isso está evidenciado, por exemplo, por práticas inovadoras no âmbito cultural, educacional e de formação promovidas pela Agência para o Desenvolvimento Local (instituição surgida a partir do *tavolo sociale*), ou por ações da URRÀ Torino – *UrbanRereneRAction*, implementadas em 2021 e 2002 no bairro, financiado pela *Fondazione Compagnia di San Paolo* em parceria com a ATC e outras associações locais, bem como artistas locais e os próprios residentes. Como **risco à sustentabilidade do projeto**, no âmbito institucional, por meio de relatos de moradores, percebeu-se o enfraquecimento das relações locais com o município devido à conversão da ATC (presente fisicamente no território) de agência local para agência regional (Piemonte). Por outro lado, não se identificou formas de materialização ligadas às diversas possibilidades de cuidados e apoio social; o espaço urbano regenerado apresenta hoje sinais de vandalismo e de carência de manutenção, o que pode explicar, em parte, a percepção de baixa ocupação e uso desses espaços.

4 PARTICIPAÇÃO E INOVAÇÃO COMO AUTODETERMINAÇÃO LOCAL

Como resultados, podemos confirmar que a inovação social ativa, caracterizada por ações conduzidas por agentes locais, costuma encontrar respostas criativas a algumas necessidades comunitárias, independendo do setor público-privado. Essas ações, insurgentes ou institucionalizadas, consolidam energias e recursos territoriais, podendo contribuir fortemente com o desenvolvimento urbano sustentável e participado através do mútuo-aprendizado entre saberes locais e conhecimentos/técnicas institucionais. Contudo, os recursos financeiros e as redes de parcerias locais seguem sendo questão-chave nesse assunto. O apoio do poder público e das parcerias com organizações da sociedade civil às comunidades locais (ações individuais, de coletivos de profissionais, de instituições do Terceiro Setor, de grupos de pesquisa e instituições universitárias, entre outros), assim como alguns programas de investimento público em prol da autonomia local, ainda não parecem ser suficientes para consolidação do *progetto locale*. Na experiência estudada em Via Arquata, mesmo considerada um modelo de planejamento participado, ainda há lacunas a serem sanadas e que permanecem como contradições e riscos ao próprio projeto e outras iniciativas posteriores. Entende-se, por fim, que os territórios locais continuam sendo áreas de interconexões e potencialidades, mas também de obstáculos e limites entre o contexto social (seus recursos e suas demandas), a prática urbanística coletiva e a gestão pública, que deve assumir mais o compromisso de contribuir, e menos o de conduzir, a renovação positiva dos territórios.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parte da tese de doutorado do autor, orientado pelos professores coautores, em acordo institucional de cotutela. Agradecemos, pelos apoios a essa investigação: à prof.ª Martina Massari (*Università di Bologna*), à Universidade e ao Instituto Presbiteriano Mackenzie, ao Mack Pesquisa, à *Leibniz Universität Hannover*, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com bolsa (doutorado) de apoio à pesquisa científica, tecnológica e de inovação (Processo 142120/2024-3), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PROEX), código de Financiamento 001 (modalidade II taxas / Processo 88887.753054/2022-00) e PDSE / CAPES – PrInt (projeto "Cidade, Projeto e Eqüidade: das Linguagens e Apropriações às formas de Regulação" / Processo 88887.830907/2023-00).

À memória de Alberto Magnaghi (1941-2023).

6 REFERÊNCIAS

Almeida, A. A. (2003) **Riqualificazione dell'Area dell'ex-Nebiolo a Torino**: Il patrimonio industriale e Il problema dell'abitazione. Tesi di Laurea (Graduação quinquenal). I Facoltà di Architettura - Politecnico di Torino. Orientador: Alessandro Massarente. PoliTo, Turim.

Almeida, A. A. e Alvim, A. T. B. (2024) Estudos territoriais: Contribuições teóricas à práxis da Arquitetura e do Urbanismo. **Atas 5º Seminário Internacional AEAULP.** Academia de Escolas de Arquitectura e Urbanismo de Língua Portuguesa. Universidade de Brasília, 6-8 Dezembro 2023. Disponível em: <https://aeaulp.fa.ulisboa.pt/index.php/pt/publicacoes>. Acesso em: 08 maio.2024.

Bagnasco, A. (2003) **Società fuori squadra**: come cambia l'organizzazione sociale. Il Mulino, Bologna.

BENEVOLO, L. (2007) **A arquitetura no novo milênio**. São Paulo, Estação Liberdade.

Bonduki, N. (org.) (1996) **Habitat**: as práticas bem-sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras. Studio Nobel, São Paulo.

Davis, M. (2006) **Planeta favela**. Boitempo, São Paulo.

Freitas, C. F. S. (2017) Planejamento pelo direito à cidade e as práticas insurgentes na periferia de Fortaleza. **Anais 17º Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional ENANPUR**. São Paulo, 2017. Disponivel em: <https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/download/2110/2089>. Acesso em: 01 mar. 2023.

Harvey, D. (1989) **The urban experience**. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Harvey, D. (2000) **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. Edições Loyola, São Paulo.

Kallipolis. (sd) **URRÀ Urban RegenerAction Torino**. Kallipolis. Fondazione Compagnia di San Paolo. Kallipolis APS, Torino. Disponível em: <https://www.urratorino.it>. Acesso em 17 abr.2024

Krasny, E. (ed.) (2019) **Critical care**: Architecture and Urbanism for a Broken Planet. Architeckturzentrum, The MIT Press, Wien, Cambridge MA.

Krätke, S. (2011) **The Creative Capital of Cities**: interactive knowledge creation and the urbanization economics of innovation. Wiley-Blackwell, Chichester, UK.

Magnaghi, A. e Giusti, M. (1989) Notas para una Teoria Del Desarrollo Local. **Cuadernos de Agroindustria y Economia Rural**, 23, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Magnaghi, A. (1998) Territorial Heritage: a Genetic Code for Sustainable Development. **7t^h^ Conference of International Network for Urban Research and Action INURA** - Possible Urban Worlds. Birkhauser, Basel.

Magnaghi, A. (2012) **Il progetto locale**: Verso la coscienza di luogo. Boringhieri, Torino.

Magnaghi, A. (2017) La storia del territorio nell'approccio territorialista all'urbanistica e alla pianificazione. **Scienze del Territorio**. n.5. p.32-41. Firenze University Press, Firenze,

Massari, M. (2020) **Towards the Enabling City**: Intermediate Places between Practices and Planning for Social Innovation in Bologna. Dottorato di Ricerca. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna. Orientadora: Valentina Orioli. Co-orientadora. Elena Ostanel. UniBo, Bologna.

Miraftab, F. (2016) Insurgência, planejamento e a perspectiva de um urbanismo humano. **Revista Brasileira De Estudos Urbanos e Regionais**, 18(3), 363. ANPUR - Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Recife, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2016v18n3p363>. Acesso em 07 abr.2023.

Moulaert, F., IFRESI-CNRS Lille e GURU/APL University of Newcastle. (2007) EU Research on Social Sciences and Humanities: Social innovation, governance and community building. SINGOCOM. Relatório final. Publicado em janeiro 2005. **Research*eu monthly magazine.** European Comission, Bruxelas.

Orioli, V. e Massari, M. (2023) **Praticare l'urbanistica.** Traiettorie tra innovazione sociale e pianificazione. FrancoAngeli, Milano.

Petracca, E. e Gallagher, S. (2020) Economic cognitive institutions. **Journal of Institutional Economics,** 16, 747–765. Cambridge University Press, Cambridge. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1744137420000144>. Acesso em 11 maio.2024.

Raffestin, C. (1993) **Por uma geografia do poder**. Ed. Ática, São Paulo.

Santos, M. (2001) **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. Record, Rio de Janeiro.

Santos, M. (2005) O retorno do territorio, in CLACSO, **OSAL: Observatório Social de América Latina**. Ano 6 N. 16, CLACSO, Buenos Aires, junho 2005. ISSN 1515-328. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf> Acesso em 04 mar.2023.

Schröder, J., Cappelller, R., Diesch, A. e Scaffidi, F. (2023) **Circular design**: Towards regenerative territories. Jovis Verlag GmbH, Berlin.

Sclavi, M., Romano, I.; Guercio, S.; Pillon, A., Robiglio, M. e Toussaint, I. (2002) **Avventure urbane**: progettare la città com gli abitanti. Elèuthera, Milano.

Walliser B. (2000) **L'économie cognitive**. Odile Jacob, Paris.

MAPAS E MAPEAMENTO EM DESIGN SOCIAL: UMA ANÁLISE DA COMUNIDADE ARTESÃ DE MOITA REDONDA

A. L. S. V. Silva, A. P. Q. Viana e N. T. S. Frota

RESUMO

Este estudo identifica, localiza e analisa por parâmetros semióticos, o processo de mapeamento na comunidade artesã de cerâmica de Moita Redonda, Ceará, Brasil. No contexto do planejamento insurgente e do design social, a semiótica regula a lógica das dinâmicas socioespaciais junto à comunidade. Foram associados métodos científicos, projetuais e técnicas como pesquisa-ação, cartografia social, registros, cocriação, geoprocessamento e aplicações dos mapas como dispositivos estratégicos. Os mapas em primeiridade consistem na identificação das qualidades físicas do local: becos, moradias, fornos etc. A secundidade é o mapeamento no aqui e agora das interações em campo. Em terceiridade os mapas servem como prospecções para inovações sociais. Cada instância de significação é uma forma de reconhecimento contínuo da dinâmica dos espaços comunitários a partir de projetos que inter-relacionam mapas, urbanismo e design social.

1 CARTOGRAFIA EPISTEMOLÓGICA

No prólogo de Ficções, Borges escreve: “O diretório dos escritos que lhes atribuo não é muito divertido, mas não é arbitrário; é um diagrama de sua história mental.” (Borges, 1994, p.11). Assim como em pesquisas, assuntos são selecionados de acordo com áreas de conhecimento, de forma relacional, os caminhos percorridos na elaboração deste artigo delimitam um campo de experiências e compreensões específicas. Áreas, caminhos, campo, são metáforas espaciais de processos que indicam fronteiras permeáveis, onde os fundamentos teóricos e a objetividade científica caminham a *pari passu* com fontes primárias de informação, obtidas em campo, sobre percepções subjetivas e coletivas do território. Uma cartografia epistemológica fundamenta este artigo a partir de uma abrangência macro de questões socioambientais e perspectivas transformadoras inclusivas, com fundamentos territoriais comuns ao planejamento insurgente e ao design social, conectados por vias metodológicas que levam a lugares específicos do micro sistema social com o qual foram realizados mapeamentos e mapas.

Perguntas técnicas e auto-referenciais da teoria cartográfica, destinadas a refinar o sentido representacional dos mapas na produção de regras de tradução do espaço, atualizam a compreensão processual do mapeamento como coerência necessária para a inclusão das dinâmicas socioterritoriais (Kitchin *et al.*, 2012). O mapa transcende sua função meramente instrumental de localização geográfica, para representar conhecimentos sobre

objetos e relações espaciais por meio de códigos e signos (Joly, 1990). É também um dispositivo interpretativo que reflete e influencia dinâmicas sociais, políticas e culturais. Ele molda a percepção e o uso do espaço, exerce poder ao selecionar e apresentar informações e indiretamente recria aspectos culturais e sociais (Besse, 2006, 2014).

A cartografia social, aplicada em planejamentos insurgentes (Friedmann, 1987; Miraftab, 2016) e no design social (Manzini, 2017; Kaszynska, 2022) revela discrepâncias entre dados oficiais e realidades locais, especialmente no contexto das apropriações e empoderamentos coletivos. Esse método considera: (i) visão de mundo dos indivíduos, onde o mapeamento é conduzido com base na perspectiva e experiência dos moradores, que definem o que será mapeado; (ii) colaboração entre especialistas e não especialistas, no mapeamento, e (iii) inclusão de aspectos intangíveis, que vai além dos dados físicos e inclui elementos culturais, emocionais e simbólicos do espaço (Souto, 2021). A importância de observar o território por meio de uma lente sociocultural complexa no desenvolvimento de soluções inclusivas e sustentáveis, atendem de forma mais efetiva às necessidades específicas da comunidade (Santos, 2003). O georreferenciamento tem sido utilizado como técnica complementar à cartografia social na manipulação de dados espaciais para caracterizar o território com precisão. Ambos são amplamente utilizados nas ciências sociais aplicadas e auxiliam o desenvolvimento de práticas comunitárias e, por isso, têm sido eficazes para promover a integração universidade-comunidade e resgatar informações sobre grupos vulneráveis.

O conceito de planejamento insurgente como uma abordagem revolucionária, destaca a transgressão no espaço, na ação e no tempo, a desestabilização das relações de poder e a imaginação como elementos-chave na abordagem colaborativa. Une o conhecimento técnico e comunitário para construir uma nova realidade, de modo a transformar a existente e seu futuro, mais inclusivo e sustentável (Miraftab, 2016). Na esfera pública o planejamento insurgente deve ser prático, com aplicação do conhecimento na ação (Friedmann, 1987).

No contexto do design contemporâneo, abordagens ampliam seu escopo para o âmbito socioambiental. O design emergente (Manzini, 2016) representa a transição de processos lineares para sistêmicos, com foco nos aspectos humanos, ambientais e políticos. Essa abordagem destaca a importância de formar projetistas capazes de considerar subjetividades e adotar uma visão prospectiva para construir futuros desejáveis. O design social é uma destas abordagens emergentes, pois leva em conta as necessidades de grupos invisíveis, vulneráveis, como pessoas de baixa renda, com necessidades especiais etc. Enfatiza a importância de problemas reais vivenciados em situações específicas (Kaszynska, 2022). Redes coordenadas por designers, instituições acadêmicas e instituições não governamentais, como a *International Development Innovation Network* (IDIN) do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), a *Design for Social Innovation and Sustainability* (DESIS), da *Politecnico di Milano* (POLIMI) e a *Global Design & Innovation Company* (IDEO.org) demonstram a atualidade do sistema aberto do design social, intencional e adaptativo, com ajustes contínuos e projeto do contexto, para garantir resultados congruentes com valores éticos e sociais implicados. O design para inovação social é entendido como produtor de sentidos (Manzini, 2017) e é fundamentado aqui, na teoria geral dos signos (Noth e Santaella, 2021). Aspectos representacionais dos mapas são analisados por este viés o que possibilita o entendimento estrutural de mapeamentos como processos que, assim como no planejamento insurgente, evocam uma alternativa de relevância política e de responsabilidade socioambiental.

Juntos, os caminhos desta cartografia epistemológica compreendem de forma integrativa e inter-relacionada o planejamento e o design como agentes de mudança e de inovação social. Essa visão se alinha à perspectiva de Charles S. Peirce sobre as categorias fenomenológicas de primeiridade, secundidade e terceiridade, interdependentes e intrinsecamente ligadas umas às outras. Essas categorias que fundamentam a semiótica, trazem possibilidade, existência e lei como inter-relações capazes de moldar a forma como o mundo é concebido, vivenciado e conhecido. A estrutura triádica do pensamento, permite explorar a dinâmica evolutiva dos signos (semiose) e reconhecer as percepções, correlações e traduções da realidade (Noth e Santaella, 2021). Com a apropriação da semiose, ampla e ecossistêmica, podemos entender que a criação de significado ocorre em um *continuum* que abrange elementos naturais e culturais de um território. Cada elemento em constante movimento expressa significados profundos, que demandam uma compreensão abrangente dos sistemas ecológicos (Sebeok, 2001). A diversidade de modos de sentir e pensar nos ecossistemas territoriais representa uma contranarrativa importante no contexto hegemônico (Escobar, 2014). Sugere-se então, uma relação que preconiza a adaptação colaborativa, de modo a tornar possível e inclusiva a dinâmica dos fenômenos de transição, no enfrentamento de desafios.

A pesquisa propõe a integração entre planejamento insurgente, design social e semiótica, de forma pragmática, situada e atenta ao ambiente, em uma compreensão fenomenológica no contexto específico com o qual se interage: a experiência em Moita Redonda (Fig. 1), uma comunidade de artesãos em Cascavel, Ceará. A comunidade possui uma população concentrada em aproximadamente 50 núcleos familiares produtores de artesanato cerâmico, majoritariamente tradicional e liderado por mulheres que têm transmitido seus conhecimentos ao longo de gerações. A riqueza cultural é evidenciada pela manutenção e ressignificação de técnicas, formas e grafismos dos povos indígenas originários. Apesar da importância econômica e cultural da cerâmica para a região, a comunidade enfrenta desafios socioeconômicos graves, que incluem pobreza no sentido econômico e a falta de acesso aos direitos trabalhistas e de infraestrutura urbana básica.

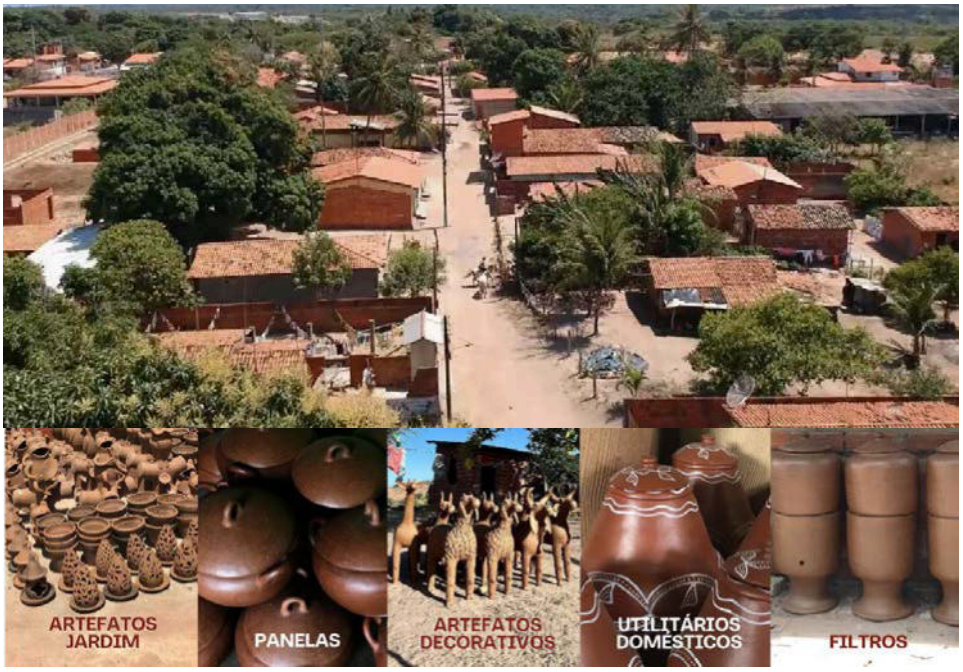


Fig. 1 Moita Redonda.

2 MAPA DE PROBLEMAS

Em 2018, dois projetos de extensão e disciplinas do curso de Design deram início ao "Projeto Moita Redonda", vinculado ao Varal - Laboratório de Design Social da Universidade Federal do Ceará. No desenvolvimento do projeto, cinquenta núcleos produtores foram mapeados e entrevistados no intuito de identificar demandas, problemas e características da cadeia produtiva do artesanato de barro local. O mapeamento de problemas (Fig. 2) foi realizado durante esse processo, com atividades participativas, como oficinas, reuniões, entrevistas e registros fotográficos e videográficos que envolveram estudantes, pesquisadores e membros da comunidade. O planejamento insurgente e o design social permitiram ampliar a compreensão do território coletivamente e garantir que as estratégias de interação fossem adaptadas de forma integral e contextualizada. Os principais desafios enfrentados pela comunidade foram identificados nesta fase inicial.

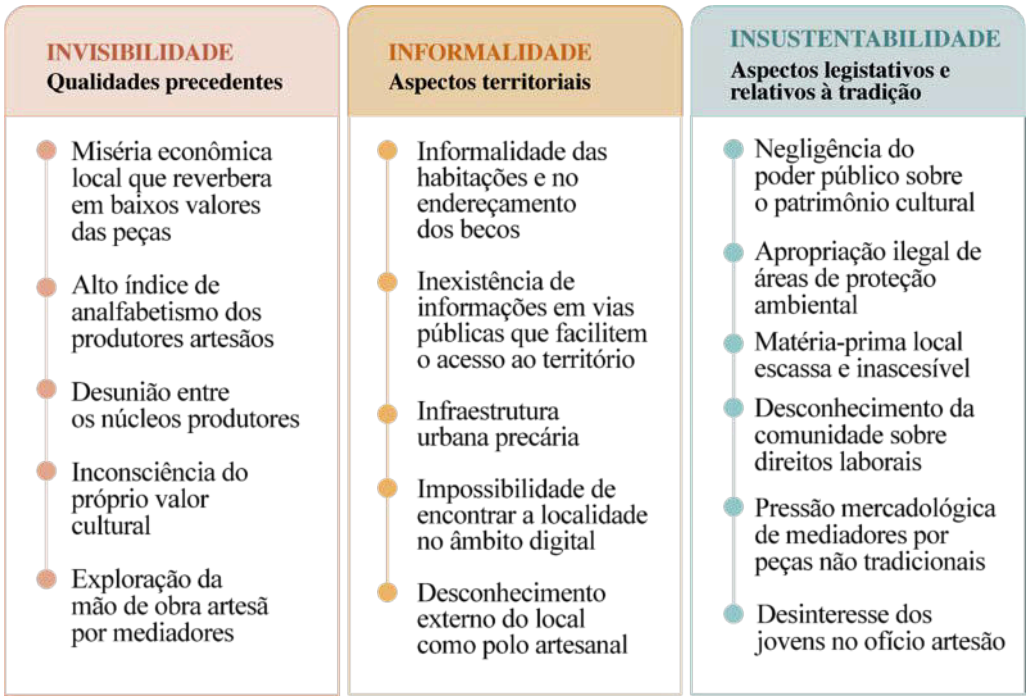


Fig. 2 Mapa de Problemas de Moita Redonda

No mapa, a primeira coluna expõe aspectos de invisibilidade que justificam o planejamento insurgente e o projeto de design social, são problemas organizados em primeiridade por pertencerem a esferas qualitativas precedentes ao projeto. "Primeiridade é a categoria dos fenômenos em si, considerados independentemente de qualquer outra coisa" (Noth e Santaella, 2021, p. 42). Nesta instância, os mapas tornam os problemas da comunidade visíveis e possibilita serem encaminhados em outra etapa do projeto, como georreferenciamentos, propostas de diferentes escalas de sinalização e endereçamento públicos.

A segunda coluna, classificada em secundidade, indica problemas relativos à realidade do espaço físico e suas correspondências socioculturais, cujo mapeamento é determinante para a formalização do território. "Secundidade começa quando um primeiro se relaciona a um segundo fenômeno" (Noth e Santaella, 2021, p. 43). A busca de soluções para estes problemas relacionais são encaminhadas posteriormente, a fim de favorecer o sentido de

coletividade, a identificação dos aspectos territoriais e a conscientização da importância de uma união representativa entre os núcleos produtores.

A terceiridade na classificação dos problemas, implica legislações laborais, ambientais e condições relativas à tradição artesanal. “A Terceiridade é a categoria do geral, da continuidade e da mediação de um terceiro entre um primeiro e um segundo” (Noth e Santaella, 2021, p. 43). A resolução dos problemas categorizados nesse âmbito demandam soluções amplas, sistêmicas, que requerem conexão com as soluções dos problemas das instâncias anteriores.

3 MAPAS COMO REPRESENTAÇÕES ESPACIAIS

No entendimento de mapas como representações que vinculam o objeto (espaço) e seu signo (representação), os diagramas são mapas icônicos, em primeiridade, que apresentam o espaço com imagens similares à realidade, o signo com seu potencial funcional de ser interpretado por inferências associativas. Mapas indiciais, em secundidade, evocam a própria realidade do objeto no signo e explicitam a relação diádica do “aqui e agora” do signo com uma relação existencial com seu objeto. Fotos, embora também sejam icônicas na semelhança, trazem uma dependência sígnica da realidade do local em uma relação de causalidade indicial. A relação simbólica, em terceiridade, traz mapas com significados atribuídos, signos que criam regras de interpretação por convenção social, como legendas por exemplo. Mapas representacionais (Fig. 3) servem para que pesquisadores cheguem na comunidade com referências físicas de localização.



Fig. 3 Mapas icônico (1), indicial (2) e simbólico (3).

4 MAPEAMENTOS

O mapeamento participativo ou cartografia social (Silva e Verbicaro, 2016) se vincula ao método de pesquisa de campo, na identificação de diversos aspectos da comunidade, como fluxos, usos, relações de pertencimento e interações sociais. Do ponto de vista semiótico, os mapas do primeiro enfoque, de representações espaciais, servem como guia para a inserção de novas informações das relações sócio-espaciais e registros durante visitas de campo. Processos de mapeamento possibilitam uma maior e melhor abrangência da situação local, com nuances socioculturais determinantes para a pesquisa.

Em um sentido semiótico, o campo é o espaço no qual a semiose se deflagra, com o movimento e a ação contínua dos signos na interpretação da realidade. A semiose envolve a potência de transformação de significados e suas infinitas interpretações, o que permite a produção gradativa e participativa de novos sentidos (Nöth e Santaella, 2021). Esse movimento reflete a complexidade, dinamicidade e vitalidade do processo semiótico, que

favorece a constante criação e reelaboração de significados, em uma multiplicidade de interpretações capazes de contribuir para a expansão contínua do entendimento do contexto e mais correspondências com a realidade.

Em Moita Redonda de 2018 a 2023 foram feitas aproximadamente trinta pesquisas *in loco* e em cada uma delas uma quantidade significativa de registros e informações capturadas, organizadas e analisadas para que as atualizações fossem representadas em novos mapas a serem usados em campo numa próxima visita. No início, mapas iconográficos (Fig. 4) serviram de suporte para as atividades de pesquisa, devido ao alto índice de analfabetismo das artesãs e artesãos.



Fig. 4 Mapeamentos com informações obtidas em campo

Durante o processo de cartografia social houve a necessidade de um maior engajamento da comunidade no projeto. Já havia sido identificada uma desunião entre os artesãos e a falta de um sentido comunitário. A equipe desenvolveu, então, um convite, na forma de *folder*, com o agrupamento de fotos das mestras e mestres que já haviam colaborado com o mapeamento (Fig. 5). O impacto da peça gráfica foi transformador, inicialmente por uma maior motivação dos artesãos em serem mapeados. Em seguida, pelos projetistas que utilizaram o efeito do impacto para produzir outras peças gráficas, com mais representações sociais de forma progressiva. Entretanto, a transformação mais importante, se deu pela compreensão e apropriação estratégica do potencial da imagem em trazer a consciência coletiva, como um reconhecimento de identidade social.



Fig. 5 Mapeamento social, dos núcleos produtores de artesanato representado por mestras e mestres artesãos, agrupados em peça gráfica como um coletivo.

Os mapas que vem de campo com coleta de informações são traduzidos e decodificados em planilhas e em novos mapas, que voltam a campo para outras coletas (Fig. 6). No início da pesquisa todos os artesãos nomearam a própria rua ou beco como Moita Redonda, que é o nome da comunidade. Como as habitações são informais, não há registros de nomes dos becos e ruas secundárias. Para que a comunidade possa enviar produtos por correio, é necessário um processo de legitimação do território, que passa por nomear e numerar os endereços. Com esta especificidade, foram feitos registros fotográficos com drones, para uma atualização das informações sociais relacionadas às dos espaços físicos. Ao longo do processo, a demanda de identificação dos becos foi incluída e a pesquisa passou a coletar outros dados históricos e territoriais para que a nomeação fosse realizada pelos próprios moradores.

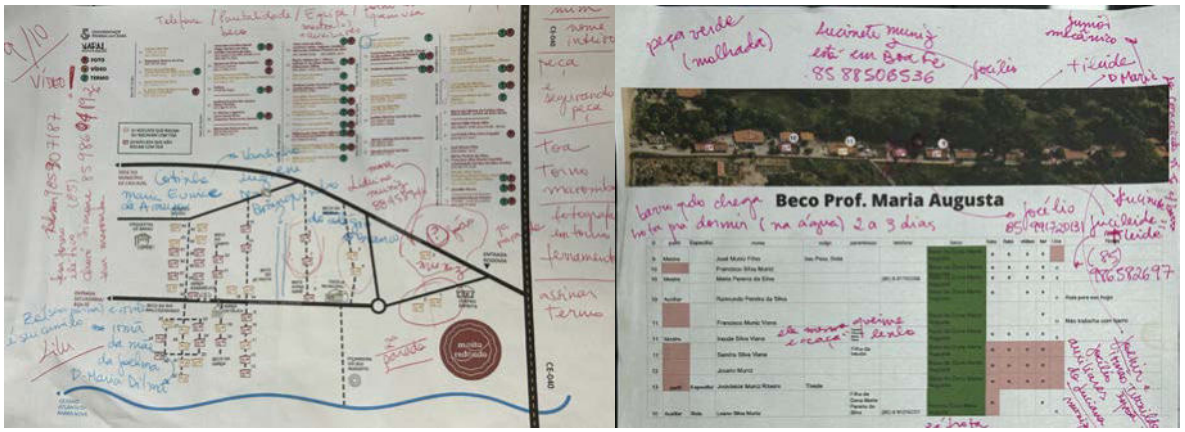


Fig. 6 Mapeamento da lógica social com anotações feitas em campo

Outro exemplo de reconhecimento territorial junto com a comunidade que emergiu durante o processo de mapeamento foi o depoimento sobre a dificuldade de encontrar e utilizar o toá, uma vez que as margens do Rio Malcozinhado de onde eram extraídas estas argilas locais altamente pigmentadas foram privatizadas, o que torna insustentável a lógica socioambiental e o *modus operandi* tradicional. Esta identificação indica a necessidade de verificação de legislações de área ambientalmente protegida e o reconhecimento do local como patrimônio histórico e cultural em instâncias governamentais.

Do campo para uma nova retomada no processo de projeto, o mapeamento participativo é ressignificado continuamente em mapas que funcionam como signos-dispositivos com funções estratégicas, na mediação de objetivos mais amplos e ações com possibilidade de impactos mais profundos. Informações não são apenas coletadas, mas criadas, de acordo com necessidades ou relações entre informações de categorias distintas.

5 MAPAS COMO DISPOSITIVOS ESTRATÉGICOS

Entende-se como dispositivo “tudo o que tem, de uma maneira ou outra, a capacidade de capturar, orientar, determinar, interceptar, modelar, controlar e assegurar os gestos, as condutas, as opiniões e os discursos dos seres vivos” (Besse, 2014, p. 9). Os dispositivos estratégicos, por sua vez, possuem um papel de identificar, articular e traduzir, que faz parte do processo do design social e estratégico, desenvolvido a partir do reconhecimento das competências organizacionais e das oportunidades de inovações sociais no território no qual o pesquisador está imerso (Silva *et al.,* 2019).

Na primeira instância do mapa de problemas supracitados, aspectos de qualidades precedentes denotam a necessidade de proporcionar visibilidade à comunidade. Na etapa de projetar mapas como dispositivos, o projeto se encaminha em estratégias de soluções, figuradas em projetos de sinalização em diferentes escalas: rodovias, estradas vicinais, ruas principais, becos e núcleos produtores. Junto com a visibilidade, a formalização do território, identificada como segunda instância de problemas, também é contemplada. Uma parceria do projeto com a prefeitura municipal foi encaminhada para que o endereçamento e legitimação do território considere a nomeação das ruas e becos dada pelos moradores artesãos. No âmbito governamental, o reconhecimento da comunidade como patrimônio histórico cultural local pressupõe o emplacamento de indicação de polo artesanal na rodovia CE 040 (Fig. 7), o que favorece a informação do acesso à comunidade no fluxo turístico da capital Fortaleza ao litoral leste. Esta etapa também prevê a aplicação de técnicas digitais de georreferenciamento participativo, como uma ferramenta de autonomia nos registros de localização, que contemple a dinâmica territorial.



Fig. 7 Dispositivo de sinalização para a Rodovia CE 040 encaminhada ao governo.

Dispositivos estratégicos resultantes do mapeamento participativo iniciado em 2018, são organizados em 2023 na produção de um catálogo da comunidade artesã de Moita Redonda intitulado "O barro é tudo!", previsto para publicação e distribuição ainda em 2024. Este dispositivo traz a instância da secundidade pelos índices do processo se manifestarem no reconhecimento da realidade funcional e dinâmicas sociais do território. Foram elaboradas três escalas de mapas para atender às necessidades específicas do projeto: (i) escala urbana, que relaciona Moita Redonda com os rios de onde os artesãos extraem matéria-prima; (ii) escala da comunidade, com cores distintas para cada um dos sete becos e duas ruas principais: Beco do Rio Mal Cozinhado, Beco do Chafariz Azul, Beco do Campo, Beco da Capela, Beco Professora Maria Augusta, Beco do Lango, Beco do Colégio, nomeados pela comunidade, Rua Moita Redonda (principal) e Rua Mataquiri, com georreferenciamento dos marcos locais, e (iii) escala dos becos, mais detalhado, que indica as casas onde estão localizados os núcleos produtores de cada beco, como por exemplo o beco do Rio Malcozinhado, que possui dez famílias (Fig. 8). A linguagem dos mapas combina iconografias e símbolos com fotografias aéreas, por ser a comunicação identificada como a mais eficaz ao entendimento dos artesãos, no contexto de analfabetismo local.



Fig. 8 Mapa dos núcleos produtores do beco do Rio Malcozinhado

O catálogo retoma a eficácia do mapeamento social no objetivo estratégico de aumentar a visibilidade e fortalecer a união entre os produtores, uma vez que todos são apresentados de forma equitativa e não hierárquica. O projeto gráfico organiza o catálogo dos becos mais povoados e escondidos para os menos povoados e mais acessíveis, perto da rodovia. O núcleo produtor ocupa uma página dupla (*spread*) com fotos das pessoas que o compõem, ao lado da peça escolhida por ela que lhe representa. Uma transcrição de entrevistas a partir da pergunta "O que é barro para você?" acompanha as imagens. Cada página inclui uma representação gráfica da localização da casa no beco e um QR code que leva à localização geográfica no Google Maps, bem como uma descrição detalhada das características da produção. Esta descrição abrange as diferentes etapas e aspectos da cadeia produtiva, como técnicas de ornamentação, métodos de produção, usos dos artefatos, ferramentas e modos de venda. Um exemplo disso é o *spread* dedicado à dona Gilsa, artesã número 1 do catálogo, localizada no Beco do Rio Mal Cozinhado (Fig. 9).



Fig. 9 Mapa de becos, como abertura de capítulo do catálogo de artesãos.

Em verificação na comunidade, com o protótipo do catálogo para *feedbacks* e sugestões, o reconhecimento da importância desta ordem de organização territorial e a aceitação da linguagem gráfica foi unânime.

A terceiridade na análise semiótica dos dispositivos, revela projeções promissoras para a ressignificação do território e regeneração socioambiental por meio dos mapas. Técnicas atuais possibilitam integrar a dinâmica territorial em mapas georreferenciados pela própria comunidade. Esta autonomia somada ao endereçamento, pode impulsionar a elaboração de sistemas de *e-commerce*, como um protótipo de projeto feito em colaboração da comunidade com estudantes do curso de Sistemas e Mídias Digitais (Fig. 10). Ao facilitar o acesso aos produtos artesanais locais e promover a valorização do trabalho dos artesãos, a plataforma de vendas online projetada pode estimular a economia local, fortalecer os laços comunitários e promover uma identidade coletiva mais sólida, desde que os problemas de invisibilidade e informalidade tenham sido solucionados.



Fig. 10 Proposta de aplicativo de e-commerce realizado por estudantes.

Ainda no sentido prospectivo, outra pesquisa iniciada em 2019 integra o design social e a biotecnologia ambiental na regeneração do uso do toá de modo a preservar e revitalizar a tradição na comunidade por meio de processos que possuem baixo custo inicial e operacional, de fácil manuseio e ambientalmente benigno. Nesta pesquisa, os mapas são estratégicos para identificar os pontos-chave onde essa tradição persiste ou pode ser reavivada. O mapeamento dos 30 núcleos que utilizam o toá ou têm potencial para retomar essa tradição, assim como das fontes de matéria-prima com pigmentos para pintar e riscar as peças, representa um registro importante da história local. Além disso, serve como um alerta para questões ambientais, uma vez que evidencia a extinção progressiva das áreas de extração de matéria-prima, substituídos por empreendimentos imobiliários de alto padrão. Este fenômeno destaca a urgência de proteger esses recursos naturais e promover práticas sustentáveis na região.

6 SEMIOSE CARTOGRÁFICA

Todas as abordagens de mapas e mapeamentos da pesquisa são etapas de um processo de significação que pressupõe as dinâmicas socioculturais com as quais se envolve. A semiose cartográfica, sua potência interpretativa figurada em interpretações e produções de

significados, oferece à pesquisa um sentido de continuidade recursiva, de identificação de aspectos qualitativos (primeiridade), territoriais (secundidade) e estratégicos (terceiridade) vinculados a projetos que implicam o planejamento insurgente e o design social.

Em Moita Redonda, os mapeamentos foram capazes de (i) tornar visível a localização, fronteiras e contexto do local; (ii) proporcionar uma visão abrangente da distribuição geográfica da prática artesanal, (iii) valorizar e incluir dinâmicas socioculturais na abordagem do território, (iv) incitar reflexões sobre como integrar a preservação do patrimônio cultural com a inovação social e ambiental (v) estabelecer parcerias para o desenvolvimento sustentável da comunidade; (vi) apropriar o mapeamento participativo no processo de empoderamento e autonomia comunitária; (vii) cocriar dispositivos estratégicos cartográficos em prospecções para inovação social.

Cartografia, planejamento insurgente, design social e semiótica associados desafiam os modelos convencionais de crescimento urbano e representam um movimento contra-hegemônico, com protagonismo da comunidade, em suas potencialidades, valores e necessidades, em um movimento contínuo de regeneração, emancipação e produção de novos significados.

7 REFERÊNCIAS

Besse, J. (2014). **O gosto do mundo.** Exercícios de paisagem. Rio de Janeiro: UERJ.

Besse, J. (2006). **Ver a Terra:** seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. São Paulo: Perspectiva.

Borges, J. L. (2006). Prólogo. *In:* **Ficções**. São Paulo: Editora Globo.

Escobar, A. (2014). **Sentipensar con la tierra:** nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia. Medellín: Universidad Autónoma Latino Americana UNAULA.

Silva, A. L. S. V., Queiroz, A. C. L., Cavalcante, L. S., Carneiro, A. C., & Oliveira, E. A. G. (2019). **Aplicação de dispositivos estratégicos em Design Social, no fortalecimento de identidade local.** *In:* Anais do 13o Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: Blucher, 6036-6045.

Friedmann, J. (1987). **Planning in the public domain:** From knowledge to action. Princeton University Press.

IDEO. (2015). **HCD - Human Centered Design:** Kit de ferramentas. Recuperado de http://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit/

Joly, F. (1990). **A cartografia.** Campinas: Papirus.

Kitchin R., Gleeson, J. & Dodge, M. (2013) Unfolding mapping practices: A new epistemology for cartography. **Transactions of the Institute of British Geographers** 38(3): 480–496.

Kaszynska, P. (2022). Social design as normative inquiry. *In:* D. Lockton, S. Lenzi, P. Hekkert, A. Oak, J. Sádaba, & P. Lloyd (Eds.), **DRS2022:** Bilbao, 25 June - 3 July, Bilbao, Spain.

Manzini, E. (2017). **Design:** quando todos fazem design, uma introdução ao design para inovação social. São Leopoldo RS: Ed. Unisinos.

Manzini, E. (2016). Design culture and dialogic design. **Design Issues**, 32(1).

Miraftab, F. (2016). Insurgency, Planning and the Prospect of a Humane Urbanism. Keynote delivered at the opening the World Congress of Planning Schools. "**Global Crisis, Planning and Challenges to Spatial Justice.**" July 3-7 2016, Rio de Janeiro, Brazil.

Noth, W., & Santaella, L. (2021). **Introdução à semiótica**: passo a passo para compreender os signos e a significação. São Paulo: Paulus.

Santos, M. (2003). **A Natureza do Espaço:** Técnica, Razão e Emoção. 3ª Edição. São Paulo: Edusp.

Sebeok, T. (2001). Comunicação não Verbal. **Revista de Comunicação e Linguagens.** O Campo da Semiótica (29). Ed. Relógio da Água.

Silva, C. N., & Verbicaro, C. (2016). "O mapeamento participativo como metodologia de análise do território", **Scientia Plena**, 12(6).

Souto, R. D. (2021). **Mapeamento participativo e cartografia social:** aspectos conceituais e trajetórias de pesquisa. Rio de Janeiro.

Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, 31(3).

PLANEJAMENTO INCLUSIVO: UMA ANÁLISE DOS ODS E DA INSEGURANÇA FEMININA EM PRESIDENTE PRUDENTE

J. S. S. Favareto, V. L. T. Suguihiro, M. S. S. Rocha

RESUMO

A sustentabilidade baseia-se em quatro pilares: ambiental, econômico, social e governança. Como instrumentos promotores, têm-se os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Dentre seus sub-objetivos, ressalta-se o papel da urbanização, que através da governança participativa, é crucial na promoção da inclusão como ferramenta na redução de aspectos negativos do desenvolvimento urbano sustentável, ao mitigar as formas de violência contra mulheres, garantindo também a mobilidade e segurança nos espaços públicos. Contudo, o planejamento pode ser insustentável, como em Presidente Prudente, onde sua urbanização desordenada, sobretudo na área central, acarretou em distribuição desigual de infraestrutura que, segundo teóricos da segurança urbana, pode resultar em casos de violência contra mulheres. Questiona-se, então, quais as áreas insustentáveis relativas aos sub-ODS 5.2, 6.1, 11.1, 11.3 e 11.7?. Portanto, objetivou-se, gerar mapas no QGIS, representando esses locais e confrontando-os com teorias urbanas. Evidenciou-se que os locais mais insustentáveis ficam na região central.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é baseada em quatro pilares: ambiental, econômico, social e governança. Como instrumentos promotores desta, têm-se os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU). Três, em especial, concerne à mudança da lógica do planejamento urbano tal como tem sido feito das últimas décadas para uma forma mais inclusiva de se pensar as cidades: O ODS 5, Igualdade de Gênero; ODS 16, Paz Justiça e Instituições eficazes e ODS 11, Cidades e comunidades sustentáveis. Dentre os sub-objetivos destes último ODS ressalta-se o papel central da urbanização na promoção da inclusão e da sustentabilidade (11.3) como ferramenta na redução significativa de aspectos negativos da esfera social, em especial, de todas as formas de violência contra a mulher (5.2 e 6.1), garantindo também a mobilidade, direito de ir e vir (11.1), de forma segura à espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes (11.7) (Organização das Nações Unidas, 2018). Pode-se perceber, assim, como os objetivos mencionados estão entrelaçados e também o papel da governança, que é o quarto pilar da sustentabilidade, para esta concretização.

Governança é entendida como um instrumento de gestão capaz de potencializar o desenvolvimento sustentável das cidades, através do os investimentos em capital humano e social, bem como em infraestrutura. Uma governança participativa concilia os diferentes interesses em uma sociedade, orientando as decisões para o consenso, articulando-as de forma equilibrada, com transparência e equidade, permitindo que conflitos sejam resolvidos ao longo do território e que soluções inteligentes sejam criadas com a participação dos cidadãos (Bento *et al.*, 2018).

No entanto, o planejamento urbano praticado até então, em inúmeros contextos, pode se mostrar insustentável, sobretudo no que se refere à dimensão social. Acredita-se ser o caso de Presidente Prudente, cidade de porte médio, localizada a oeste da capital do estado, no interior do oeste paulista. A urbanização, ao longo da linha férrea, a partir de seu núcleo central, se deu por um planejamento urbano desordenado, não coeso com distribuição desigual de infraestrutura e investimentos. Isto, aparentemente, resultou em casos de violência contra a mulher, que chegam a quase 10 mil ocorrências, nos últimos 5 anos (Gervazio, 2023). E segundo os dados da SSP/SP, de 2014 a 2023, de 36.200 mil boletins de ocorrência de violência contra a mulher, 11.659 mil ocorreram em espaços públicos (SSP/SP, 2023), majoritariamente na região central.

Apesar dos altos índices de violência contra as mulheres nas cidades, a maioria dos estudos no tema se concentram em espaços privados (violência doméstica), havendo escassez de pesquisas sobre espaços públicos. Além disso, nos estudos existentes, há falta de dados por gênero. E no caso de Presidente Prudente, não há um mapeamento sobre violência contra a mulher na cidade, apenas dos espaços onde elas podem procurar ajuda, assim como não foram encontradas análises do planejamento urbano tendo em vista a sustentabilidade pelo viés feminino.

Portanto se questiona em quais áreas da cidade o planejamento urbano se mostra mais insustentável do ponto de vista das da inclusão e segurança femininas? De acordo com Newman (1973) e Hillier (1984) os espaços mais insustentáveis, no que concerne aqueles que possuem maiores índices de violência, são os centrais. Isto é devido ao maior número de áreas comerciais onde o desenvolvimento urbano é marcado por uma distribuição desigual de investimentos e com disparidades no planejamento urbano, como na distribuição de recursos e serviços, e na qualidade da infraestrutura urbana. E, aparentemente, isto se confirma no município Paulista.

A partir do questionamento acima, estabeleceu-se por objetivo desse estudo, entender a correlação entre o não cumprimento das ODS 5, 11, 16, ou seja, onde são relatados casos de violência contra a mulher nos espaços públicos da cidade de Presidente Prudente e a infraestrutura urbana descritas nas teorias de Hillier, Jacobs e Newman.

A relevância do tema é evidenciada ao demonstrar que uma administração pública negligente é co-responsável pela insustentabilidade dos espaços urbanos ao torná-los inseguros. Confronta-se, também, o senso comum de que áreas periféricas são mais propensas à violência em geral. Além disto, aponta-se para a necessidade de intervenções projetuais de melhoraria da infraestrutura e da qualidade dos espaços públicos nas áreas centrais de Presidente Prudente, fato que pode subsidiar políticas urbanas voltadas para a promoção da equidade de gênero e a segurança feminina nos espaços públicos melhorando seu uso e a qualidade de vida urbana.

2 MÉTODOS

Esta investigação qualitativa, descritiva e explicativa fundamentada em dados bibliográficos e documentais, construiu-se a partir de um raciocínio dedutivo ao confrontar as teorias urbanas com um caso em particular. Para se alcançar o objetivo principal foi preciso: Compreender sobre como um espaço público se configura como inseguro do ponto de vista das teorias urbanísticas; Levantar as ocorrências de violência contra a mulher na cidade; Mapear a insustentabilidade do planejamento urbano em Presidente Prudente, relativa aos ODS 5, 11 e 16, através dos índices de violência na cidade; Confrontar os dados espacializados com as teorias urbanas.

2.1 Compreender os ODS sua relação com as teorias do espaço público seguro

Este capítulo de revisão narrativa se baseia na documentação indireta por pesquisa bibliográfica, cujas fontes são as teorias dos teóricos urbanos Jacobs (2000), Jeffrey (1971), Hillier (1984) e Newman (1973). Estes autores em específico foram escolhidos pois desenvolveram teorias clássicas que tratam da violência na cidade e estudam os espaços públicos e as características ambientais que influenciam na segurança diante da ocupação destes. Outros grandes autores da temática como Rolnik e Gehl não foram incluídos, dado que as pesquisas da primeira focam na violência doméstica, e o segundo partilha dos princípios de Jacobs. Dissertou-se, então, sobre os aspectos defendidos por cada teórico sobre a temática da violência urbana e a conformação dos espaços públicos.

2.2 Traçar mapa da insustentabilidade no planejamento urbano

Os dados recolhidos da Secretaria de Segurança Pública de São Paulo (SSP-SP) serão a fonte secundária para a elaboração dos mapas a serem desenvolvidos por meio do software livre QGIS, versão 3.34 e de gráficos elaborados em Microsoft Excel, versão Office 16. Foram requisitados dados sobre violência contra a mulher na Cidade de Presidente Prudente, do período de 2014 a 2024. Foram disponibilizados 36.200 mil boletins de violência na forma de planilhas do Excel.

A partir deles, foram selecionados somente os dados de violência que ocorreram em espaços públicos, excluindo-se aqueles referentes a crimes de violência doméstica e crimes virtuais. Dos resultados referentes aos espaços públicos, excluiu-se aqueles com erros de digitação no ato de registro do boletim. Após filtragem inicial, restaram 11.659 mil boletins de ocorrências criminais. A classificação dos dados foi feita em tabela. Os campos da tabela mantidos foram: data (hora, dia, mês e ano), dia da semana, bairro, nome jurídico do crime, idade da vítima, raça, escolaridade, profissão e ambiente.

A partir destas informações, foram elaborados três mapas: um mapa coroplético de classificação da segurança na cidade, de acordo com o número de ocorrências por bairro; um mapa de localização das ocorrências por endereço e um mapa de símbolos proporcionais pontuais de número e localização das ocorrências por endereço e concentração de estabelecimentos comerciais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico visa apresentar as principais teorias e conceitos utilizados na investigação.

3.1 A insegurança feminina e as teorias urbanas

O modo como as cidades são planejadas podem influenciar as relações sociais e as experiências dos usuários no espaço urbano, assim o planejamento urbano desempenha um papel fundamental na configuração dos espaços públicos e na qualidade de vida das pessoas. A insegurança e a violência urbana contra mulheres são fenômenos sociais que ocorrem nas cidades e tem como causas problemas estruturais como as desigualdades socioeconômicas. Essas causas estão enraizadas na formação histórica dos grupos sociais e na constituição socioespacial de um país. A urbanização e a segregação do espaço urbano aprofundaram as desigualdades e excluíram parte da população, refletindo-se na organização do tecido urbano e aumentando a vulnerabilidade das mulheres à violência e à insegurança (Berth, 2021).

Mulheres são mais suscetíveis à violência nos espaços públicos devido a fatores socioespaciais, como as características desses locais, que podem influenciar a ocorrência de violência e a sensação de segurança. De acordo com algumas pesquisas, o índice de violência no Brasil demonstra altas taxas de violência contra mulheres no cenário urbano. O estudo da ActionAid (2016) aponta que 86% das mulheres entrevistadas já sofreram assédio ou violência nos espaços públicos.

As causas espaciais de acordo com a literatura estão relacionadas às características dos espaços públicos e a expansão desordenada das cidades. À medida que se expandem, as cidades tornam-se mais complexas devido às diversidades e desigualdades, acomodações e tensões, hierarquias e tensões, produzem-se e reproduzem-se as condições de ruptura, conflito e violência (Jacobs, 2000). Logo, a expansão da violência e da insegurança urbana estaria acompanhando a expansão da produção econômica, pautada no capitalismo, por conseguinte, a desigualdade social e econômica e a sustentabilidade é o plano de fundo para os altos índices de criminalidade.

Diversos estudiosos se dedicaram a estudar os espaços públicos e as características ambientais que influenciam na segurança diante da ocupação destes espaços. Entre os anos de 1940 e 1960, o foco principal de teorias e pesquisas ligadas a segurança nos espaços urbanos, hoje consolidadas, passou a ser a questão espacial, figurando entre os principais estudos aqueles desenvolvidos por Jeffery (1971), Newman (1973), Bill Hillier (1976) e Jane Jacobs (2000). Essas quatro teorias dão suporte à relação do espaço com os problemas locais de crimes.

Jane Jacobs (2000) relaciona a segurança nos espaços públicos principalmente à “presença de olhos da rua”, presença de pessoas e a variedade de usos do solo. De tal modo, a segurança em uma rua está intrinsecamente ligada à sua capacidade de infraestrutura para acolher desconhecidos. Assim, Jacobs (2000) propõe três princípios fundamentais para alcançar uma rua segura: a presença de olhos da rua, a inclusão de elementos atrativos e a promoção da diversidade de usos. A definição da autora para o termo “olhos da rua” traz a ideia da vigilância natural coletiva. Ela descreve que a presença de pessoas é vista como um atrativo para mais pessoas, e os comerciantes desempenham um papel importante na vigilância das ruas e na manutenção da ordem pública. Jacobs enfatiza que para alcançar isso, há a necessidade de se trabalhar, de forma integrada, aspectos do uso do solo e da infraestrutura urbana das ruas. Ela dá como exemplo, a relevância de pensar a iluminação pública e com qualidade, a disposição de quadras curtas, a maior presença de comércios locais e o horário mais diversos dos estabelecimentos, com funcionamento noturno.

Já o arquiteto Oscar Newman acredita na importância de manter os espaços com uma baixa densidade de usuários, mantendo o controle da territorialidade, o que ocasionaria em espaços com sentimento de identidade. Segundo Newman (1973), essa lógica se estabelece também nas vias de circulação, as ruas abertas, de livre trânsito, são mais propensas à ocorrência de criminalidade do que as ruas fechadas, locais onde os acessos são mais restritos. Assim como as vias de circulação, outro fator ligado ao controle e a segurança tratado por Newman (1973), assim como nos estudos de Jacobs (2000), se dá sobre a incidência de estabelecimentos comerciais no espaço. No entanto, há uma divergência de perspectivas. Jacobs (2000) destaca a importância da diversidade e densidade de usuários no ambiente urbano, incluindo atividades comerciais, para promover a vigilância natural e a segurança urbana, defendendo que a presença de atividades comerciais é positiva para garantir a segurança nas ruas, e uma maior vigilância natural dos espaços. Já Newman (1973), sob outro ponto de vista, argumenta que manter espaços com baixa densidade de usuários que acabam controlando a territorialidade é mais eficaz para a prevenção de crimes.

Jeffery (1971), ao longo de seu livro, desenvolve um estudo sobre prevenção de crimes através do ambiente físico. O autor sugere que os espaços mais inseguros, aqueles que possuem maiores índices de violência, são os centrais, devido ao maior número de áreas comerciais onde o desenvolvimento urbano normalmente é marcado pela deterioração dos espaços públicos e por carência de planejamento urbano, como na qualidade da infraestrutura urbana, ocasionada pelo crescimento desordenado das cidades. O autor critica a administração inadequada dos espaços públicos que gera espaços inseguros, destaca que a administração pública é responsável pela manutenção e qualidade desses.

Hillier (1984), em 1984, traz a definição de Sintaxe Espacial, a qual o autor utiliza para estabelecer a teoria da Lógica Social do Espaço. O método da Sintaxe Espacial é um conjunto de técnicas para representar e analisar as redes de ruas das cidades de maneira a trazer à luz padrões e estruturas subjacentes que influenciam os padrões de atividade no espaço, principalmente o movimento e o uso do solo. Através dessa abordagem, é possível avaliar a relação entre o espaço público, como o sistema viário e as calçadas, e o espaço privado, que engloba as residências, comércios e outros elementos. Das medidas possíveis de análise sintática, a principal é a chamada “Integração”, que é útil na previsão de fluxos de pedestres e veículos e no entendimento da lógica de localização de usos urbanos e dos encontros sociais.

A partir da medida de integração o autor analisa a relação das vias e da segurança, chegando à conclusão de que vias integradas ao tecido urbano em escala global, abrangendo toda a cidade, como rodovias ou até avenidas, tendem a ter taxas mais altas de furtos e roubos em residências. Por outro lado, vias integradas em escala local, como dentro de bairros ou vizinhanças, tendem a ser mais seguras. A partir da configuração da malha viária, o autor comprovou também que, em geral, áreas menos densas de comércios e pessoas estavam associadas a uma menor taxa de ocorrências criminais. Isso reforça a teoria dos ‘espaços defensáveis’ defendida por Newman (1973). Segundo os autores, a densidade muitas vezes era responsabilizada pelo aumento da criminalidade. Hillier (1984) atesta que as taxas de crimes tendem a cair quando há uma maior proporção de residências em relação a comércios e serviços no segmento da via.

Em suma, Newman (1973) e Jeffery (1971) trazem a ideia que a manutenção, a qualidade e

a administração inadequada dos espaços causam lugares inseguros. Já de acordo com Newman (1973) e Hillier, (1984) as regiões centrais ou bairros com mais comércios são mais inseguros, o que ocasiona também na diminuição do número de pessoas nestes espaços. Jacobs traz ainda a relevância de pensar nos usuários que utilizam esses espaços, a vitalidade nas cidades, que não se limita à quantidade de pessoas e sim a sensação que o espaço transmite, se ele é convidativo ou se afasta das pessoas. Ao passo que, a qualidade ambiental se mede a partir da forma como se apropriam as pessoas no espaço. Os quatro autores citados anteriormente mesmo com algumas colocações contrárias possuem pensamentos que partem da ideia de que os espaços públicos seguros se relacionam então ao conceito da necessidade da qualidade no planejamento urbano das cidades, visto que a configuração e as características ambientais podem influenciar na insegurança desses espaços.

3.2 Infraestrutura relativa à configuração espacial e investimentos

A configuração dos espaços influencia o desenvolvimento e a qualidade de vida nas cidades. A infraestrutura urbana, composta por sistemas viário, sanitário, energético e de comunicações, é essencial para o desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar da população. A interligação desses elementos garante o bom funcionamento do espaço urbano, promovendo a eficiência dos serviços públicos, a mobilidade urbana e a sustentabilidade ambiental.

Jacobs (2000) estabelece elementos para o planejamento de um bom espaço público para as pessoas. A autora defende a rua como espaço social e não somente um espaço para o transporte de pessoas e carros. Os elementos de planejamento de um bom espaço público envolvem definições relacionadas a configuração espacial, desde ao uso e zoneamento das cidades como parâmetros projetuais de edificações - diversidade de funções e horários; usos mistos do solo; definições claras de espaços privados, públicos e semipúblicos; edificações com fachadas ativas e de gabarito de altura baixo, ao nível da rua, evitando barreiras visuais - como também na qualidade da infraestrutura urbana desses espaços - iluminação pública eficiente, incentivo à mobilidade ativa com a criação de ruas completas ou compartilhadas.

Esses elementos combinados, de acordo com a autora, facilitam o deslocamento das pessoas, o que traz mais visibilidade e segurança. Resultando em espaços públicos sustentáveis, seguros e inclusivos. A expansão desordenada das cidades, segundo Jacobs (2000) está diretamente relacionada à insegurança e a violência nos espaços públicos, sendo a desigualdade social e econômica um fator determinante. A configuração urbana influencia a segurança, tornando alguns espaços públicos inacessíveis para certos grupos mais vulneráveis.

A administração eficiente de espaços públicos, incluindo limpeza, oferta de serviços e eventos, é crucial para o seu sucesso. Investimentos em infraestrutura urbana aumentam o valor imobiliário e influenciam a precificação de áreas na cidade (Jacobs, 2000). Esses investimentos melhoram a qualidade de vida, atraem negócios, promovem o desenvolvimento econômico e reduzem desigualdades sociais. A falta de investimentos públicos, por outro lado, leva à degradação urbana, infraestrutura precária, aumento da criminalidade, desvalorização dos imóveis, desemprego e redução da atividade econômica.

4 RESULTADOS

As maiores ocorrências de violência se localizam em bairros da região central da cidade, como o Centro e o Vila Comercial, com o total de 2.743 boletins registrados na região, bairros de maiores densidades comerciais. O bairro Centro foi o que apresentou quantidade mais significativa, com 1.686 ocorrências.

A região central se apresenta como uma área inicial e de maior investimento do município de Presidente Prudente, que se constituiu a partir de seu quadrilátero central, seu desenvolvimento se caracterizou por seu modo desigual, que teve início entre os lados da linha férrea e se expandiu para suas regiões periféricas. Mesmo o Centro sendo o bairro que se estabeleceu de maneira mais favorecida desde a expansão do município, atualmente a situação modificou-se, hoje os investimentos na região são poucos, isso se deve ao fato da administração pública do município dar prioridade a outras áreas da cidade. Isto fez surgir vários subcentros e tornou o Centro histórico comercial uma região degradada. Além disso, também apresenta áreas que necessitam de melhorias em sua infraestrutura e a parte da linha férrea que passa pelo centro se encontra em estado de esquecimento, sem iluminação pública e com entulhos e lixos.

Este desenho urbano expressa determinada relação com os índices de violência contra as mulheres na cidade, que evidenciaram que os maiores números de violência nos espaços públicos aconteceram em bairros na área central e em seu entorno – como o Centro e a Vila Comercial. O mapa a seguir reflete a concentração das ocorrências criminais por bairros, para que se possa incluir os registros da Secretaria de Segurança Pública na escala do bairro (Figura 1) e posteriormente apresenta-se por localização das ocorrências (Figura 2).

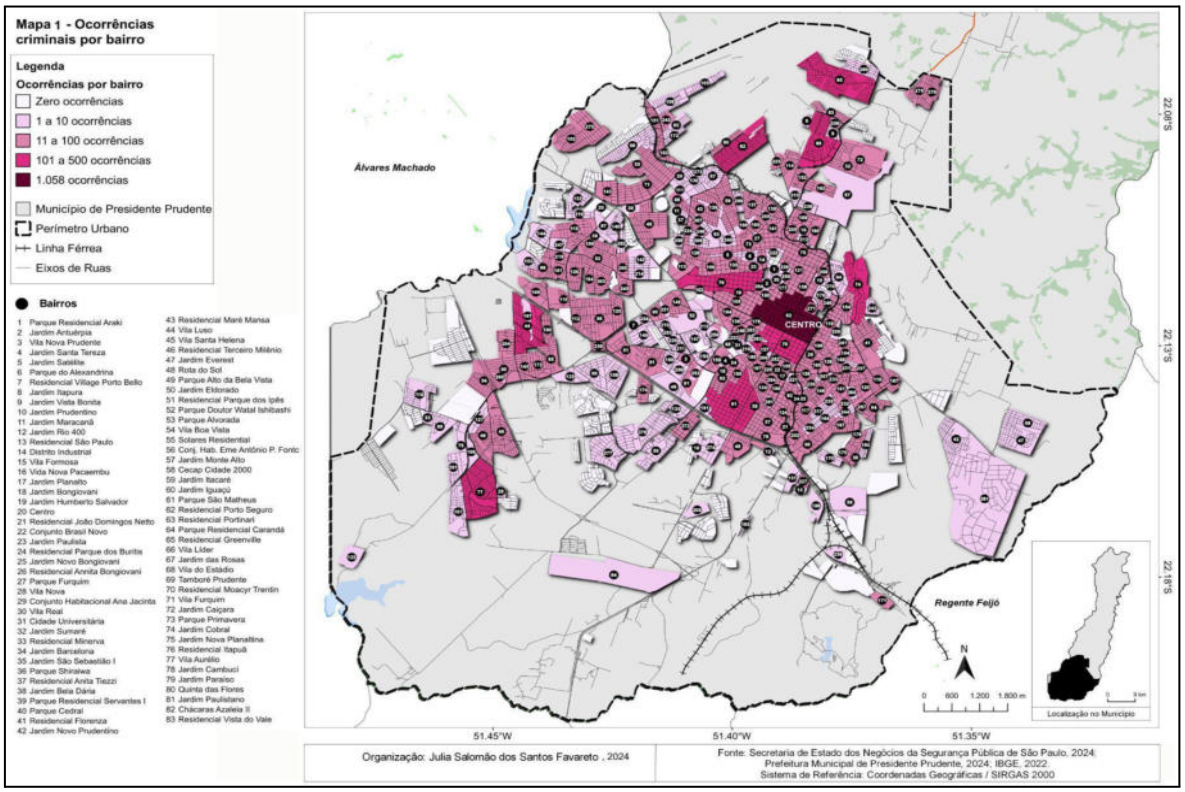


Fig. 1 Bairros com maiores índices de crimes cometidos contra mulheres em ambientes públicos

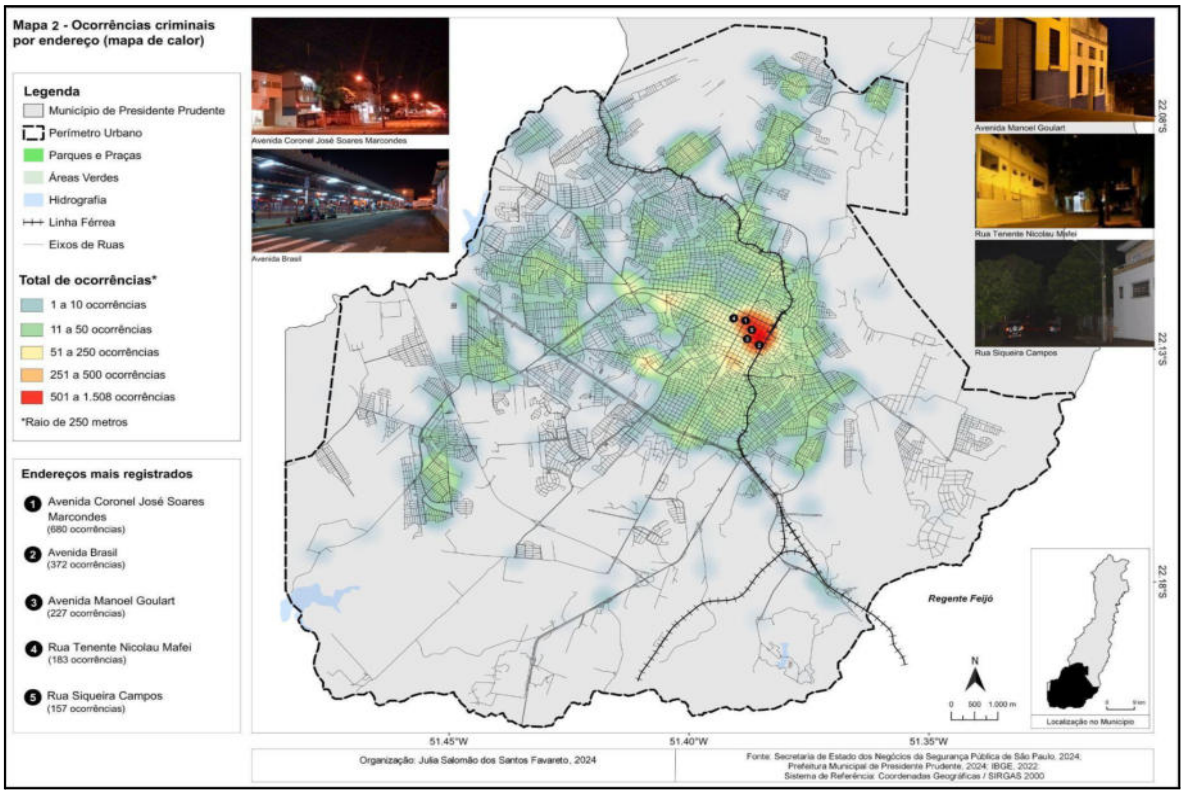


Fig. 2 Localização das ocorrências criminais por endereço

Os endereços mais registrados (Figura 2) se concentram, em sua maioria, no bairro Centro, seguido pelo bairro Vila Comercial, também na região central, e em seguida pelo bairro Jardim Marisa, na região oeste - área considerada além da linha férrea. A maior concentração de violência ocorreu na Av. Coronel José Soares Marcondes, seguida pela Av. Brasil. Na Av. Coronel José Soares Marcondes, os registros foram próximos a Rua Nicolau Maffei - popularmente conhecido como Calçadão, rua especial exclusiva para pedestres, só de comércios - , e as demais ruas lineares a esta - Rua Doutor Gurgel, Rua Barão do Rio Branco e Rua Rui Barbosa. As quais fazem parte do quadrilátero central. Já as ocorrências da Av. Brasil, em sua maioria, as coordenadas apontaram principalmente para a localidade da rodoviária. Além dela, também destacaram-se as áreas que circundam a linha férrea.A rodoviária, que se situa na avenida Brasil, e as edificações destas vias possuem aspectos físicos e sociais que podem conferir ao local a possibilidade de falta de atratividade para investimentos e insegurança feminina, como o estado físico das edificações e a carência de iluminação pública.

Segundo Newman (1973) o estado físico é vital para o sentimento de segurança, a manutenção é um fator fundamental para a aparência positiva dos espaços. Assim, um edifício com bom estado de conservação é capaz de agir sobre o espaço conferindo-lhe características interessantes, logo, as pessoas podem ficar ali e conviver, já que se sentem mais seguras. E diante dessas características físicas, o espaço por si só acaba se deteriorando. Tal fato afetou diretamente a área de estudo não somente pela falta de investimento, mas também por ela ser exclusivamente um local para comércio, o que atraiu moradores em situação de rua e usuários de drogas. Esses usos nem sempre bem vistos pouco a pouco promoveram um esvaziamento das pessoas que ali residiam, por conta da insegurança e do preconceito, e suas antigas residências se tornaram casas de prostituição e outras situações acabaram aparecendo como usuários de drogas e moradores em situação de rua. As ruas citadas do quadrilátero central e a rodoviária são bons exemplos destas

características, ambos espaços são de forte presença de moradores em situação de rua e de prostituição, principalmente nos períodos noturnos. Sendo até questões de preocupação políticas e policiais na cidade noticiadas constantemente.

Posteriormente, produziu-se um mapa da cidade (Figura 3), que integrou dois tipos de dados: a concentração das ocorrências criminais por endereços e a concentração de estabelecimentos comerciais na cidade, ambos foram sobrepostos para compreender se há relação entre os locais com mais comércios e com mais violência. Para traçar a concentração destes estabelecimentos, foram usados os dados divulgados por Porto Sales (2014) no seu artigo intitulado "Pesquisa em geografia urbana: desafios e possibilidades de análise espacial com o uso do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE)". O CNEFE é um cadastro do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que possui diversos tipos de endereços do Brasil (Sales, 2014).

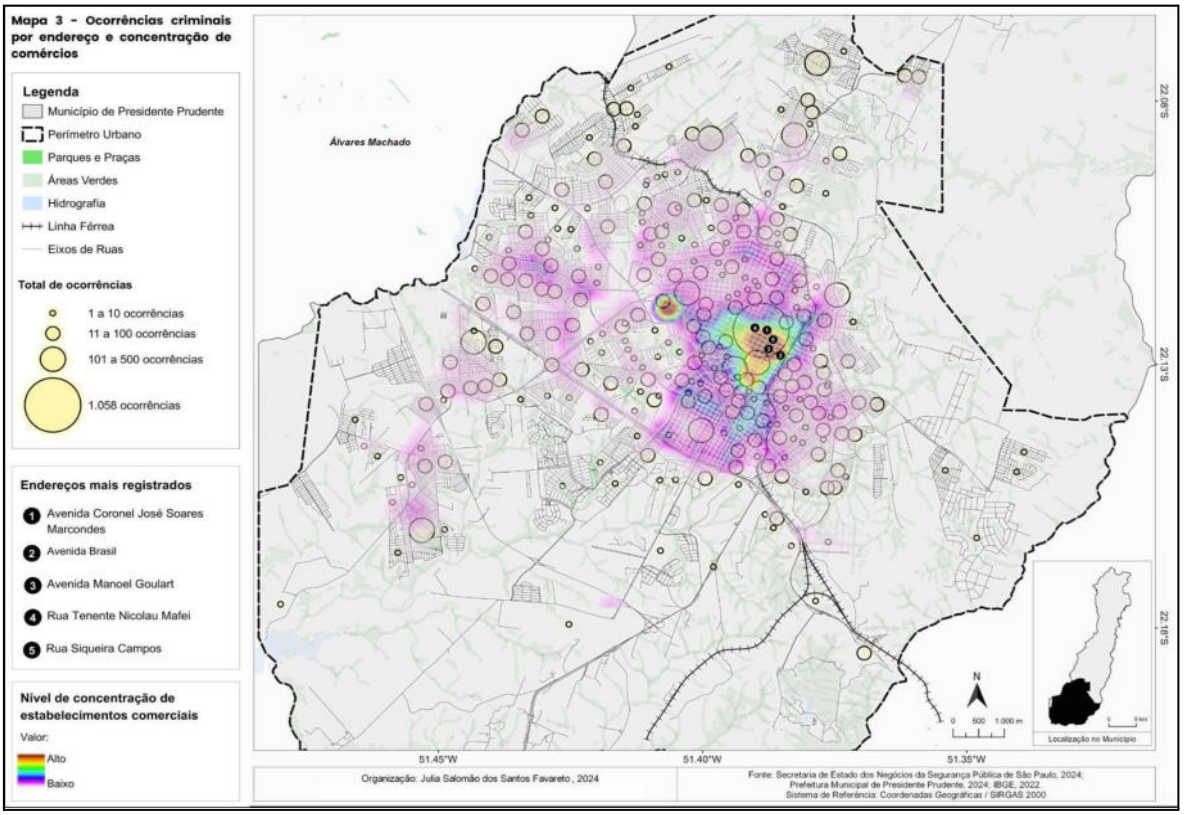


Fig. 3 Localização das ocorrências criminais por endereço e concentração de comércio

Com a sobreposição dos dados, o Centro foi novamente o bairro em destaque, com mais registros de violência e também maior número de estabelecimentos comerciais. Em seguida, a Vila Comercial novamente. Estas zonas foram oficialmente definidas no zoneamento urbano da cidade como zonas de comércios e serviços - ZCS (Lei 231/2018). Isso porque, como na maioria das cidades brasileiras, é onde os estabelecimentos comerciais e de serviços ocupam parte significativa da área construída em relação às moradias (Presidente Prudente, 2018). Isso reforça a teoria defendida por Newman (1973) e Hillier (1984), segundo os autores, a densidade de edificações e a maior proporção de comércios são responsáveis pelo aumento da criminalidade.

A ausência de planejamento urbano adequado possibilita o surgimento de vários problemas

nas cidades. A degradação das áreas urbanas tem reflexos diretos e indiretos na sociedade, com perda de desenvolvimento econômico e social; com necessidade de investimentos públicos e privados, além de propiciar espaços inseguros. A manutenção de regiões intra-urbanas degradadas ou vazias gera grandes custos de segurança pública.

4.1 Perfil das agressões

Dos dados registrados, o perfil das vítimas corresponderia a uma mulher branca, de faixa etária entre 20 e 24 anos, estudante e com o segundo grau completo. E dos 11.659 mil boletins de ocorrência em espaços públicos, cerca de 5.933 são de violência moral, psicológica e patrimonial, 4.944 mil boletins são de violência física e 1.938 de sexual. Por meio da literatura, alguns autores (Warr,1984;Villagrán, 2016)), relatam que os tipos de violência física e sexual são os que mais se relacionam com os espaços públicos, e que causam sensação de insegurança nas mulheres nestes ambientes da cidade. Correlaciona-se também que, que de acordo com as variáveis apresentadas por alguns as mulheres mais jovens são mais suscetíveis do que as demais idades de sentirem medos e serem alvos de inseguranças nos espaços públicos (Warr, 1984; Villagrán, 2016). Ao passo que, a sensibilidade ao ataque às mulheres é devido ao medo contra o seu corpo, que opera como um temor central, o que dialoga com os dados apresentados.

Ao analisar as ocorrências criminais conforme a temporalidade, através do período do dia, notou-se um predomínio de boletins nos períodos noturnos, entre 19h às 23h59. Pode-se observar que durante a madrugada, 0h00 as 5h59 foram registrados poucos casos de violência. Na cidade de Presidente Prudente, os horários dos comércios do centro tem seu funcionamento das 9 horas às 18h, de segunda a sábado, permanecendo fechados integralmente nos domingos e feriados, e nos períodos noturnos há poucos estabelecimentos que funcionam na região.

Esta constatação demonstra que o medo das mulheres ao caminhar a noite nos espaços públicos é uma insegurança real, que vai além da percepção. Assim, arrisca-se dizer que isto acarreta em limitação dos horários nas ruas, desvios de caminhos e desistências de deslocamento por medo e insegurança, como locais que não se devem andar, como em ruas e calçadas escuras, trazendo o esvaziamento desses espaços públicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na cidade de Presidente Prudente, as áreas com mais comércios, como o Bairro Centro foram os que mais apresentaram números de ocorrências criminais contra as mulheres. O bairro tem como características além de seu uso do solo mais comercial, a falta de iluminação pública em algumas vias e de estabelecimentos que funcionem durante o período noturno. Ao confrontar os dados com a literatura, Newman (1973) e Jeffery (1971) trazem a ideia que a manutenção, a qualidade e a administração inadequada dos espaços causam lugares inseguros. Já Jacobs (2000) evidencia como é relevante para a segurança dos espaços pensar na diversidade de uso do solo e no movimento e quantidade de usuários que utilizam esses espaços. Todas estas teorias foram comprovadas, além de também confirmar que áreas periféricas não são as mais propensas à violência que ocorrem nos espaços públicos em geral, ao analisar o contexto da cidade de Presidente Prudente. Da mesma forma, são confirmados os argumentos defendidos por Newman (1973) e Hillier, (1984) que denotam que as regiões centrais ou com mais comércios são mais inseguras, por conta da degradação dos centros urbanos, fenômeno que aconteceu na cidade em

estudo.

A presente pesquisa, portanto, também corrobora com os princípios das ODS 5 e 16, que visam eliminar todas as formas de violência, sobretudo a quinta, que foca na insegurança das mulheres nos espaços públicos. Além disso, a ODS 11 se faz relevante como forma de resolução das problemáticas encontradas na pesquisa, ao demonstrar que uma administração pública negligente é co-responsável pela insustentabilidade dos espaços urbanos ao torná-los inseguros, relacionando esta governança à ausência de manutenção e qualidade dos espaços, que acarretam em carência de iluminação pública e em espaços públicos degradados como é o caso da cidade de Presidente Prudente.

Por sua vez, a insegurança que está interligada à insustentabilidade dos espaços teve relação com a falta de diversidade no uso do solo, o acarreta em áreas exclusivamente comerciais, como é o caso dos centros urbanos. Isto atrelado aos horários de funcionamento dos estabelecimentos de comércio incentiva o esvaziamento destas áreas nos períodos noturnos, aumentando os números de violência contra as mulheres nestes espaços. Tal fato reafirma a teoria de Jacobs (2000) que relaciona o movimento de pessoas e a diversidade dos usos do solo ao fator de segurança dos espaços públicos.

Portanto, aponta-se para a necessidade de políticas urbanas voltadas para a promoção da equidade de gênero e a segurança feminina, além de intervenções projetuais de melhoria da infraestrutura e da qualidade dos espaços públicos nas áreas centrais de Presidente Prudente, para assim melhorar seu uso e a qualidade de vida urbana, o que pode trazer um planejamento mais inclusivo para a cidade pautados nas ODS 5, 11 16 que são voltados ao desenvolvimento sustentável focados em públicos vulneráveis como as mulheres.

6 REFERÊNCIAS

Actionaid (2017). **Cidades Seguras para as Mulheres:** Um estudo sobre segurança urbana das mulheres envolvendo 10 países. Pernambuco: Brasil, 2017.

Bento, S. C.; Conti, D.M.; Baptista e R. M; Ghobril, C. N. (2018) As novas diretrizes e a importância do planejamento urbano para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 7(3), 469-488.

Berth, J., (2021). **Se a Cidade Fosse Nossa.** São Paulo: Editora Jandaíra.

Gervazoni, C. (2023). Em 5 anos, casos de violência em Prudente chegam a quase 10 mil ocorrências. Presidente Prudente, SP, O imparcial.

Jacobs, J. (2000) **Morte e vida de grandes cidades**, Martins Fontes, São Paulo.

Jeffery, C. R. (1971) **Crime prevention through environmental design**, Sage Publications, Beverly Hills.

Hillier, B e Hanson, J. (1984) **The social logic of space**. Cambridge University Press, Cambridge.

Newman, O. (1973) **Defensible space**: Crime prevention through urban design, Macmillan, New York.

Organização das Nações Unidas (2018) **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. ONU, Brasil.

Porto-Sales, A.L. (2014). Pesquisa em Geografia Urbana: desafios e possibilidades de análise espacial com o uso do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, v.2, p.81-103. Dez.2014.

Presidente Prudente. **Lei Complementar do Município N°153/2008**. Dispõe sobre a Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Área Urbana do Município de Presidente Prudente. 2008.

Villagrán, P.S. (2016). Repensar el hábitat urbano desde una perspectiva de género. Debates, agendas y desafíos. **Andamios**, México, v. 13, n. 32, p. 37-56, dic. 2016.

Warr, M. (1984). Fear of victimization: Why are women and the elderly more afraid?. **Social science quarterly**, v. 65, n. 3, p. 681, 1984.

APREENSÃO DAS ESPECIFICIDADES LOCAIS COMO CAMINHO PARA CIDADES INCLUSIVAS: ESTUDO A PARTIR DO BAIRRO VILA NEUMA NO PLANO DIRETOR DE IGUATU/CE, BRASIL

M. A. Oliveira, M. D. P. Bentes Sobrinha

RESUMO

Este artigo aborda o tema do planejamento urbano com ênfase nos processos participativos, considerando o marco legal definido pela Constituição Federal brasileira de 1988. O processo de redemocratização do país fortalecido pelas lutas sociais e pela referida constituição possibilitou o desenvolvimento de experiências participativas no planejamento territorial. Contudo, ainda constitui grande desafio o reconhecimento das estratégias comunitárias de gestão do território no planejamento urbano. Nesse sentido, busca-se discutir a maneira como as iniciativas comunitárias expressam a realidade local e revelam potencialidades para o processo de planejamento urbano na esfera municipal. Com base em pesquisa qualitativa, verificam-se especificidades locais do bairro Vila Neuma, por meio de historiografia oral, formas associativas desenvolvidas pelos moradores e cartografia social, relacionando o Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE. Concluindo, identificam-se as especificidades no âmbito cultural, produtivo, paisagístico e associativo do bairro Vila Neuma, pouco considerados, mas relevantes quanto à sua consideração no Planejamento Urbano Municipal.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo aborda o tema do planejamento urbano com ênfase nos processos participativos, considerando o marco legal instituído no Brasil pela Constituição Federal (C.F.) de 1988. Nesse sentido, são referências centrais os princípios da gestão democrática, da função social da propriedade e da Cidade definidos nos Capítulos 182 e 183 da C.F., e sua respectiva regulamentação pelo Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, que confirmam a participação social como imprescindível na elaboração da política pública. Esse arcabouço institucional constituiu as bases para a democratização do processo de planejamento, contribuindo para a incorporação da dimensão política e rompendo com o caráter puramente técnico que marcou a experiência de planejamento do regime ditatorial militar no Brasil, nas décadas de 1960 a 1980. Além da dimensão institucional, o processo de redemocratização do país fortalecido pelas lutas sociais, possibilitou o desenvolvimento de experiências participativas no planejamento e gestão do território em nível local, tanto por parte dos municípios, quanto pelas iniciativas de grupos e organizações sociais.

Ressalta-se, porém, que as estruturas do modelo de planejamento tecnocrático que marcaram as práticas de planejamento, desde a criação da Política Urbana após golpe militar em 1964 até o início dos anos de 1980, quando se verificou a rearticulação dos

movimentos sociais em luta pela redemocratização do país, se mesclam e convivem em algum nível, com as concepções e proposições fundamentadas nos princípios da gestão democrática das cidades. Nesse contexto, um dos grandes desafios que se impõem ao planejamento sob bases democráticas é a sua aproximação e o reconhecimento das especificidades locais, com a adoção de metodologias que possibilitem dar visibilidade às iniciativas de planejamento territorial gestadas pelas comunidades, e incorporar a diversidade de saberes popular, técnico e acadêmico, entre outros.

Um exemplo é o município de Iguatu, localizado no estado do Ceará, nordeste do Brasil. Neste universo, observou-se relações entre as ações autogestionárias da comunidade do Vila Neuma, que evidenciam o protagonismo dos moradores na busca de soluções para a melhoria do bairro, e o Plano Diretor. Especificamente, identificou-se a necessidade de aprofundamento daquelas ações na abordagem da realidade local no Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE - PDPI (Lei N° 1.277/09, de 09 de Abril de 2009). O referido Plano foi concebido no âmbito da campanha Planos Diretores Participativos coordenada pelo Ministério das Cidades entre 2005 e 2006, sendo publicado em substituição à Lei Nº 712/01 de 22 de maio de 2001, que tratava do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Iguatu. Assim, o PDPI configura-se como uma referência de legislação que incorporou metodologia de processos participativos referenciados principalmente no marco da Constituição Federal de 1988 e do Estatuto da Cidade.

Nessa perspectiva, o presente artigo versa sobre a maneira como as iniciativas comunitárias, a nível de bairro, expressam a realidade local e revelam potencialidades para aprofundar os instrumentos de planejamento urbano municipal. O objetivo é discutir a abordagem do bairro Vila Neuma no Plano Diretor Participativo de Iguatu (PDPI/2009), considerando aproximações e hiatos quanto às especificidades locais no processo de planejamento urbano municipal.

A metodologia e os dados referenciados na análise resultam de pesquisa qualitativa[1], com dados de campo que abordam especificidades locais por meio de historiografia oral, formas associativas desenvolvidas pelos moradores e cartografia social, além da análise de conteúdo relativa ao Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE. Foram utilizados ainda dados secundários fornecidos pela Prefeitura de Iguatu-CE, além de material coletado em 2018 no âmbito do Trabalho de Conclusão de Curso[2] da autora (Oliveira, 2018) e do Anuário do Ceará 2022/2023[3] produzido pelo Governo do Estado.

Concluindo, identificam-se as especificidades no âmbito cultural, produtivo, paisagístico e associativo do bairro Vila Neuma relevantes quanto à sua consideração para o tratamento no Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE. Identificam-se aproximações, inserções e lacunas quanto às especificidades locais e do lugar no processo de planejamento urbano do município de Iguatu. Constata-se que as lutas sociais e os projetos autogestionados, com o seu conteúdo de resistência na busca pelo direito à cidade, apontam para a necessária redefinição do planejamento urbano, na perspectiva de aproximação com o que é vivido e realizado pelas comunidades em suas lutas cotidianas, integrando os atores locais na

[1] Pesquisa de dissertação de mestrado realizada pela autora: "Especificidades locais e planejamento territorial participativo: estudo a partir do bairro Vila Neuma no Plano Diretor de Iguatu/CE, Brasil". (Oliveira, 2023)
[2] Pesquisa de trabalho de conclusão de curso realizada pela autora: "O Despertar da Vila: Urbanismo Colaborativo no Bairro Vila Neuma em Iguatu-CE". (Oliveira, 2018)
[3] Anuário do Ceará 2022-2023, disponível em: https://www.anuariodoceara.com.br/. Acesso em: 17 de março de 2023.

construção do conhecimento sobre o território, refletindo e construindo soluções para os problemas identificados, num processo dialógico, pautado na troca de saberes e nos direitos urbanos e ambientais.

2 ESPECIFICIDADES LOCAIS NO PLANEJAMENTO URBANO: NOTAS METODOLÓGICAS

Visando discutir a abordagem do bairro Vila Neuma no Plano Diretor Participativo de Iguatu (PDPI/2009), considerando aproximações e hiatos quanto às especificidades locais no processo de planejamento urbano municipal, definiu-se a metodologia de base qualitativa, a partir de um estudo empírico realizado no bairro Vila Neuma, região periférica da cidade de Iguatu/CE.

Inicialmente procedeu-se à revisão de literatura por meio de portais acadêmicos, notadamente o repositório de teses e dissertações da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e de outras universidades públicas e privadas do Brasil, além de literatura internacional. A busca foi precedida pela delimitação das palavras-chaves "especificidades locais; identidade territorial; cartografia social; planejamento territorial; participação social".

Nesse sentido, verificou-se que o tema das especificidades locais no planejamento articula categorias analíticas referidas às noções de escala, local, lugar, espaço e bairro. Na perspectiva urbanística, o bairro está referido à questão da escala, visto como categoria intermediária. De acordo com o geógrafo Jean Tricart (1949) "primeiro a escala da rua, segundo a escala de bairro, terceiro a escala da cidade". Segundo o arquiteto Aldo Rossi (2001, p.34), o que torna essas categorias apresentadas por Tricart relacionáveis e homogêneas é "o conteúdo social que elas apresentam". Entende-se que as dimensões do local e do lugar comparecem nas definições, sendo predominante a compreensão de que a análise do bairro implica na inter-relação entre o local e o lugar, visto nas suas configurações morfológicas, e o lugar, a partir do seu processo histórico, cotidiano, de relações sociais e significados.

Conforme evidenciado por Ana Fani Carlos (2007), a identidade do lugar é formada através do cotidiano, das relações dos habitantes entre si e destes com o local. Identifica-se que, no bairro Vila Neuma em estudo, iniciativas como o plantio de mudas, hortas comunitárias e o uso dos espaços em frente às casas, dos quintais e da própria rua como ambiente para atividades agrícolas de cunho produtivo e estético, são um dos tipos de uso do espaço, do local, que o transforma em lugar.

Quanto ao conhecimento das especificidades sócio-territoriais do bairro Vila Neuma, considerando as dimensões do local, foi desenvolvida análise morfológica, segundo Lamas (2010) e Del Rio (1999), com ênfase nos estudos de tipologia habitacional, configuração viária e parcelamento do solo. Referências à imagem da cidade e reconhecimento dos marcos físicos e simbólicos foram realizados com base em Lynch (2011).

Quanto à abordagem dos moradores, desenvolveu-se o trabalho de campo nos meses de fevereiro, julho, agosto e setembro de 2022, quando foram entrevistados moradores da área em modalidade presencial, com prioridade para os mais antigos. Inicialmente foi realizado um contato com lideranças comunitárias para entendimento sobre o melhor momento de entrada na comunidade, tendo em vista principalmente o contexto da pandemia Covid-19,

que se colocou como um forte obstáculo à realização dos trabalhos de campo em 2020 e 2021, face às necessidades de isolamento social.

O contato com a comunidade teve início a partir de uma conversa preliminar com uma das lideranças comunitárias, D. A., e com apoio do morador D. S., ambos participantes no processo do Trabalho de Conclusão de Curso da autora deste trabalho mencionado anteriormente, e que se mostraram disponíveis para contribuir com a pesquisa em questão, realizando atualizações sobre a situação da comunidade no contexto da pandemia. O líder comunitário D. A. atua no ramo da agroecologia, tendo nos últimos anos criado a empresa "balaio agroecológico", que produz alimentos sem agrotóxicos e os disponibiliza para a comunidade de Iguatu e entorno. D. S. é estudante universitário na área de computação e atuou como monitor da Escola Municipal Alba Araújo dos anos 2015-2022, tendo contato com crianças e jovens das comunidades Vila Neuma e Vila Moura.

Com apoio dessas representações comunitárias, deu-se início às entrevistas, que foram elaboradas de forma semiestruturada, conforme definida por Minayo e Costa (2018, p.142), com questões elaboradas previamente e outras abertas, permitindo ao entrevistador "um controle maior sobre o que pretende saber sobre o campo e ao mesmo tempo, dar espaço a uma reflexão livre e espontânea do entrevistado sobre os tópicos assinalados".

Informações sobre processos locais, incluindo as formas associativas, foram obtidas considerando a historiografia oral, de acordo com as referências do sociólogo Paul Thompson (2009, p.9), que trata da historiografia oral como sendo "a interpretação da história e das mutáveis sociedades e culturas através da escuta das pessoas e do registro de suas lembranças e experiências".

A partir dessas referências os relatos gravados foram orientados por um roteiro de entrevistas semi estruturadas, contando com a participação de 13 moradores, considerando o tempo de moradia no bairro e a atuação como lideranças comunitárias. As perguntas das entrevistas foram formuladas, tendo como base o período de 1980 a 2022, em que 1980 corresponde ao período de surgimento do bairro em caráter oficial, bem como das associações de moradores do bairro Vila Neuma e 2022 corresponde ao período em que a pesquisa foi realizada.

Posteriormente, procedeu-se à realização da Oficina que teve como instrumento principal a Cartografia Social, concebida a partir dos estudos dos geógrafos Jon Corbett (et al. 2006), e Thomaz Xavier (2022). De acordo com Corbett et al. (2006), diferentes meios podem servir de apoio para a produção de mapas participativos em caráter de cartografia social, a exemplo da cartografia de esboço, que significa mapear os vínculos, relações socioespaciais e outras impressões do espaço a partir das memórias e do que é observado no cotidiano por aqueles que participam do mapeamento. Segundo o referido autor, outro conceito geográfico relevante é o da cartografia de escala, realizada através da utilização de uma base cartográfica já existente que serve como local onde se produz o ato de esboçar, para que as informações demarcadas possam ser comparadas a outros mapas e gerar dados georreferenciados. A atividade de cartografia social é definida pelo geógrafo Thomaz Xavier (2022, p.106) a partir dos procedimentos que estabelecem limites e áreas apreciadas por quem a pratica. Para o autor, ela:

> "(...) imprime conexões espaciais que, geralmente, não são consideradas por métodos comumente utilizados. Ou seja, reconstrói as tendências

> históricas das formas de manifestação das relações de produção e de reprodução social nas diferentes áreas, ocorrendo através da reconstrução de territórios e da apropriação dos recursos naturais disponíveis.” (Xavier, 2022, p.106)

Nessa perspectiva, procedeu-se à espacialização das informações através da plataforma Google MyMaps, sendo a Oficina realizada no dia 19 de setembro de 2022, no horário de 16h00, contando com 24 alunos do 8°A da Escola Municipal Alba Araújo, situada na Rua Amália Brasil, 363, no bairro Vila Moura (bairro vizinho e que possui muitos equipamentos que a população da Vila Neuma frequenta), em Iguatu-CE, que conta com estrutura de educação fundamental e ensino médio.

Em uma etapa seguinte da pesquisa, foi realizado um estudo sobre a abordagem do bairro Vila Neuma no Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE, considerando as especificidades locais vistas anteriormente. Com relação à temática do Plano Diretor Participativo, tal estudo teve como referência as reflexões sobre gestão e participação democrática desenvolvidas por Mauro Rego Monteiro dos Santos (2011, p. 257). De acordo com o autor:

> “Os Planos Diretores deveriam definir uma estratégia própria para implantação de um projeto de gestão democrática coerente com os instrumentos previstos pelo Estatuto da Cidade, de forma a integrar os mecanismos de participação e as políticas públicas.”

O autor demonstra em sua análise que os Planos Diretores não realizaram a construção de um sistema de participação na política urbana de longo prazo. A participação conforme estabelecida no Estatuto da Cidade deveria atuar como um ponto de mudança no formato das decisões do planejamento brasileiro, saindo do formato tecnocrático para um caráter deliberativo de toda a população, em especial aqueles que historicamente têm sido excluídos desse processo. Entretanto, segundo o citado autor, os planos analisados têm a participação enquanto um processo pontual, que não se configura ainda como uma mudança sistemática a ser aplicada em futuros momentos de tomada de decisão quanto às políticas públicas urbanas.

Considerando essas referências, realizou-se contato com o gestor em exercício da Secretaria de Habitação, Desenvolvimento Urbano e Acessibilidade do município, em fevereiro de 2022, quando foi possível ter acesso ao texto do Plano Diretor Participativo de 2009, bem como mapas de zoneamento da cidade de Iguatu-CE. Dados da entrevista, que aconteceu no mês de fevereiro de 2022, evidenciaram a dificuldade de acesso a dados do período de realização do PDPI, tendo em vista o médio porte do município em questão e a data dos processos que se iniciaram em 2007. Ainda segundo o entrevistado, os referidos documentos estavam distribuídos entre os técnicos participantes do processo, os quais já não trabalhavam na Prefeitura de Iguatu-CE. Sugeriu contato com o Coordenador de Urbanismo e do Núcleo Gestor Local da equipe de gestão do PDPI à época, que poderia fornecer maiores informações. Visando contextualizar o processo de formulação do documento, foi realizado contato com o Coordenador da equipe de elaboração do Plano, que concedeu entrevista em Setembro de 2022, indicando outros técnicos para entrevista.

Dessa maneira, obteve-se dados primários resultantes de entrevista realizada com: (i) O Coordenador de Urbanismo e do Núcleo Gestor Local da equipe de gestão do PDPI à época; (ii) A advogada que participou como assessora jurídica da Procuradoria do

Município na época do desenvolvimento do PDP Iguatu, acompanhando a gestão do referido Plano durante 4 anos. As entrevistas foram realizadas de modo virtual, através de perguntas estruturadas enviadas por e-mail, no período de setembro e outubro de 2022. Ressalta-se que foi realizada tentativa de solicitação de informações por meio dos sítios digitais da Prefeitura de Iguatu-CE, mas não houve retorno até o período de conclusão da pesquisa, em abril de 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO: ESPECIFICIDADES SÓCIO TERRITORIAIS DO BAIRRO VILA E CONSIDERAÇÕES NO PLANO DIRETOR DE IGUATU

Com base nos procedimentos metodológicos referidos anteriormente, obteve-se resultados que possibilitaram identificar especificidades locais e do lugar por meio dos processos de historiografia oral e cartografia social, gerando dados baseados no que foi dito e demonstrado pelos próprios moradores da área estudada. No que se refere a análise do conteúdo do Plano Diretor Participativo de Iguatu, publicado em 2009, os dados obtidos contribuíram para o conhecimento das modalidades de inserção das especificidades do bairro Vila Neuma no referido Plano, conforme se desenvolve a seguir.

3.1 Conhecendo as especificidades socioterritoriais do bairro Vila Neuma a partir dos seus moradores

Por meio dos relatos dos moradores foram recuperadas memórias das antigas lideranças comunitárias, a exemplo do uso do Rio Jaguaribe como espaço de lazer pela população, do uso da Ponte Demócrito Rocha como apoio em períodos de enchentes e dos equipamentos construídos por iniciativa popular, como biblioteca comunitária e escola local feita a partir de recurso próprio da comunidade. Identificou-se que as associações comunitárias foram formadas por meio das comunidades de base da Igreja católica, com forte participação das organizações comunidades eclesiais de base dos anos 1980, que priorizavam a ação social concreta nos territórios.

Nesse período, conforme os relatos, o bairro ainda se configurava de maneira precária, carente de saneamento, drenagem, equipamentos de saúde e assistência social. Nas entrevistas, os moradores revelaram mudanças pelas quais o bairro passou através do tempo, muitas delas geradas pela atuação das associações de bairro no local. Uma das falas destacou as estratégias de fortalecimento da associação por meio do pagamento simbólico de centavos pelos associados. Verificou-se que a contribuição gerou sentimentos de pertencimento dos moradores à associação. Dessa maneira, mesmo os entrevistados que não tinham histórico de atuação como lideranças comunitárias demonstraram conhecer as associações e apoiá-las simbolicamente através do pagamento do valor, mas também através da união enquanto comunidade em prol de objetivos em comum. Algumas das conquistas evidenciadas nas entrevistas foram a escolha da localização da Escola Profissionalizante Lucas Emmanuel (no bairro Vila Moura, vizinho ao bairro Vila Neuma), a implementação de Unidade Básica de Saúde (no bairro Vila Neuma, Rua Amália Brasil) e a construção de Centro de Educação Infantil.

Outra referência evidenciada foram os vínculos territoriais, redes de solidariedade e de apoio formadas ao longo do tempo. Foram identificadas relações dos habitantes entre si e com o espaço, com destaque para a agricultura, que compareceu contemplando alguns eixos estruturantes: (i) a esfera social através das capacitações que são realizadas tanto com crianças como com pequenos agricultores (ii) a esfera política através do alinhamento com

vereadores locais para viabilização de momentos formativos com a comunidade e apoio (iii) a esfera ambiental uma vez que essas atividades difundem novas formas de atuar com o ambiente, reduzir a poluição e produzir alimento compatível com o clima local (iv) Por fim, a esfera cultural uma vez que a base histórica daquela comunidade - a roça - faz com que os moradores tenham facilidade maior de absorção e entendimento daqueles conteúdo. Constatou-se que os moradores da área realizam atividades produtivas nesse sentido, a exemplo do empreendimento "Balaio Agroecológico" do entrevistado 9, D.A. e dos potes de doces feitos por A.S., que participou da entrevista 8.

Essas relações tratam do sentido do lugar enquanto espaço do simbólico, formação de identidades através das relações, espaço do vivido. São lugares experienciados através do corpo e que, por meio dessas experiências, são absorvidos com a topofilia apontada anteriormente por Tuan (1974) como um sentimento positivo sobre o lugar. O lugar também passa pela dimensão física. Holzer (1999). Isso se confirma uma vez que este simbólico - tomando como exemplo a questão da agricultura - que articula a dimensão físico ambiental. Trata-se de um bairro formado por famílias de origem rural que se localiza ao lado do Rio Jaguaribe e se utiliza do espaço para realização de atividades produtivas que fazem uso do potencial paisagístico da área e do potencial de uso do solo.

Assim, alguns elementos do espaço físico podem ser destacados como importantes a partir do que foi evidenciado nas entrevistas, com enfoque, principalmente, nos que se definem enquanto marcos referenciais de bairro conforme Lynch (2011). São eles: A igreja local de bairro, que foi espaço de base para criação do que viria a se tornar a associação comunitária nos anos 1980 e a qual continua a ser utilizada até hoje; o Rio Jaguaribe como símbolo das atividades produtivas locais e memória de lazer e uso do espaço e a Ponte Demócrito Rocha, local que, conforme revelado nas entrevistas, era utilizado como suporte para os moradores diante das enchentes do rio e tem valor simbólico como cartão-postal da cidade de Iguatu e que gera conexão do bairro Vila Neuma com o município. Esses elementos comparecem nas entrevistas através das histórias, das memórias e como pontos de destaque que perpassam as gerações.

Sobre as atividades produtivas que acontecem no bairro, utiliza-se como base um artigo da área da geografia, no qual Ortigoza e Mendes (2015) discutem a formação dos vínculos através da economia solidária. Fazendo um contraponto à maneira de trabalho que se construiu no mundo capitalista, em que o foco principal é sempre a acumulação de renda para aquisição de bens e serviços, a economia solidária funciona a partir de valores mais holísticos e tem um enraizamento no território. Este último, é definido por Souza (2000) a partir das relações de poder. Uma vez que essas relações são pautadas através das atividades que se realizam naquele local, tem-se que "(...) o território tanto pode ser a prisão, como a libertação dos cidadãos; isso porque ele contém a realidade socioespacial e o devir como possibilidade emancipatória." (Ortigoza e Mendes, 2015)

Assim, o que diferencia como esse território irá atuar (se como prisão ou libertação) é a força dos vínculos que nele são formados. Em comunidades de base o comportamento das redes de apoio é forte: muitas vezes as famílias são lideradas por mulheres que precisam trabalhar e cuidar dos filhos, contando com o apoio de creches, escolas, familiares e vizinhos para garantir sua segurança. Ortigoza e Mendes (2015) complementam esse debate ao falar das diferentes esferas dos vínculos territoriais específicos: social, política, cultural e ambiental. Os autores reforçam que essas esferas atuam de forma conjunta, são parte de um todo - mas que o capitalismo separou. Essas esferas podem ser percebidas na

dinâmica do bairro Vila Neuma através das falas dos moradores, tendo como exemplo o vínculo territorial específico do plantio. Sendo essa uma comunidade que tem em sua maioria populacional pessoas que historicamente trabalhavam com a roça, esse conhecimento é vivo na área desde seu início, podendo ser observado em áreas da região que contam com árvores plantadas pela população local, conforme figura 1.



Fig. 1 Árvores plantadas por moradores na Rua Beira Rio em Vila Neuma, no entorno do Rio Jaguaribe.

Um dos entrevistados, D.A., é exemplo dessa dinâmica: ele é filho de uma das principais personalidades do bairro, R.R.. Ela e o marido tinham ampla plantação e atuavam com uma floricultura, o que trouxe a ele uma convivência com o saber paisagístico e com a agronomia desde cedo. Ao crescer, esse interesse continuou quando ele realizou o curso técnico em agronomia e, posteriormente, curso superior em biologia. Durante a pandemia, fundou e consolidou o "Balaio Agroecológico"[4] que, a partir de uma floresta agroecológica cultivada por ele e por sua equipe em terreno próximo ao bairro Vila Neuma, produz alimentos livres de agrotóxico, realiza momentos formativos através do Instagram e em cursos para pequenos agricultores e comercializa esses produtos, capacitando estudantes e profissionais a fazê-lo também.

Diante do exposto, concluiu-se que o bairro Vila Neuma é constituído por elementos físicos e simbólicos que, na escala local, por meio do uso e das relações dos habitantes entre si e com o espaço, são formadores de lugares com os quais os moradores possuem sentimento de pertencimento, que passa de geração em geração. Assim, a historiografia oral se mostrou como um importante instrumento para o registro dos lugares e da identidade formada no bairro, bem como possibilitou a identificação da tríade "habitante - identidade - lugar" (Carlos, 2007) na Vila Neuma.

[4] Trabalho registrado no instagram, disponível em: https://www.instagram.com/balaioagroecologico/. Acesso em: 20/07/2024.

3.2 Especificidades socioterritoriais do bairro Vila Neuma no Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE (2009)

De acordo com o microzoneamento do PDPI, o bairro Vila Neuma localiza-se na Zona de Expansão Urbana 6 (ZEU 6), que é caracterizada na seção I, artigo 29, como zonas com "baixa densidade de ocupação, reduzida infraestrutura e extensas áreas ainda por serem parceladas, constituindo-se de reserva para o crescimento urbano(...)". No que se refere aos indicadores urbanísticos, apresentados na Seção IV, o documento afirma que nas Zonas de Expansão Urbana os valores dos indicadores deverão "estimular a ocupação urbana de forma compatível com a infra-estrutura existente e/ou projetada, garantindo o bem-estar da população e a preservação dos recursos naturais.

Destaca-se que o incentivo à questão agrícola, apontada como uma das especificidades do bairro Vila Neuma neste trabalho, aparece no Plano Diretor por meio dos programas e projetos da área, mas não menciona o bairro Vila Neuma ou o bairro Vila Moura de forma específica no que tange a essas iniciativas. Destaca-se que, embora haja esse incentivo à questão agrícola, o bairro Vila Neuma está inserido em área de expansão urbana, o que compromete as possibilidades futuras de desenvolvimento dessa atividade no bairro e em seu entorno.

Quanto às abordagens e definições relacionadas às especificidades socioterritoriais do bairro Vila Neuma no Plano Diretor Participativo de Iguatu-CE (2009), obteve-se resultados inicialmente a partir da caracterização do contexto no qual se desenvolveu o processo de elaboração do Plano, seguido de entrevistas com gestores do município de Iguatu-CE que atuaram no período de elaboração do PDPI (2009).

A partir das entrevistas com gestores que contextualizaram a elaboração do PDPI, identificou-se que os espaços para a participação e para apreensão do bairro Vila Neuma foram compartilhados com outros bairros. Embora seja corrente nas estratégias participativas a reunião de moradores por setores, abrangendo mais de um bairro, a ausência de outras iniciativas de participação focalizando o bairro evidencia lacunas quanto às possibilidades de captura das especificidades locais, contribuindo para a configuração do hiato entre o local-lugar e planejamento problematizado na pesquisa. Retomando a análise de Tuan (1983), sabe-se que a ideia de um indivíduo sobre um bairro é influenciada pela existência ou não de vivências que permitam o seu conhecimento íntimo, assim, a visão macro não permite a formação de uma ideia do local na perspectiva das relações simbólicas que atribuem a ele sentido e geram lugares.

Como resultados da análise sobre especificidades locais no Plano Diretor, identificou-se que o bairro é mencionado em apenas 3 momentos no PDPI: (i) Como zona de expansão urbana, parte do microzoneamento; (ii) como Área habitacional de Interesse Social 5; e (iii) como um dos bairros prioritários para desenvolvimento de Ações do Centro de Referência da Assistência Social (CRAS). Embora as atividades de agricultura e cultura sejam aspetos marcantes do bairro e compareçam no Plano, não há como aferir se o bairro está incluído, uma vez que não foi destacado. A partir das entrevistas com moradores antigos de Vila Neuma, constatou-se que as iniciativas de planejamento e gestão de base local e acadêmicas já existentes no período de formulação do documento, a exemplo da biblioteca comunitária ou dos produtos oriundos da agricultura, não foram reconhecidas no

processo de definição do Plano Diretor. Portanto, não foram potencializadas na agenda das políticas públicas articuladas pelo referido plano.

4 CONCLUSÕES

Considerando as noções de escala, local, lugar, espaço e bairro apresentadas anteriormente no marco conceitual, identifica-se que a análise de bairro implica na inter-relação entre o local, visto nas suas configurações morfológicas, e o lugar, a partir do seu processo histórico, cotidiano, de relações sociais e significados.

Sobre as especificidades locais do bairro Vila Neuma analisadas neste artigo, conclui-se que havia iniciativas locais de planejamento e gestão local identificadas nas relações dos moradores entre si e destes com o espaço, destacando-se como exemplo a questão da agricultura, que compareceu contemplando dimensões principais: (i) A social, através das capacitações realizadas tanto com crianças, quanto com os pequenos agricultores; (ii) A política, por meio do alinhamento com vereadores locais para viabilização de momentos formativos com a comunidade e apoio; (iii) A ambiental, uma vez que essas atividades difundem novas formas de atuar com o ambiente, reduzir a poluição e produzir alimento compatível com o clima local; (iv) Por fim, a dimensão cultural, tendo em vista que a "roça" faz parte da formação histórica do território e da comunidade, o que facilita maior e melhor compreensão sobre aqueles processos pela comunidade.

Diante do exposto, concluiu-se que o bairro Vila Neuma é constituído por elementos físicos e simbólicos que, na escala local, por meio do uso e das relações dos habitantes entre si e com o espaço, são formadores de lugares com os quais os moradores possuem sentimento de pertencimento, que passa de geração em geração. Assim, a historiografia oral se mostrou como um importante instrumento para o registro dos lugares e da identidade formada no bairro, bem como possibilitou a identificação da tríade "habitante - identidade - lugar" (Carlos, 2007) na Vila Neuma.

Sobre o Plano Diretor, constatou-se que este concebeu a comunidade do bairro Vila Neuma a partir de uma escala macro. Foi visto que os elementos como a agricultura e a cultura, que foram marcantes nas entrevistas como parte da identidade do bairro, estão contemplados no Plano Diretor. Contudo, o Plano não menciona o bairro pelo nome e nem há indicações e /ou recomendações sobre as questões relevantes apontadas pela comunidade de Vila Neuma, considerando a dinâmica local do bairro. Assim, entende-se que o Plano Diretor não foi capaz de dar apoio à comunidade para revelar e solidificar sua identidade. Nesse sentido, constatou-se a significativa dissociação entre as ações protagonizadas pela comunidade local do bairro Vila Neuma e o Plano Diretor de 2009, em que pese o processo de redemocratização do país e o marco legal de direitos definidos na C.F. de 1988.

Essas reflexões tratam da estrutura de planejamento que, embora se registrem esforços para aprofundar a mudança de paradigma, considerando o marco legal da Constituição Federal de 1988, principalmente quanto às iniciativas populares, ainda é frágil o diálogo com as diversas escalas e dinâmicas territoriais. Essa mudança de paradigma trouxe, de fato, a dimensão participativa, trouxe novos instrumentos da função social da cidade e da propriedade, mas ela ainda evidencia limites no sentido de incorporar outras formas de atuar na escala local e dos lugares, conforme foi visto nas experiências do bairro Vila Neuma que se constituem no contexto da resistência.

Considerando as reflexões apresentadas neste artigo, reitera-se que a possibilidade de alterar essas estruturas passa principalmente pela luta dos movimentos sociais, notadamente pelas iniciativas protagonizadas pelas comunidades, onde as políticas públicas não comparecem. Identificou-se que de um lado existem planos institucionais que buscam abranger o local, mas seus resultados ainda revelam profundo distanciamento. O outro movimento, protagonizado pela luta social, visto por meio de projetos contra-hegemônicos, autogestionados, revelam potencialidade de mudança significativa para um planejamento possível no sentido do Direito à Cidade. Assim, constatou-se a limitação do tipo de planejamento vigente, que promete ser participativo, mas que na sua realização deixa de priorizar a vida local, os sentimentos e as rugosidades que são as potencialidades do lugar. Em contraponto, impulsionam a mercantilização da terra. Estas apareceram de fato nas entrevistas realizadas, que se revelaram como uma instrumentos relevantes para conhecer essas potencialidades e para levá-las em consideração nos projetos a partir de uma sistematização da história, dos marcos e demais elementos que formam a identidade do lugar da comunidade estudada.

Por fim, destaca-se que a cartografia social e o formato de entrevistas semi-estruturadas , levando em consideração o conceito de historiografia oral, são ferramentas importantes para compreensão de especificidades a nível de bairro, que configuram um local como lugar e que devem ser consideradas na construção de instrumentos legais, sobretudo para atuação em comunidades similares à que foi analisada no presente artigo, visando construir cidades verdadeiramente inclusivas. Considerando o exposto, conclui-se que as lutas sociais, os projetos autogestionados, com o seu conteúdo de resistência na busca pelo Direito à Cidade, apontam para a necessária redefinição do planejamento urbano, na sua possibilidade de aproximação com o que é vivido e realizado pelas comunidades em suas lutas cotidianas, integrando os atores locais na construção do conhecimento sobre a realidade local, refletindo e construindo soluções para os problemas identificados, num processo dialógico, pautado na troca de saberes e nos direitos urbanos e ambientais.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. (2001) Lei N° 10257. **Estatuto da Cidade.** Presidente da República.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Programas Urbanos. (2005) **Plano Diretor Participativo**/Coordenação Geral de Raquel Rolnik, Benny Schasberg e Otilie Macedo Pinheiro – Ministério das Cidades, Brasília.

Carlos, A. F. A. (2007). **O lugar no/do mundo.** FFLCH, São Paulo.

Corbett, J.; Rambaldi, G.; et. al. (2006) Overview: Mapping for Change - the emergence of a new practice. In: **Participatory Learning and Action**. [s.l.] :(IIED).DOI: 10.1007/978-94- 024-1011-2_12.

Del Rio, V. (1999) **INTRODUÇÃO AO DESENHO URBANO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO***,* Pini, 1° edição.

Holzer, W. (1999) O LUGAR NA GEOGRAFIA HUMANISTA. **Revista Território**. Rio de Janeiro. ano IV, n° 7. p. 67-78. jul./dez.

IGUATU (CE). (2001) **Lei N° 712/2001**. Dispõe sobre as Diretrizes do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Iguatu e adota outras providências. Iguatu-CE.

_____. (2009) **Lei N° 1,277/09**. Altera a Lei n° 712/01 de 22 de Maio de 2001 e revoga a lei n° 1019/05 de 19 de maio de 2005 e adota outras providências. Iguatu-CE.

Lamas, J. M. R. (2010) **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Lynch, K. (2011). **A Imagem da Cidade**, WMF Martins Fontes..

Minayo e Costa. (2018) Fundamentos Teóricos das Técnicas de Investigação Qualitativa. **Revista Lusófona de Educação**, 40, pp. 139-153.

Oliveira, M. A. (2023) **Especificidades locais e planejamento territorial participativo: estudo a partir do bairro Vila Neuma no plano diretor de Iguatu/CE, Brasil.** 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

_____ (2018) **O Despertar da Vila: Urbanismo Colaborativo no Bairro Vila Neuma em Iguatu-CE**. 167f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, Ceará, 2018.

Ortigoza, S. A. G.; Mendes, A. A. (2015) O PAPEL DO TERRITÓRIO NOS DESAFIOS DA ORGANIZAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DAS REDES SOLIDÁRIAS. In: **CONGRESSO DE PESQUISADORES DE ECONOMIA SOLIDÁRIA**, 1, 2015, Diagrama Editorial, São Carlos.

ROSSI, A. (2011) *A arquitetura da cidade*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes.

Souza, M. L. (2000) In: Castro, I. E.; Gomes, P. C. C.; Corrêa, R. L. (Org.). (2000). **GEOGRAFIA: CONCEITOS E TEMAS**, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

Santos, M. R. M. (2011) O sistema de gestão e participação democrática nos planos diretores brasileiros. In: Santos Junior, O. A.; Montandon, D. T. (org.). **Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas**, Ippur/Ufrj, Letra Capital, Observatório das Cidades, Rio de Janeiro.

Thompson, P. (2009) **História oral e contemporaneidade.** História Oral, [S. l.], v. 5, DOI: 10.51880/ho.v5i0.47.

Tricart, J. (1949) **Cours de géographie humaine**, Volume 1. Centre de documentation universitaire - Human ecology.

Tuan, Y. (1974) **Topofilia: Um estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente**. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs.

Xavier, T. W. F. (2022) **Análise participativa dos potenciais impactos socioambientais de parques eólicos marinhos (offshore) na pesca artesanal no estado do Ceará, Brasil.** 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS PRIORITÁRIAS PARA INVESTIMENTO EM SAÚDE A PARTIR DE ATRIBUTOS DE ACESSIBILIDADE SOCIOESPACIAL

I. F. Cardoso, A. Griffond-Boitier, L. Cardoso, C. F. F. Lobo, G. T. Lacerda

RESUMO

A dificuldade de acesso à saúde na França levanta discussões sobre a importância de compreender seus aspectos. A acessibilidade espacial se relaciona ao uso do solo e à mobilidade urbana, incorporando a relação oferta-demanda, atividade profissional e aspectos socioeconômicos. Assim, este artigo explora a literatura visando identificar atributos geográficos do acesso à saúde a partir de análises espaciais para definir zonas prioritárias de investimento. Para tanto, explorou-se o indicador de Acessibilidade Potencial Localizada (APL) com correspondência espacial oferta-demanda de atenção primária na França. A metodologia foi aplicada em centros urbanos de duas regiões com baixos APL, identificando desigualdades socioespaciais em diferentes contextos, tendo baixa renda, concentração de idosos e profissionais a distâncias acessíveis a pé como atributos. Observaram-se zonas prioritárias mais dispersas em centros urbanos, em função da organização territorial, além de um modelo centro-periferia próximo do contexto rural que acentua a necessidade do automóvel para acesso à saúde primária.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de “desertos médicos”, destacado pela atual crise nas profissões de saúde na França, pode ser encontrado na literatura sob três ângulos distintos, mas complementares. De acordo com Vergier e Chaput (2017), esse conceito pode estar ligado ao acesso à atenção primária, como clínicos gerais, enfermeiros e farmacêuticos; ou a profissionais de consultas regulares, como ginecologistas, pediatras e oftalmologistas; ou à atenção secundária, como cardiologistas, reumatologistas e pneumologistas.

Seja qual for a definição, o problema dos desertos médicos está intrinsecamente ligado à má distribuição dos recursos de saúde. Para aprofundar a análise nesse problema, o governo francês desenvolveu o indicador de acessibilidade potencial localizada (APL), que mede a correspondência espacial entre a oferta e a demanda de atenção primária em escala municipal (DREES, 2023). No caso dos médicos generalistas, esse indicador considera os profissionais liberais e os assalariados em centros de saúde, e é dado em termos do número de consultas ou visitas por ano e por habitante e os cálculos são baseados na população padronizada, dado fornecido pela Direção de Pesquisa, Estudos, Avaliação e Estatística (DREES, 2023), que leva em conta as necessidades médicas de acordo com a idade dos indivíduos.

Nesse contexto, a fim de estudar o funcionamento geral do sistema de saúde e o acesso espacial à assistência usando ferramentas quantitativas e qualitativas, o campo da Geografia da Saúde tem como objetivo estudar as relações entre o território e os problemas de saúde pública usando uma abordagem multidisciplinar. Ferramentas como a análise espacial, estatísticas e sistemas de informações geográficas são, portanto, úteis, uma vez que esses fenômenos ocorrem em um espaço definido (Souris, 2019).

Entretanto, além da abordagem geográfica do assunto, também é importante analisar as desigualdades sociais no acesso à saúde. No que diz respeito ao sistema de saúde, a equidade de acesso traz os fatores sociais como essenciais para o bom funcionamento desse sistema, uma vez que esse conceito propõe que as pessoas em condições mais desfavorecidas recebam uma parcela maior de recursos (Litman, 2002). A ligação entre os aspectos territoriais e sociais do acesso à saúde é, portanto, importante, pois as desigualdades territoriais em saúde se sobrepõem e reforçam as desigualdades sociais em saúde e vice-versa (Vigneron, 2012).

Entende-se, portanto, que a identificação e análise de atributos socioespaciais que influenciam o acesso aos recursos médicos é fundamental para a busca de um sistema de saúde equitativo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é explorar as desigualdades socioespaciais no acesso a tais recursos com o intuito de desenvolver um método que identifique áreas desfavorecidas no território, contribuindo para a elaboração de políticas de saúde pública, utilizando-se do caso francês como exemplo de aplicação.

2 NOTAS SOBRE A GEOGRAFIA DA SAÚDE NA FRANÇA

A redução do número de profissionais de saúde em relação à população francesa nos últimos anos e a metropolização da oferta são duas faces do problema do acesso à saúde. Em geral, de acordo com Vigneron (2012), as comunas mais distantes da sede da metrópole regional são aqueles com os menores recursos de saúde. Essa desigualdade também levou à observação de que o nível de demanda por intervenções médicas está ligado à acessibilidade dos recursos. A organização territorial do sistema é, portanto, essencial para a estruturação das políticas de saúde.

Com relação à proximidade, Vergier e Chaput (2017) destacam que esse não é necessariamente o único critério para a escolha de um médico, principalmente quando o acesso a um médico exige, de qualquer forma, uma viagem de carro. Além disso, Iosti (2019) observa que, quando combinado com outros fatores, como o tempo de espera para a consulta, a urgência do problema de saúde, a aceitação do equipamento ou do médico ou a localização do equipamento, o transporte pode ser uma barreira ao acesso. Isso ocorre porque, de acordo com o autor, as dimensões espacial e temporal são dois lados da mesma moeda, ao considerar-se que, em alguns estudos, a distância pode ser medida em tempo de acesso.

Mesmo nesse caso, verificou-se que os estudos em nível local frequentemente usam o transporte como um fator relevante na acessibilidade ao atendimento (Chen *et al.*, 2022; Curtis and Scheurer, 2010), especialmente em se tratando de uma população mais vulnerável, como os idosos e pessoas com mobilidade reduzida. Isso provavelmente se deve ao fato de que a mobilidade em escala local está mais ligada à ideia de viagens diárias e mais curtas do que em escala regional. Nesse contexto, os planejadores e

desenvolvedores urbanos estão promovendo o uso de meios de transporte sustentáveis, como modos ativos e transporte público (Curtis and Scheurer, 2010; Rhoads *et al.*, 2023).

Por fim, embora a oferta de serviços, a demanda da população e o transporte sejam fatores ligados ao acesso ao atendimento, há ainda outra camada a ser agregada, que diz respeito ao aspecto social da acessibilidade. Aqui começa-se a questionar quem são os grupos mais afetados pela falta de acesso ao atendimento, introduzindo o conceito de equidade. De acordo com Litman (2002), a equidade inclui um julgamento moral e é mais ampla do que a mera distribuição de recursos. Portanto, é importante identificar e localizar esses grupos para compreender melhor o fenômeno de *spatial mismatch*, ou seja, a disparidade na distância entre os locais de residência e os locais de serviços (AURM, 2016).

Em primeiro lugar, a população idosa é frequentemente citada na literatura como um dos grupos que têm maior necessidade de acessar recursos de saúde do que outros. De fato, o processo de envelhecimento leva a um declínio das funções fisiológicas (Chen *et al.*, 2022), o que faz com que consultas médicas sejam mais frequentes. O envelhecimento da população francesa (Insee, 2020) também é um fator agravante nessa situação, afetando não apenas a demanda por atendimento, mas também a oferta desse serviço, uma vez que os médicos também estão envelhecendo e, portanto, estão mais próximos da aposentadoria (DREES, 2023). Nesse contexto, Broussy (2014) destaca a importância dos atores locais como medida de adaptação ao envelhecimento, apontando que os serviços, comércios e atividades cotidianas das pessoas idosas se encontram em um raio de menos de 500 metros. Esse autor identificou ainda que as idas à farmácia são um dos motivos mais frequentes pelos quais os idosos se deslocam, mostrando a importância do acesso à atenção primária para esse grupo.

Outro grupo social citado na literatura como um dos mais vulneráveis em termos de acesso à saúde é o das pessoas de baixa renda. Um estudo realizado pela AURM (2016) sobre os bairros prioritários para a política urbana (QPVs) na aglomeração de Mulhouse já fornece algumas pistas em relação à localização desses bairros (geralmente longe do centro da cidade) e sua distância aos recursos de saúde. Em relação a esse estrato social, Deguen e Kihal-Talantikite (2022) destacam que as condições socioterritoriais, as exposições ambientais e a desvantagem socioeconômica são condições que levam às desigualdades sociais em saúde (ISS), um conceito criado para lidar com a diferença de saúde entre indivíduos ligada a fatores sociais.

A literatura fornece, portanto, atributos que podem ser mobilizados neste estudo como indicadores socioespaciais de acesso à saúde. Em resumo, propõe-se os seguintes indicadores com base na abordagem teórica: a distribuição dos recursos de saúde, a oferta de transporte, a concentração da população idosa e a concentração da população de baixa renda. Optou-se por incluir no método grupos populacionais desfavorecidos que apresentam maior tendência de agrupamento no território, motivo pelo qual não foram incluídas as pessoas com mobilidade reduzida.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho se deu a partir de três etapas metodológicas principais, em que se partirá de uma análise em grande escala para uma análise em menor escala, ao nível das unidades urbanas. As unidades urbanas são divisões territoriais do território francês onde tem-se uma ou mais comunas reunidas, sendo uma delas a comuna-centro, que

comporta uma zona construída de ao menos 2 mil habitantes, e que as residências são separadas umas das outras em, no máximo, 200 metros (Insee, 2020b). Esse tipo de aglomeração foi escolhido como unidade de análise a fim de se trabalhar na escala da cidade, que abrange um território mais vasto que as comunas. Nesse contexto, a Figura 1 resume as etapas metodológicas, que são detalhadas a seguir.



Fig. 1 Etapas metodológicas

O primeiro nível de análise é baseado no indicador APL para os médicos generalistas, cujo dado é fornecido por comuna, menor divisão administrativa do território francês. Com base em uma análise desse indicador entre as regiões da França Metropolitana, Vergier e Chaput (2017) descobriram que entre as regiões com os resultados mais baixos estão Borgonha-Franco-Condado (BFC) e Centro-Vale do Loire (CVL), portanto, optou-se por analisar os aglomerados dessas duas regiões. Em termos de processamento de dados, os APLs foram agregados por unidade urbana, ponderando-se o indicador pela população padronizada, conforme orientação da DREES (2023).

Em seguida, além de procurar selecionar comunas com baixos valores de APL, buscou-se também identificar unidades urbanas que tivessem características semelhantes entre as regiões para fins de comparação. Estudou-se, portanto, os dados dos APLs para médicos generalistas de 2022 (DREES, 2023), relacionando-os com dados demográficos (Insee, 2020a). Esses critérios permitiram que fossem selecionadas as unidades a serem analisadas com base nos APLs mais baixos em relação ao tamanho da população. Optou-se por estudar, para cada região, um centro urbano com grande influência regional e um centro menor, com um cenário que se aproxima do rural.

Definidas as unidades urbanas a serem estudadas, inicia-se a fase de análise a nível local. A partir da base de dados em ladrilhos de 200 metros de dimensão do Insee (2017), pôde-se obter informações sobre os grupos populacionais que são objeto do estudo, ou seja, pessoas idosas e pessoas de baixa renda. A unidade espacial desse banco de dados é padronizada em ladrilhos quadriculados de 200 metros por dimensão e, visto que o estudo se dará em nível de cidade, considera-se que unidades pequenas como essas podem ser um bom ponto de partida para análises subsequentes. A base de dados fornece o número de indivíduos por faixa etária e o número de domicílios pobres[1] por ladrilho.

Para cada grupo, decidiu-se fixar um limite de análise a fim de identificar aqueles que são mais vulneráveis na área. Esse limite foi determinado usando o método de quebras naturais de Jenks, porque ele procura dividir os dados em intervalos de classe com base em grupos naturais na distribuição dos dados. Dividiu-se, então, os dados em cinco categorias com

[1] O Insee (2021) define os domicílios pobres como sendo aqueles em que o padrão de vida é inferior ao limite de pobreza, fixado como 60% do padrão médio de vida.

base no número de indivíduos idosos ou de domicílios pobres. Para os centros urbanos, o limite foi estabelecido pelas duas categorias com o maior número da amostra e, para as cidades menores, visto que essas duas categorias são pouco representadas, as três maiores foram levadas em consideração.

Para os estabelecimentos de saúde, utilizou-se a Base Permanente dos Equipamentos, ou BPE, selecionando aqueles considerados relevantes para o estudo. Neste trabalho, optou-se por concentrar-se na atenção primária, selecionando-se os médicos generalistas e as farmácias, considerados aqui como os serviços mais indispensáveis para ambos os grupos. Destaca-se que os médicos generalistas que constituem a base de dados representam tanto o sistema público quanto o privado, dado que o sistema de saúde público francês permite que os usuários desfrutem do sistema privado, que representa 99% dos profissionais (Sécurité Sociale, 2023), com um alto percentual de reembolso pelas consultas – podendo chegar a 100% em alguns casos.

Em seguida, aplicou-se uma análise de acessibilidade dos grupos analisados aos equipamentos selecionados. Para isso, o método usado foi a medida mencionada por Tomasiello *et al.* (2023) como acessibilidade cumulativa ativa, que indica o número de serviços alcançados em um determinado limite de tempo ou distância, descrita nas Equações 1 e 2.

$$AC_{is} = \sum_{j=1}^{n} S_j \times f(d_{ij}) \quad (1)$$

$$f(d_{ij}) = 1,\ se\ d_{ij} \leq D\ ;\ 0,\ se\ d_{ij} > D \quad (2)$$

Em que:

- AC_{is} é a acessibilidade cumulativa ativa da origem *i* aos serviços do tipo *s*;
- S_j é o número de serviços do tipo *s* no destino *j*;
- d_{ij} é a distância de viagem entre a origem *i* e o destino *j*;
- D é o limite da distância de viagem;
- $f(d_{ij})$ é uma função binária que assume valores de 0 ou 1, dependendo da distância de viagem.

Neste trabalho, considerou-se a caminhada como meio de acesso aos serviços de saúde próximos, a fim de reduzir a dependência do carro. Em geral, o valor de D adotado é de 500 metros, conforme indicado frequentemente na literatura como uma distância padrão de acessibilidade a pé (ITDP, 2017).

Dispondo dos dados sobre os locais de origem e destino e a rede de pedestres selecionada da base de dados BD Topo (IGN, 2024), utilizou-se a ferramenta QNEAT3, suportada pelo QGIS, para determinar os dados de acessibilidade. Para tanto, foram geradas matrizes OD para cada grupo em relação aos equipamentos selecionados, cujas distâncias foram filtradas a partir da distância limite, encontrando-se, assim, os serviços acessíveis para cada origem. Em seguida, a fim de analisar a relação entre a disposição dos recursos e a população atendida, aplicou-se a Equação 3 para determinar um índice de acessibilidade relativa a partir da razão entre essas duas variáveis.

$$AR_{is} = (\ AC_{is} / P_i\ ) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

- AR_{is} é a acessibilidade relativa da origem *i* aos serviços do tipo *s*;
- P_i é a população em questão na origem *i*.

A Equação 3 é, por sua vez, multiplicada por 100 para melhor interpretar os resultados. Nesse caso, podemos dizer que o índice RA_{is} indica o número de instalações acessíveis por grupo de cem indivíduos – no caso de idosos – ou domicílios – no caso de domicílios pobres. Esse resultado permitiu mapear o nível de acessibilidade medido nas cidades estudadas e identificar áreas onde o acesso ao atendimento é precário, com base em critérios de proximidade e demanda.

A partir do cruzamento entre os resultados para médicos generalistas e farmácias, pôde-se identificar as zonas prioritárias para investimento em saúde primária (ZPPR, sigla para "*zones prioritaires d'investissement en santé de premier recours*", em francês). Neste estudo, as ZPPRs são definidas como áreas em que a soma do índice de acessibilidade relativa para farmácias e médicos generalistas é inferior a 1,0 recurso para cada cem indivíduos ou domicílios. Essas áreas podem ser identificadas por grupo ou pela interseção dos dois, ou seja, áreas em que a soma é menor que 1,0 para ambos os grupos, destacando uma dupla fragilidade nessas áreas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Seleção das unidades urbanas a partir dos APLs

A análise em nível global mostrou que, em geral, os APLs para a região de Borgonha-Franco-Condado (BFC) são melhores que para Centro-Vale do Loire (CVL). Mesmo nesse caso, buscou-se identificar centros urbanos os quais os resultados fossem baixos dentro de seu grupo, como foi o caso da unidade de Montbéliard, em BFC. Essa aglomeração possui uma população de 112.840 habitantes (ou 113.420 em termos de população padronizada), a terceira maior da região, e tem um APL igual a 3,85 consultas médicas por ano por habitante (DREES, 2023; Insee, 2020a). Em comparação com outros grandes centros urbanos da região, como Dijon (capital regional), Besançon e Belfort, que têm APLs iguais a 4,84, 5,31 e 3,96, respectivamente, Montbéliard é o centro urbano com o menor acesso a consultas médicas.

Já na região de CVL, observa-se que esta é marcada por duas grandes cidades que concentram uma grande parte da população regional, Tours e Orléans. Mesmo que esta última seja a capital regional, com 285.926 habitantes (275.569 em termos de população padronizada, o que mostra que os idosos estão menos representados do que a média), a diferença entre os dois APLs é muito significativa: em Tours, há 4,59 consultas médicas por ano e por habitante, em comparação com 3,20 em Orléans. O histórico das duas cidades pode ser um fator que impacta o acesso à saúde, já que a burguesia desempenhou um papel expressivo no território de Tours, o que explica a presença de muitos profissionais de saúde (Benjamin, 2008).

Nesse contexto, optou-se por analisar os centros de Montbéliard e Orléans como grandes centros urbanos. Com base nessa classificação, espera-se que haja uma gama maior de recursos de saúde nessas cidades e, portanto, se esses recursos são escassos, também pode-se questionar a maneira como eles são distribuídos entre a população vulnerável. É

importante ressaltar que essas duas unidades não possuem a mesma estrutura organizacional: a unidade de Montbéliard é composta por pequenas comunas com uma distribuição populacional mais equilibrada do que a de Orléans, onde há uma maior concentração da população na comuna-centro e, como resultado, a relação de dependência a ela é também mais acentuada.

Em seguida, analisando as cidades com os resultados mais baixos e números semelhantes de habitantes, identificou-se as unidades de Louhans, em BFC, e Saint-Amand-Montrond, em CVL. Louhans é classificada pelo Insee (2023) como um aglomerado rural, com um valor de APL de 2,05 e uma população de 12.439, ou 11.788 em termos de população padronizada. A segunda tem um valor de APL de 1,70, uma população de 11.781, ou 13.130 em termos de população padronizada, e é classificada como uma cidade pequena. Essas duas unidades urbanas foram selecionadas para a análise local e suas localizações são mostradas na Figura 2.

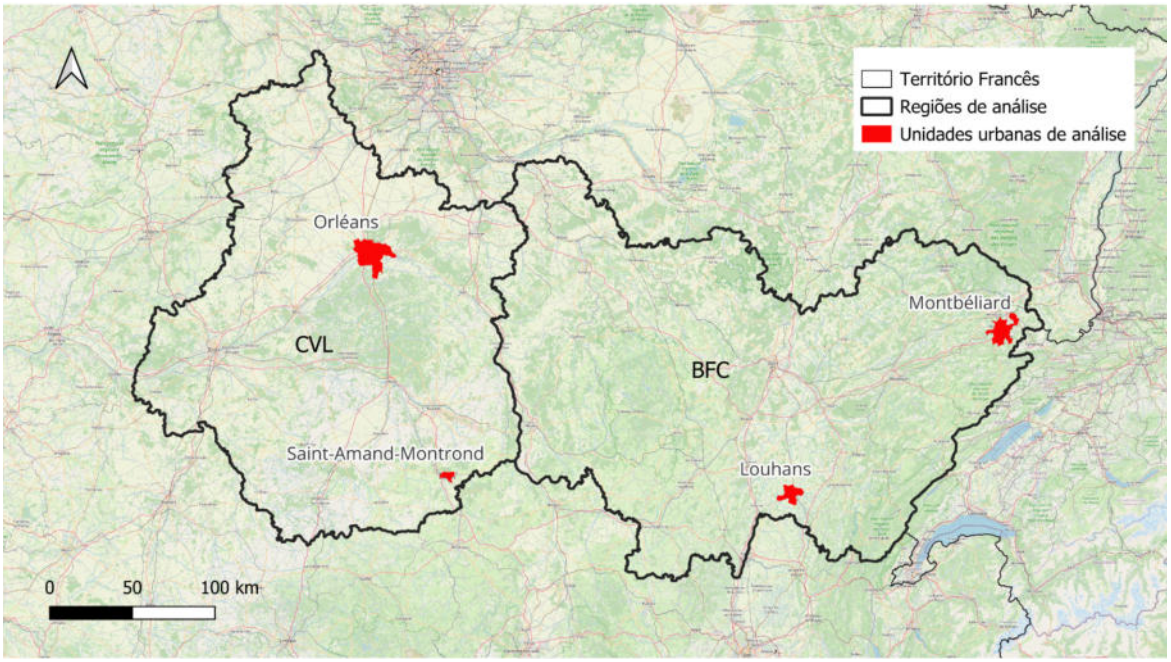


Fig. 2 Localização dos territórios de análise

4.2 Acesso aos recursos em saúde em escala local

O índice de acessibilidade relativa é usado para examinar a acessibilidade das áreas onde as pessoas mais vulneráveis estão localizadas em relação aos serviços de saúde. Em geral, observa-se que ele é fortemente influenciado pela organização territorial das aglomerações urbanas, de modo que, por exemplo, uma cidade em que as pessoas de baixa renda se reúnem na periferia e as oportunidades e os serviços em geral se concentram principalmente no centro, estará enfrentando segregação socioespacial. Também é importante levar em conta as diferenças entre as áreas urbanas e rurais, onde a variedade de serviços é normalmente menor e, consequentemente, a dependência de automóveis é maior.

Nesse contexto, observou-se que, no geral, a unidade urbana de Montbéliard, enquanto aglomeração de pequenas comunas, possui uma organização com traços de policentralidade. Em relação às outras unidades analisadas, os recursos encontram-se mais bem distribuídos pelo território, e o modelo centro-periferia possui menor representação.

Ainda assim, observou-se alguns casos onde há concentração da população idosa e que a distância de 500 metros não foi suficiente para atingir um serviço de primeiro recurso. Para esse grupo, observou-se que o acesso é ligeiramente melhor aos médicos generalistas que às farmácias. Em relação aos domicílios pobres, visto que tem-se uma menor amostra, detectou-se menos zonas com baixo acesso aos recursos de atenção primária. A Figura 3 mostra os resultados das zonas prioritárias de investimento em atenção primária para as unidades de Montbéliard e Louhans, em BFC.

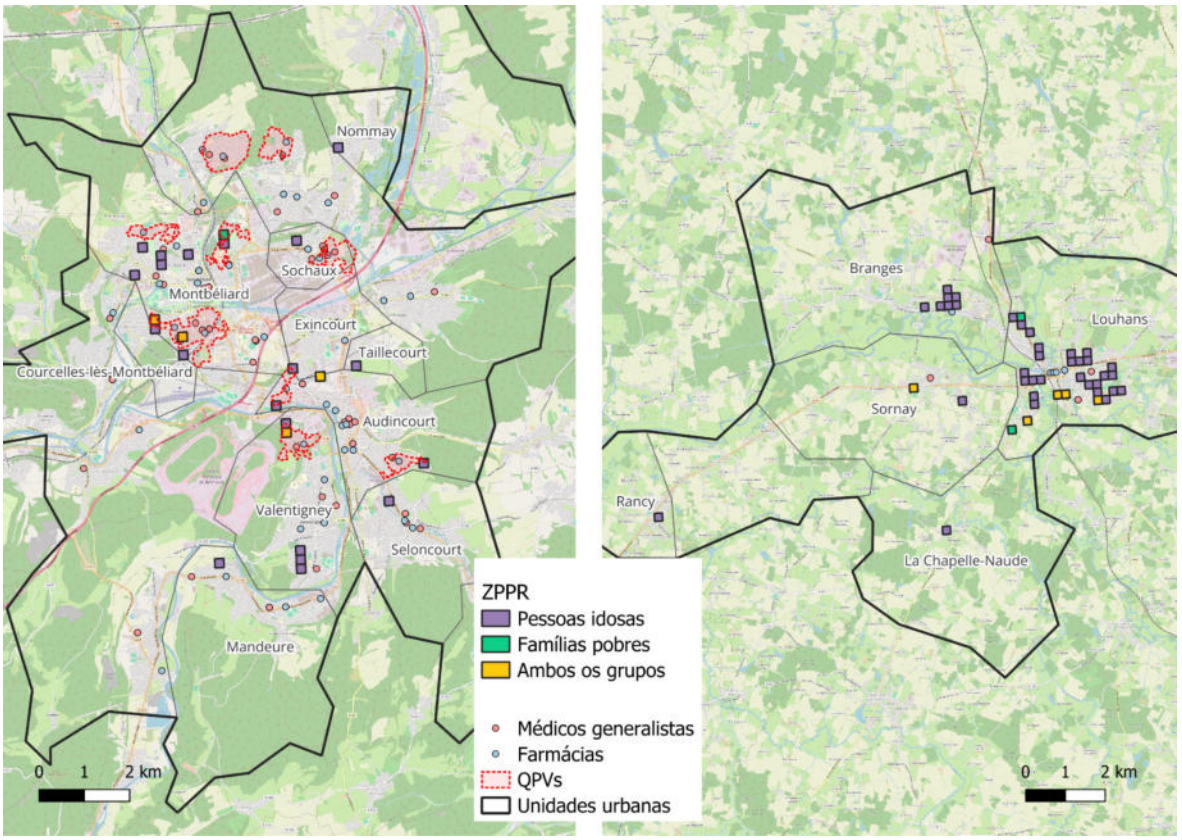


Fig. 3 Zonas prioritárias de investimento em saúde primária (ZPPR) em Montbéliard (esq.) e em Louhans (dir.)

Em Montbéliard, observa-se um grande número de ladrilhos que não possuem adjacência a outros, o que é consequência da dispersão territorial dos recursos. O cruzamento com os dados de bairros prioritários para a política urbana (QPVs) permite constatar que algumas ZPPRs onde há uma alta densidade de domicílios pobres estão localizadas em QPVs, como, por exemplo, nas comunas de Montbéliard e Valentigney. No entanto, as áreas com concentração de idosos não se encontram necessariamente nesses espaços, estando mais espalhadas pelo território.

Já em Louhans, tem-se que as farmácias, assim como os médicos generalistas, estão concentradas principalmente no centro, o que leva a resultados que geralmente se dividem entre dois extremos: concentradas no centro e com valores superiores a 6 recursos por grupo de cem indivíduos ou domicílio, ou iguais a zero, com poucas exceções. Além disso, há algumas áreas ao sul que ficam muito longe das farmácias, reforçando a necessidade de usar um carro para acessar um serviço básico.

Nessa unidade, não há bairros prioritários e a maioria das ZPPRs está concentrada no centro da cidade. Embora esse seja o caso, há uma área concentrada com alta densidade de

idosos na comuna de Branges e outras áreas espalhadas pelas comunas de Brange, Rancy, La Chapelle-Naude e Sornay, esta última ainda incluindo uma zona com dupla fragilidade. Na comuna de Louhans, de acordo com a tendência observada no restante da região, o grupo com maior presença nas ZPPRs são os idosos, embora ainda existam áreas com alta proporção de famílias pobres e outras com a presença de ambos os grupos vulneráveis.
Já em CVL, observa-se contextos diferentes para as unidades de Orléans e Saint-Amand-Montrond, mostradas na Figura 5.

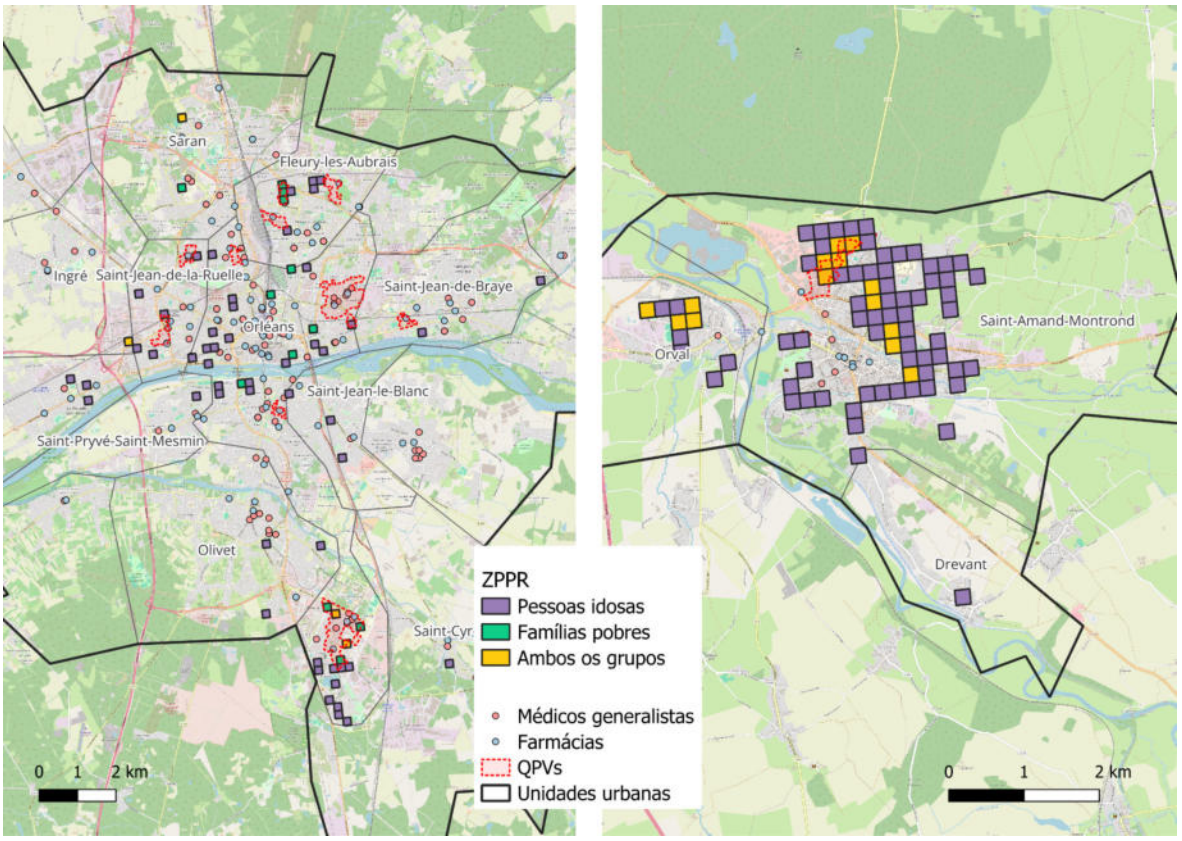


Fig. 5 Zonas prioritárias de investimento em saúde primária (ZPPR) em Orléans (esq.) e Saint-Amand-Montrond (dir.)

Em Saint-Amand-Montrond, todas as ZPPRs são densamente povoadas por idosos e há maior continuidade entre os ladrilhos, que cobrem grande parte da área construída da cidade. Há concentrações igualmente altas em domicílios pobres entre as ZPPRs, e algumas delas até coincidem com o único QPV existente na cidade, o que reforça a necessidade de investimento no acesso a serviços básicos. Em seguida, a análise do centro urbano de Orléans (Figura 6) mostra que em centros urbanos maiores a presença de bairros prioritários é mais acentuada, o que é consequência de uma maior urbanização, criando áreas onde as populações mais vulneráveis se instalam em busca de oportunidades.

Em Orléans, a maior concentração de ZPPRs está ao sul do centro da cidade, onde há um bairro prioritário que inclui áreas com alta concentração de famílias pobres - e em algumas delas há também uma alta densidade de idosos - e ainda mais ao sul há uma alta concentração de idosos que não têm bom acesso à atenção primária. Os municípios vizinhos, mais ao norte da área, também têm algumas áreas interpretadas como ZPPRs, que são, em sua maioria, densamente povoadas por idosos. Em Fleury-les-Aubrais, a área

marcada por um QPV é a mesma das ZPPRs, onde há uma concentração de famílias pobres.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, procurou-se responder a questões relacionadas ao acesso aos serviços de saúde, tema muito debatido na França com vista à atual crise dos profissionais de saúde e agravado pelo envelhecimento da população. Para tanto, a metodologia proposta passou por uma abordagem teórica e quantitativa que pôde compreender melhor a repartição da oferta em saúde a uma escala ampla, a partir das regiões da Borgonha-Franco-Condado e do Centro-Vale do Loire, e a uma escala local, analisando unidades urbanas com baixos indicadores de acesso a cuidados.

Em seguida, a análise territorial reflete algumas tendências já esperadas, como, por exemplo, a predominância da população idosa na unidade urbana de Saint-Amand-Montrond, que tem uma população padronizada 11% maior do que o número real de habitantes (DREES, 2023). Destaca-se que a presença desse grupo é mais marcante não somente nesse território: em todos os analisados existe uma maior frequência de pessoas idosas nas zonas prioritárias de investimento em saúde de primeiro recurso do que nas famílias pobres. É por isso que há um grande número de ZPPRs que não coincidem com os QPVs, que não levam em conta os critérios de idade, mas os relacionados à renda. Isso mostra que o problema do acesso à saúde vai além dos bairros prioritários e deve ser tratado considerando ambos os grupos.

Neste sentido, considerou-se importante reunir critérios como a renda e a idade para criar uma medida de acessibilidade à saúde que leve em conta estas duas vulnerabilidades. A metodologia proposta permite reunir os resultados e identificar as zonas prioritárias de investimento em saúde a partir de critérios de proximidade dos recursos de saúde e de densidade dos grupos considerados mais vulneráveis economicamente e, consequentemente, os mais frágeis ao nível da saúde. No âmbito deste trabalho, a análise foi feita para médicos de clínica geral e farmácias, considerados recursos mais indispensáveis, mas o método pode ser adaptado para encontrar lacunas em diferentes níveis de atendimento.

No que concerne à população idosa, considerou-se nesse trabalho que a totalidade desse grupo está apta a realizar viagens a pé, o que pode não refletir a realidade, dadas as limitações motoras naturais. Ainda pela mesma razão, sabe-se que o raio de alcance de uma viagem a pé para pessoas idosas pode ser menor que para o restante da população, logo, a fim de refinar o método, sugere-se que em futuras adaptações sejam levadas em conta tais aspectos.

Finalmente, a fim de fazer uma análise mais profunda, sugere-se para os trabalhos futuros uma análise que leve em conta os demais sistemas de transporte. Nesta proposta, o deslocamento a pé foi considerado como meio principal de modo a contemplar o foco nas famílias mais pobres – com menos acesso ao automóvel –, e na população idosa – compulsoriamente afastada do automóvel enquanto condutores devido ao avanço das limitações motoras e sensoriais. Portanto, é fundamental questionar a dependência do uso do carro para acesso aos serviços básicos e propor alternativas para tal, especialmente nos meios rurais.

Agradecimentos
Os autores agradecem o Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transporte da UFMG e o curso de Mestrado em Géographie et Aménagement na Université de Franche-Comté. O presente trabalho foi realizado com apoio do grupo de pesquisa Mobilidades Gerais e financiamento da Université de Bourgogne-Franche-Comté, pelos quais os autores agradecem.

6 REFERÊNCIAS

AURM (2016) **Quelle politique de développement économique ? Pour les quartiers prioritaires** [Online]. Disponível em: https://www.fnau.org/fr/publication/quelle-politique-de-developpement-economique-pour-les-quartiers-prioritaires/ (Acesso em: 17 de fevereiro de 2024).

Benjamin, P. (2008) Une bourgeoisie aux mille visages **L'Express**. 2969 pp.2–5.

Broussy, L. (2014) **Dix mesures pour adapter la société au vieillissement**. Santé Social. Paris (5 Rue Laromiguière 75005), Dunod.

Chen, Y., Ding, Q. and Shen, Y. (2022) Assessing Accessibility and Social Equity of Tertiary Hospitals for Older Adults: A City-Wide Study of Tianjin, China. **Buildings**. [Online] 12 (12), 2107. doi:10.3390/buildings12122107.

Curtis, C. and Scheurer, J. (2010) Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning**. [Online] 74 (2), 53–106. doi:10.1016/j.progress.2010.05.001.

Deguen, S. and Kihal-Talantikite, W. (2022) Les inégalités environnementales et sociales de santé en France, un champ de recherche à développer. **Informations sociales**. [Online] 206 (2), 34–43. doi:10.3917/inso.206.0034.

DREES (2023) **Données statistiques publiques en santé et social**. [Online]. 2023. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques. Disponível em: https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/recherche?f%5B0%5D=content_type%3A3 (Acesso em: 1 de março de 2024).

Insee (2020a) **Bases des unités urbaines de 1999 et 2010**. [Online]. 2020. Disponível em: https://www.insee.fr/fr/information/2115018 (Acesso em: 25 de abril de 2024).

Insee (2021) **Définition - Pauvreté monétaire / Seuil de pauvreté / Seuil de pauvreté**. [Online]. 2021. Disponível em: https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1653 (Accessed: 25 April 2024).

Insee (2023) **La grille communale de densité**. [Online]. 2023. Disponível emt: https://www.insee.fr/fr/information/6439600 (Acesso em: 22 de abril de 2024).

Insee (2020b) **Les résultats des recensements de la population**. [Online]. 2020. Disponível em: https://www.insee.fr/fr/information/2008354 (Acesso em: 20 de março de 2024).

Insee (2017) **Revenus, pauvreté et niveau de vie en 2017**. [Online]. 2017. Disponível em: https://www.insee.fr/fr/statistiques/6215138?sommaire=6215217 (Acesso em: 10 de abril de 2024).

Iosti, P. (2019) Accessibilité des structures de santé publique en transports en commun et inégalités de santé à São Paulo. **Revue francophone sur la santé et les territoires**. [Online] doi:10.4000/rfst.348.

ITDP, I. for T. and D.P. (2017) **TOD Standard: Padrão de qualidade DOTS**.

Litman, T.A. (2002) Evaluating Transportation Equity. **World Transport Policy & Practice**,. 850–65.

Rhoads, D., Solé-Ribalta, A. and Borge-Holthoefer, J. (2023) The inclusive 15-minute city: Walkability analysis with sidewalk networks. **Computers, Environment and Urban Systems**. [Online] 100. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2022.101936.

Sécurité Sociale (2023) **Panorama des médecins concernés**. [Online]. 2023. Disponível em: https://www.ameli.fr/doubs/medecin/negociations-conventionnelles/les-negociations-en-pratique/panorama-medecins-concernes (Accessed: 28 July 2024).

Vergier, N. and Chaput, H. (2017) Déserts médicaux : comment les définir ? Comment les mesurer ? **Dossiers de la DREES**. [Online] Disponível em: https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/les-dossiers-de-la-drees/deserts-medicaux-comment-les-definir-comment-les-mesurer (Accessed: 1 March 2024).

Vigneron, E. (2012) Inégalités de santé, inégalités de soins dans les territoires français. **Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine**. [Online] 196 (4), 939–952. doi:10.1016/S0001-4079(19)31781-9.

van Wee, B. and Geurs, K. (2011) Discussing Equity and Social Exclusion in Accessibility Evaluations. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**. [Online] 11 (4). doi:10.18757/ejtir.2011.11.4.2940.

PLANEJAMENTO URBANO PARTICIPATIVO: POTENCIALIDADES E DESAFIOS NO USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS EM REDE

N. H. B. Castro

RESUMO

Tornar o planejamento urbano mais inclusivo e democrático é um tema amplamente discutido em estudos urbanísticos. A participação cidadã no planejamento das cidades é considerada essencial para redistribuir o poder político e melhorar a qualidade de vida das pessoas. Avanços tecnológicos, especialmente a internet e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), têm transformado essa participação, permitindo ampliar o número de envolvidos e melhorar a coleta e acesso aos dados. O uso dessas tecnologias em todo o processo de planejamento, aliadas ao Sistemas de Informação Geográfica (SIG), é denominado *e-planning* e é considerado um novo paradigma no planejamento urbano, podendo torná-lo mais comunicativo e colaborativo. Contudo, a implementação do *e-planning* enfrenta desafios e ainda é pouco utilizada na prática. Este trabalho analisa como essas tecnologias podem influenciar a participação cidadã no planejamento urbano através de revisão da literatura e estudo de casos, destacando avanços, limitações e desafios encontrados.

1 INTRODUÇÃO

Transformar o planejamento urbano num processo mais inclusivo e democrático é um tema abordado em estudos urbanísticos, pelo menos, desde os anos 1960 (Thoneick, 2021). Considera-se que um dos primeiros livros a tratar sobre o tema foi o de Jane Jacobs "*Death and Life of Great American Cities*", no qual a autora critica o modelo de cidade planejada e construída com base nos princípios e objetivos modernistas, que não consideravam o modo de funcionamento real das cidades, nem as necessidades e anseios dos seus cidadãos (Jacobs, 1961).

Esta ideia baseia-se no princípio de que as cidades são feitas por e para seus habitantes. Desse modo, estes deveriam poder participar do processo de planejamento, como forma de contribuir com o futuro da cidade em que vivem. Além disso, incentivar a participação dos cidadãos no processo de planejamento das cidades também é entendido como um modo de redistribuir o poder político referente às tomadas de decisões e reduzir a apatia política dos cidadãos (Thoneick, 2021).

Com base neste princípio, tornar o processo de planejamento mais inclusivo e participativo também faz parte de um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, por meio da meta 11.3 “Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países” (ONU, 2015:30).

Diversos estudos e publicações destacam a importância e os benefícios do planejamento urbano participativo e trazem exemplos de cidades que conseguiram colocar isto em prática (Creighton, 2005; Burby, 2003; Beierle and Cayford, 2002). Outros também fazem revisão dos diferentes tipos de métodos que existem para possibilitar e facilitar a participação cidadã em processos de planejamento urbano (Geekiyanage and Fernando, 2021; Haklay, Jankowski, and Zwolinski, 2018; Münster *et al*., 2017; Silva, 2010; Hanzl, 2007; Creighton, 2005).

O modo como esta participação pode ocorrer têm passado por grandes mudanças devido a avanços tecnológicos, como o desenvolvimento da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e da internet, que, por meio de ferramentas digitais e em rede, permitem ampliar o número de participantes e o modo como os dados são coletados e acessados, dentre outras possibilidades. Este modo de participação virtual, aliada a um tipo de planejamento que utiliza de forma extensiva o TIC e a internet em todas as fases do processo, e faz uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é denominado de *e-planning.* Alguns autores consideram que o *e-planning* diferencia-se do modelo de planejamento convencional principalmente quanto à sua natureza e propósito, pois o objetivo não é apenas utilizar a tecnologia e os meios de informação e comunicação para realizar as mesmas práticas com novas ferramentas, mas sim, tornar o processo de planejamento mais comunicativo e colaborativo, dentre outros objetivos. Devido a isto, considera-se que o *e-planning* representa um novo paradigma para o planejamento urbano e tem o potencial de trazer inúmeros aprimoramentos ao seu processo e resultados (Silva, 2010). Contudo, a adoção do *e-planning* no processo de participação e planejamento urbano na prática enfrenta alguns desafios e está a ocorrer de diferentes formas, devido a alguns fatores, como diferenças sociais, econômicas, políticas e administrativas de cada localidade (Thoneick, 2021). Diante deste cenário, este trabalho visa contribuir com o entendimento sobre como estes avanços tecnológicos estão influenciando o processo de participação no planejamento urbano e como o *e-planning* está sendo adotado na prática. Para isto, é realizada uma revisão da literatura (destacando o histórico do tema, os tipos e níveis de participação, e as potencialidades do *e-planning*), e é feita uma análise de três casos de estudo. Foram selecionadas cidades que realizaram recentemente o planejamento urbano de modo participativo, aliando abordagens presenciais e virtuais, com o auxílio de ferramentas digitais e em rede, na prática e que tiveram esse processo explicado em artigos científicos. Deste modo, foram escolhidos os casos das cidades de Hamburgo, Helsinki e Lisboa.

O artigo está organizado da seguinte forma: inicialmente é abordado o tema sobre como o avanço tecnológico está influenciando o processo de participação no planejamento urbano e são apresentados estudos sobre os tipos e níveis de participação. Depois é apresentado como as cidades selecionadas como casos de estudo realizaram o processo de planejamento urbano participativo por meio de ferramentas digitais e em rede, aliadas a abordagens presenciais. Por fim, são apresentados os avanços, limitações e desafios encontrados na implementação dessas tecnologias e abordagem a partir dos casos estudados.

2 PARTICIPAÇÃO CIDADÃ NO PLANEJAMENTO URBANO

A participação cidadã no processo de planejamento urbano é essencial para o alcance de cidades mais equitativas e sustentáveis. De acordo com Burby (2003) a inclusão dos cidadãos no processo de planejamento pode melhorar a qualidade das decisões tomadas, promovendo soluções mais alinhadas com as necessidades e aspirações da população. Além disso, o engajamento público pode fortalecer a democracia local, pois tem o potencial de redistribuir o poder político e possibilitar que as vozes dos cidadãos sejam ouvidas e consideradas (Fung, 2006). Esse tipo de envolvimento não apenas promove um senso de pertencimento entre os moradores, mas também contribui para a transparência e a legitimidade dos processos de planejamento (Brabham, 2009). Avanços tecnológicos têm o potencial de facilitar essa participação e permitir que mais pessoas se envolvam de maneira significativa neste processo (Hanzl, 2007; Kahila-tani *et al*., 2015).

2.1 Efeitos do avanço tecnológico planejamento urbano participativo

O avanço tecnológico proporcionou grandes mudanças não apenas na forma de participação, mas também nas ferramentas utilizadas no processo de planejamento como um todo, pois possibilitou novas formas de coleta de dados e interação entre diferentes atores da sociedade (Silva, 2010).

De acordo com Daren Bradham, utilizar ferramentas digitais e em rede, que permitem a interação e participação de muitas pessoas, para solucionar problemas, pode ser usado como um modelo de *crowdsourcing* e melhorar a participação dos cidadãos no processo de planejamento. Essa ideia é baseada nos conceitos de: *"collective intelligence"* de Pierre Lévy (1995), o qual afirma que "*no one knows everything, everyone knows something, [and] all knowledge resides in humanity"*; e de "*wisdom of crowds"* de James Surowiecki (2004) que, com base em uma série de evidências empíricas, constatou que "*under the right circumstances, groups are remarkably intelligent, and are often smarter than the smartest people in them*" (Lévy, 1995; Surowiecki, 2004 apud Brabham, 2009).

Deste modo, promover participação por meio de ferramentas digitais tem o potencial de ampliar o alcance de participantes, pois as pessoas podem acessar de qualquer lugar e no horário que lhes for mais conveniente. Permite que os participantes tenham acesso a dados públicos e georreferenciados, o que os ajuda a fazer comentários e tomar decisões de modo mais fundamentado. Além de ter o potencial de aumentar a transparência do processo, pois pode apresentar todas as contribuições e torná-las visíveis ao público (Thoneick, 2021).

Atualmente, estudos relacionados a este tema estão focando principalmente em duas questões: métodos de comunicação para melhorar a qualidade da participação das pessoas; e ferramentas digitais que ampliem e facilitem esta participação de modo virtual (Thoneick, 2021). Este modo de participação virtual é denominado de *e-participation* (Silva, 2010).

De acordo com Carlos Nunes Silva (2010), o *e-planning,* que também pode ter como sinônimo o termo *e-government,* diferencia-se do modelo de planejamento convencional principalmente quanto à sua natureza e propósito, pois o objetivo não é utilizar a tecnologia e os meios de informação e comunicação para realizar as mesmas práticas com novas ferramentas, mas sim, para tornar o processo de planejamento mais comunicativo e colaborativo. Além disto, há outras diferenças entre o modelo convencional de planejamento e o *e-planning* como: o método de coleta, análise e armazenamento de dados; as formas de

participação pública; os mecanismos de controle de cenários; e as formas de análise e monitoramento do desenvolvimento urbano. Deste modo, pode-se afirmar que os principais objetivos do *e-planning* são: melhorar o planejamento e gestão urbana; ampliar o alcance de participantes; tornar o processo mais eficiente e com menos custos; reduzir a distância entre os técnicos, os tomadores de decisões e os cidadãos; e aumentar a transparência, colaboração e confiabilidade das decisões (Silva, 2010).

A intenção é que o *e-planning* permita a criação de um sistema virtual que possibilite a ampla divulgação e acesso online a: leis, regulamentações e procedimentos do planejamento; informações básicas e especializadas em diferentes escalas de planejamento (local, regional e nacional); relatórios técnicos; relatórios de monitoramento; relatórios de avaliação; agendas de eventos relacionados ao planejamento urbano; os resultados dos planos, onde os cidadãos consigam ver as propostas em formato 2D ou 3D; pesquisas de satisfação com os cidadãos; um canal onde os cidadãos possam informar seus anseios e necessidades, fazer críticas e sugestões em relação às propostas do plano; e uma sessão com informações diferenciadas por idade, para que crianças também possam participar (Silva, 2010).

Com isso, este sistema tem o potencial de: aumentar o empoderamento dos cidadãos; torná-los mais interessados e participativos com a vida pública; promover coesão social; ampliar a efetividade e implementação dos planos; e ampliar os impactos sociais, econômicos e ambientais dos planos. Porém, o sucesso e eficácia da implementação desse sistema depende muito do tipo de teoria de planejamento que será utilizada pela equipe responsável por elaborar o plano (positivista, pós-positivista, racional, comunicativa...) e das políticas e leis que irão definir o tipo de participação e de tecnologia que deverão ser usadas no processo (Silva 2010).

Levando em consideração esse potencial, a ONU passou a realizar uma pesquisa com o objetivo de analisar e monitorar o nível de desempenho, efetividade e avanço do *e-government* de todos os países membros das Nações Unidas, desde 2001. A fim de desenvolver um benchmark que pode ser usado como ferramenta para que os países possam aprender uns com os outros, verificar em que ponto precisam melhorar e passar a desenvolver políticas e estratégias para melhorar sua situação. A avaliação desta pesquisa foca em três importantes aspectos do *e-government*: a adequação da infraestrutura de telecomunicações; a capacidade das pessoas promoverem e utilizarem os ICTs; e a disponibilidade de serviços e conteúdos online. Estes aspectos que compõem o *E-Government Development Index* (EGDI) das Nações Unidas (United Nations, 2020).

Além de realizar esta análise a nível nacional, o EGDI também analisa a nível local das cidades. De acordo com esta avaliação, alguns dos fatores que podem afetar negativamente o *e-participation* são: falta de objetivos claros, falha em analisar as motivações das partes interessadas; e não vincular o *e-participation* com os processos institucionais locais. Nesta avaliação é destacado que um dos principais fatores de sucesso do *e-planning* é a confiança dos cidadãos nas instituições governamentais e nas ferramentas digitais em rede (United Nations, 2020).

Contudo, a aplicação do sistema *e-planning* está a ocorrer de diferentes formas, devido a diferenças sociais, econômicas, políticas e administrativas de cada localidade. Deste modo, há diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, e até mesmo entre cidades localizadas no mesmo país. Além disso, promover participação apenas por meios digitais pode excluir pessoas de baixa renda, sem acesso à internet e pessoas que não saibam utilizar

sistemas digitais. Deste modo, estratégias para solucionar este problema devem ser consideradas (Silva, 2010).

Com base neste contexto, este trabalho argumenta que o processo de planejamento urbano precisa evoluir em seu aspecto participativo e o uso de métodos mistos, com ferramentas digitais em rede, e encontros presenciais, podem contribuir para isto.

2.2 Tipos e níveis de participação

Alguns dos principais fatores que influenciam no sucesso do processo de planejamento participativo estão relacionados a quem participa, ou seja, se representa setores diferentes da população; se possui informações suficientes para fazer julgamentos corretos; e se interesses importantes estão incluídos (Fung, 2006). Ao levar isto em consideração, Fung define o conceito de *Democracy Cube*, no qual defende que três dimensões devem ser consideradas no processo de planejamento urbano participativo: a seleção dos participantes; os modos de comunicação; e a extensão da autoridade e do poder.

Quanto aos modos de seleção dos participantes, Fung 2006 sugere uma lista de modos, organizando-os dos mais excludentes aos mais inclusivos, que são: administradores especialistas; representantes eleitos; partes interessadas profissionais; partes interessadas leigas; seleção aleatória; recrutamento aberto e direcionado; auto seleção aberta; e esfera pública difusa.

Com relação aos modos de comunicação, estes podem variar dependendo do processo de participação. Pode ser por meio de conversas plurais, onde as pessoas expressam suas necessidades e interesses, ou por um modo mais deliberativo, onde escolhas são feitas e é necessário entrar em um acordo. Os modos de comunicação podem variar de acordo com a intensidade da sua influência. De acordo com o *Democracy Cube,* a lista de modos de comunicação dos menos intensos para os mais intensos são: ouvir como expectador; expressar preferências; desenvolver preferências; agregar e barganhar; deliberar e negociar; e desenvolver técnicas e expertises (Fung, 2006).

Quanto à extensão de autoridade e poder relacionados às tomadas de decisão, Fung (2006) afirma que este recurso inclui, dentre outros aspectos, a influência que a população tem sobre as autoridades locais e quanto das suas considerações são incluídas no processo formal de planejamento. Este autor sugere uma lista de tipos de extensão da autoridade, organizando-os dos que permitem menos autoridade aos com mais autoridade, que são: benefícios pessoais; influência comunicativa; aconselhar e consultar; cogovernança; e autoridade direta.

A pesquisa realizada por Thoneick (2021) propôs uma adaptação ao *Democracy Cube* de Fung (2006) a fim de melhorar sua visualização e facilitar a análise do nível de abertura, influência e complexidade. Esta adaptação foi denominada de *Participation Cube*, que será mais explorado no Estudo de Caso 1 apresentado neste artigo.

3 CASOS DE *E-PLANNING* PARTICIPATIVO

Neste item são apresentados casos de três cidades que recentemente realizaram planejamento urbano participativo e implementaram métodos presenciais aliados a ferramentas digitais e em rede neste processo (Hamburgo, Helsinki e Lisboa).

3.1 Caso 1: Hamburgo

Na Alemanha a participação dos cidadãos no processo de planejamento urbano é regulamentada desde o início dos anos 1970. Para ajustes e implementação de *master plans* a legislação obriga que haja participação popular em dois momentos. Primeiramente, há discussão pública sobre o plano no início do processo, em que os objetivos preliminares do plano são discutidos em eventos organizados e divulgados pela gestão pública e os cidadãos podem informar suas necessidades, anseios e fazer críticas. No segundo momento, há uma exposição pública das propostas alinhadas e os cidadãos têm trinta dias para se informar sobre elas e fazer considerações, as quais devem ser posteriormente analisadas pela gestão pública e balanceada em relação a interesses privados (Thoneick, 2021).

Recentemente a cidade de Hamburgo, utilizou um novo método participativo denominado "*Digital Participation System* (DIPAS)" que foi uma ferramenta desenvolvida para permitir a coleta de dados por meio de uma plataforma digital online e por participações presenciais em workshops. Essa ferramenta foi resultado de um projeto de pesquisa e desenvolvimento que envolveu a universidade de HafenCity, a Agência de Desenvolvimento Urbano e Habitação e a Agência de Dados Geoespaciais (Thoneick, 2021).

O DIPAS pode ser considerado como um *Soft*GIS, pois permite a visualização de informações localizadas por meio de uma interface fácil de usar. Além disso, este sistema também possibilita a análise dos comentários realizados pelos cidadãos, por meio de uma ferramenta de *natural language process* (NLP), que extrai os principais tópicos abordados (Lieven, 2017).

Este sistema tem a vantagem de possibilitar que pessoas participem a qualquer hora e em qualquer lugar, aumentando o alcance da participação. Além disso, permite modos de negociação e deliberação, e possibilita que as escolhas dos participantes sejam levadas aos oficiais locais (Thoneick, 2021).

Ele foi implementado de forma mista, tanto presencial, quanto online. O modo presencial ocorreu em formato de workshops, os participantes foram recrutados pelo modo aberto de auto seleção e houve o uso do sistema digital com o auxílio de facilitadores. Contudo, perceberam que este formato atraiu mais pessoas de alta renda e que trabalham na área. O formato online possibilitou um maior alcance de pessoas de diferentes setores da sociedade para participar e um maior número de respostas (Thoneick, 2021).

Os comentários coletados foram tratados e analisados por uma instituição particular, devido a limitações da gestão pública, que agregou os comentários por tópicos. Isso acabou por reduzir a transparência do processo, pois os comentários individuais não ficaram mais visíveis à equipe de planejamento. Para solucionar este problema, visam desenvolver um algoritmo capaz de realizar uma análise semântica dos comentários, mantendo o histórico dos originais ainda visíveis (Thoneick, 2021).

Por fim, concluíram que o DIPAS conseguiu unir os aspectos positivos dos dois formatos: ampliar a quantidade de participantes, pelo modo digital; e permitir interações e contribuições mais consultivas, pelo modo presencial. Além disso, aumentou a transparência do processo participativo ao permitir livre acesso em site e aos dados coletados. Desse modo, a população conseguiu verificar que ideias foram incorporadas nas decisões de

planejamento. Contudo a falta de obrigação legal da implementação dos resultados obtidos por meio desse método reduz sua efetiva influência. Algo que ainda precisa ser evoluído na gestão da cidade (Thoneick, 2021).

3.2 Caso 2: Helsinki

O mais recente *master plan* da cidade de Helsinki, capital da Finlândia, tinha o objetivo de aumentar a densificação da cidade, a fim de ampliar o acesso à infraestrutura já existente. A equipe de planejamento utilizou vários métodos para expandir o alcance da participação dos residentes e demais interessados na fase inicial do processo de planejamento, como: workshops, seminários, encontros, mostras na Feira de Urbanismo e aplicação de questionário online por meio de *Public Participation Geographic Information Systems* - PPGIS (Kahila-tani *et al.*, 2015).

O método PPGIS utilizado foi o *soft*GIS, que é um PPGIS baseado em internet e que permite aos cidadãos informarem conhecimento experiencial de modo localizado. O método utilizado foi desenvolvido na Universidade de Aalto, em uma parceria entre investigadores e planejadores da cidade, que ocorre desde 2005, e resultou em um serviço denominado *Maptionnaire*. Esse serviço em nuvem permite que qualquer pessoa crie, analise e publique questionários baseados em mapas por meio de uma ferramenta de edição (Kahila-tani *et al.*, 2015).

Neste questionário PPGIS os participantes foram orientados a sugerir locais e rotas em mapa, considerando o futuro da cidade, ao responder perguntas relacionadas a seis temas: (1) crescimento populacional; (2) crescimento urbano; (3) áreas verdes; (4) transporte; (5) pedestres; (6) e ideias inovadoras sobre planejamento urbano. Esses temas foram escolhidos com base em projetos anteriores do Departamento de Planejamento da Cidade e em preocupações dos planejadores urbanos, que queriam abordar os resultados do projeto de visão estratégica anteriormente desenvolvido para a cidade. No questionário, os participantes também podiam responder, em dois mapas interativos, perguntas relacionadas às suas atitudes quanto ao desenvolvimento urbano e ao seu histórico de vivência na cidade. O questionário ficou disponível ao longo de um mês e foi divulgado pela prefeitura da cidade por meio de redes sociais (Twitter e Facebook) e por meio de jornais, em três línguas (finlandês, inglês e suíço). Os cidadãos puderam acessar o questionário por um link disponível nos meios de divulgação online (Kahila-tani *et al.*, 2015).

A análise dos dados ocorreu por meio de uma ferramenta interativa que possibilitou aos planejadores urbanos estudarem as marcações feitas pelos participantes nos mapas e as respostas referentes às perguntas abertas. Os resultados foram divulgados por meio de uma ferramenta especial de visualização, de uso público e em um relatório divulgado online (Kahila-tani *et al.*, 2015).

Outra ferramenta digital de visualização foi desenvolvida para auxiliar nos workshops e nas exibições. Os pesquisadores também aplicaram questionários com os planejadores urbanos a fim de descobrir o que eles acharam da experiência da ferramenta PPGIS e da usabilidade dos dados coletados (Kahila-tani *et al.*, 2015).

Depois que a primeira proposta do plano foi elaborada, os pesquisadores analisaram o nível de compatibilidade dela com as sugestões feitas em mapa pelos cidadãos, com base nos critérios de aceitabilidade desenvolvidos por Rowe and Frewer (2000) que são:

representatividade, independência, influência, transparência e envolvimento inicial. Esta análise permitiu verificar possíveis conflitos entre as propostas do plano e as sugestões dos participantes (Kahila-tani *et al.*, 2015).

Após essa análise, constataram que o questionário PPGIS contemplou o critério de independência, já que os participantes poderiam respondê-lo no momento mais adequado para eles e sem sofrer interferência de nenhum outro participante ou grupo. O critério de envolvimento inicial foi garantido por meio do uso do PPGIS nas fases iniciais do processo de planejamento. Inclusive, de acordo com os autores da pesquisa, essa participação deveria ter ocorrido desde a etapa de definição da visão de futuro para a cidade. O atendimento ao critério de representatividade foi considerado questionável, pois, apesar de ter conseguido mais de três mil participantes, isso representa menos de 1% da população da cidade. Contudo, é um número bem maior do que o alcançado em encontros presenciais tradicionais. Quanto a representatividade por faixa etária, houve uma maior participação de adultos do que de jovens e idosos, em comparação com a distribuição etária da cidade. O critério de influência foi avaliado com base nas respostas coletadas nos questionários aplicados com os planejadores. Estes informaram que consideraram a ferramenta e os dados coletados muito úteis. Alguns comentaram que consideraram as sugestões dos cidadãos e outros informaram que viram os comentários, mas que, enquanto especialista da área, tinha o direito de dar e considerar outras sugestões. Por fim, os pesquisadores constataram que o processo de planejamento contemplou muito bem os critérios de aceitabilidade definido. Porém, mesmo com a satisfação dos planejadores com a ferramenta e com os dados coletados, estes ainda acharam difícil usar as informações coletadas na prática (Kahila-tani *et al.*, 2015).

3.4 Caso 3: Lisboa

De acordo com a pesquisa realizada por Medeiros (2021), o processo de planejamento do mais recente Plano Diretor Municipal (PDM) de Lisboa ocorreu de modo participativo. O autor coletou dados por meio de entrevistas com funcionários municipais e demais pessoas que participaram do processo. O objetivo foi compreender quais mecanismos foram desenvolvidos e utilizados para possibilitar esta participação e como os resultados obtidos foram utilizados no processo de tomada de decisão.

As Câmaras Municipais são as responsáveis por desenvolver, implementar, revisar e gerir os PDMs em Portugal, os quais devem ser publicados no Diário da República e por meio eletrônico, na Plataforma Colaborativa de Gestão Territorial. De acordo com a Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo, qualquer pessoa tem o direito de participar da elaboração, revisão e avaliação de planos e programas territoriais. Contudo, esses direitos não necessariamente se refletem numa efetiva e proativa participação dos "cidadãos comuns" no processo de tomada de decisões dos planos. Geralmente essa participação fica concentrada em representantes de determinados grupos, como organizações não governamentais e grupos de ações locais, como investidores do setor privado (Medeiros, 2021).

Para atender a esta lei, foi elaborado um processo participativo de consulta pública e discussão do último PDM de Lisboa. Esta discussão e coleta de dados ocorreu por meio de encontros presenciais e por meios digitais, com uma página na internet onde os cidadãos poderiam colocar seus comentários sobre o plano. Grupos de pessoas interessadas foram identificados e formalmente convidados para debater o plano, como a comunidade acadêmica, por exemplo. Inclusive escolas de ensino infantil locais foram envolvidas no

processo, para que crianças também pudessem opinar. Especialistas de outras cidades europeias também foram convidados para debater o plano por meio de conferências internacionais e sessões privadas com os funcionários municipais, para verificar se as preocupações e propostas do plano estavam alinhadas com as das outras cidades europeias (Medeiros, 2021).

Entidades nacionais e regionais, assim como alguns grupos profissionais (advogados, arquitetos, engenheiros e planejadores urbanos) receberam uma versão inicial do plano para avaliar e fazer considerações a respeito. Depois que a discussão formal foi finalizada, três níveis de discussão e participação foram definidos: (1) crianças receberam, por meio das escolas municipais, uma história em quadrinhos com as propostas simplificadas do plano; (2) agentes do setor de transporte, cultura, meio-ambiente, infraestrutura, dentre outros, receberam uma versão detalhada do plano; (3) residentes locais receberam uma apresentação geral do plano. Além disso, alguns atores (associação de arquitetos, engenheiros, geógrafos, paisagistas...) realizaram um programa para discutir o plano, de modo não oficial, mas que recebeu apoio das autoridades municipais (Medeiros, 2021).

Todos os documentos e informações relacionadas ao PDM foram disponibilizados online, incluindo arquivos em GIS, o que demonstra uma tentativa de tornar o processo mais transparente, de acordo com o autor (Medeiros, 2021).

Os participantes entrevistados reconheceram que houve avanço no processo participativo deste plano, em relação aos anteriores. Eles também identificaram que o mecanismo de participação que lhes pareceu ser mais efetivo foram as reuniões privadas, pois permitiam debates mais aprofundados, e as que lhes pareceu menos efetiva foi a plataforma online, pois não foi dada nenhuma resposta de acompanhamento a elas. Além disso, foi constatado que alguns participantes tiveram mais influência do que outros, pois envolveram-se mais e por mais tempo no processo (Medeiros, 2021).

A pesquisa também constatou que, a partir do processo participativo, temas, que não estavam sendo consideradas antes, passaram a ser incluídos no plano. Alguns desses temas foram relacionados a questões ambientais e de mobilidade urbana, como a criação de um corredor verde e uma nova visão estratégica para o transporte coletivo. Outro tema foi a mudança de paradigma de “construir novos edifícios” para “regeneração habitacional” que, de acordo com o autor, mudou as prioridades iniciais dos agentes imobiliários (Medeiros, 2021).

Houve uma percepção também de que o processo democrático envolvendo o PDM foi uma mistura de processo representativo e participativo, mas, de acordo com os agentes oficiais municipais, dominou o processo participativo. Eles também notaram que alguns temas foram mais discutidos, como meio-ambiente, regeneração urbana, transporte e mobilidade. Destacaram que houve alguns conflitos entre questões ambientais e de mobilidade e que houve avanços quanto ao entendimento de modernização dos espaços públicos, regeneração urbana e melhoria dos modos suaves de transporte. Porém, de acordo com o ponto de vista de alguns cidadãos e agentes envolvidos, a participação não foi tão intensa, colaborativa e efetiva quanto esperavam (Medeiros, 2021).

Por fim, o autor constatou que houve interesse e abertura das autoridades oficiais municipais em implementar um sistema de planejamento participativo com métodos capazes de coletar os interesses e opiniões de diferentes atores da cidade e incorporar no plano final. A ampliação de abordagens para promover um processo participativo de planejamento ajudou

a tornar o processo mais transparente e aumentar a confiança entre os agentes envolvidos. Contudo, apenas alguns agentes participaram de forma mais intensa e tiveram mais influência no processo de decisão, como associações relacionadas ao transporte, meio-ambiente, cultura e estrutura urbana. Desse modo, os "cidadãos comuns" pouco participaram ou influenciaram no processo. Por fim, do ponto de vista de alguns cidadãos e agentes interessados as abordagens participativas não foram tão fortes e efetivas quanto esperavam (Medeiros, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão da literatura e dos casos estudados, foi possível constatar que a utilização de ferramentas digitais e em rede no processo de participação e planejamento urbano tem um grande potencial de melhorar este processo, por meio do alcance de mais participantes, aumento na transparência e aumento do engajamento dos cidadãos. Porém, esse potencial ainda não foi totalmente alcançado na prática, devido a alguns fatores, como: desigualdade de acesso à internet, ou ferramentas digitais (computadores, smartphones...); carência de domínio no uso dessas ferramentas digitais; desconhecimento dos novos métodos de *e-planning*, ou uso destes apenas para complementar os métodos tradicionalmente utilizados pela equipe de planejamento; desafio sobre como tratar e analisar a *big data* coletada, e sobre como tornar esse tratamento e análise transparentes; ausência de leis que exijam e regulamentem a participação popular no processo de planejamento em algumas cidades; limitações financeiras da gestão pública; pressões políticas ou de determinados grupos privilegiados na cidade sobre as decisões do plano; e a não implementação dos resultados obtidos por meio do processo participativo.

Outros desafios que ainda precisam ser enfrentados pelo planejamento participativo são: (1) conseguir construir uma visão de futuro para as cidades que seja embasada nos princípios da Agenda 2030 e que seja amplamente divulgada e compartilhada pelos cidadãos, a fim de que suas contribuições sejam em prol de alcançar os ODSs; (2) capacitar a equipe de planejamento das cidades quanto a utilização dos novos métodos de *e-planning* e *e-participation* aliados aos métodos presenciais e quanto ao uso de processos de planejamento mais comunicativos e colaborativos; (3) ampliar o alcance e representatividade dos participantes, conseguindo atrair pessoas de diferentes áreas da sociedade e os "cidadãos comuns" para participar do processo; (4) aumentar a transparência dos dados coletados, bem como de suas análises; (5) conseguir pôr em prática os resultados do planejamento participativo e colocar os interesses e benefícios da maioria acima dos anseios e vantagens de interesses privados; (6) fazer com que a população compreenda a importância que as decisões políticas têm em influenciar a qualidade do ambiente construído das cidades e, consequentemente a qualidade de vida das pessoas, e assim passe a participar mais ativamente da vida pública nas cidades; (7) aumentar a confiança dos cidadãos na gestão pública; (8) promover inclusão digital, aumentando o acesso e capacitação das pessoas quanto ao uso de internet e ferramentas digitais; (9) promover motivação de modo institucional para o avanço no uso de métodos de participação mais inclusivos e colaborativos.

Apesar destas limitações e desafios, a tendência é que, com o avanço tecnológico e um mundo cada vez mais conectado, a participação dos cidadãos no processo de planejamento e os métodos e ferramentas de *e-planning* e *e-participation* sejam cada vez mais implementadas nas cidades. Ademais, também há uma crescente propensão das equipes de planejamento em adquirir conhecimento nesses novos métodos e ferramentas, e em utilizá-

las com base num processo de planejamento mais comunicativo e colaborativo. Porém, enquanto essas mudanças não ocorrem por completo, métodos e ferramentas tradicionais ainda precisarão ser utilizadas para possibilitar que a população seja ouvida e atendida quanto aos seus anseios e necessidades relacionados à cidade. Além disso, ainda há vantagens em métodos tradicionais, como possibilitar diálogos e troca de ideias de modo mais efetivo por meio de encontros presenciais.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Projeto Estratégico com as referências UIDB/04008/2020 e UIDP/04008/2020, e do Projeto FCT AGA-KHAN/541731809/2019. A autora agradece à FCT a Bolsa de Doutoramento com número de referência 2022.14484.BD.

6 REFERÊNCIAS

Beierle, T. C. and Cayford, J. (2002) **Democracy in Practice: Public Participation in Environmental Decisions**. Washington, D.C, USA: Resources for the Future.

Brabham, D. C. (2009) Crowdsourcing the Public Participation Process for Planning Projects, **Planning Theory**, 8(3), pp. 242–262. doi: 10.1177/1473095209104824.

Burby, R. J. (2003) Making Plans that Matter: Citizen Involvement and Government Action, **Journal of the American Planning Association** ISSN:, 69(1), pp. 33–49. doi: 10.1080/01944360308976292.

Carpentier, N. (2015) Differentiating between access, interaction and participation, **Transdisciplinary Journal of Cultural Participation**, 2(2).

Creighton, J. (2005) **The Public Participation Handbook: Making Better Decisions Through Citizen Involvement.** 1ª. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass.

Fung, A. (2006) Varieties of Participation in Complex Governance, **Public Administration Review**, 66, pp. 66–75. doi: 10.1111/j.1540-6210.2006.00667.x.

Geekiyanage, D. and Fernando, T. (2021) Mapping Participatory Methods in the Urban Development Process: A Systematic Review and Case-Based Evidence Analysis, **Sustainability**, 13(8992). doi: https://doi.org/10.3390/su13168992.

Haklay, M., Jankowski, P. and Zwolinski, Z. (2018) Selected Modern Methods and Tools for Public Participation in Urban Planning - A Review, **Quaestiones Geographicae**, 37(3).

Hanzl, M. (2007) Information technology as a tool for public participation in urban planning: a review of experiments and potentials, **Design Studies**, 28(3), pp. 289–307. doi: 10.1016/j.destud.2007.02.003.

Jacobs, J. (1961) **The Death and Life of Great American Cities**. New York, USA: Vintage Books.

Kahila-tani, M. *et al.* (2015) Let the Citizens Map — Public Participation GIS as a

Planning Support System in the Helsinki Master Plan Process, **Planning Practice and Research**, (December). doi: 10.1080/02697459.2015.1104203.

Lieven, C. (2017) DIPAS – Towards an integrated GIS-based system for civic participation, **Procedia Computer Science**, 112, pp. 2473–2485. doi: 10.1016/j.procs.2017.08.182.

Medeiros, E. (2021) Urban participatory planning approaches in capital cities: the Lisbon case, **European Planning Studies**, 0(0), pp. 1–18. doi: 10.1080/09654313.2021.1973379.

Münster, S. *et al*. (2017) How to involve inhabitants in urban design planning by using digital tools? An overview on a state of the art, key challenges and promising approaches, **Procedia Computer Science**, 112, pp. 2391–2405. doi: 10.1016/j.procs.2017.08.102.

ONU (2015) **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York. Available at: https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf.

Rowe, G. and Frewer, L. J. (2000) Public Participation Methods: A Framework for Evaluation, **Science Technology Human Values**, 25(1), pp. 3–29. Available at: 10.1177/016224390002500101.

Silva, C. N. (2010) **Handbook of Research on E-Planning: ICTs for Urban Development and Monitoring.** New York, USA: Information Science Reference.

Thoneick, R. (2021) Integrating Online and Onsite Participation in Urban Planning: Assessment of a Digital Participation System, **International Journal of E-Planning Research,** 10(1), pp. 1–20. doi: 10.4018/IJEPR.2021010101.

United Nations (2020) **E-Government Survey 2020. Digital Government in the Decade of Action for Sustainable Development.** New York, USA. Available at: https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2020.

IPLAZA: UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PRAÇAS URBANAS BRASILEIRAS

H. H. Quadra, A. H. Hara

RESUMO

As ferramentas de análise e avaliação de praças são fundamentais para identificar seus problemas e, assim, direcionar as ações de melhorias modo mais eficiente. O objetivo deste trabalho é propor uma ferramenta de avaliação de praças brasileiras com indicadores que identifiquem os principais aspectos a serem resolvidos para o bom uso do espaço público. Os procedimentos metodológicos consideraram o levantamento bibliográfico das formas de avaliação e qualificação do espaço público, essencialmente, praças. Foram selecionados 29 artigos, 13 dissertações e 12 publicações em congressos que tratavam de avaliações de espaços públicos para determinar os indicadores, subcategorias e categorias para avaliar as praças. Como resultado, apresenta-se o iPlaza com seus indicadores atinentes à avaliação quali-quantitativa de praças brasileiras, semelhante ao iCam. Para verificar sua aplicabilidade, foi realizado um estudo piloto em praças de Tubarão-SC. Conclui-se que a ferramenta permite avaliar as praças brasileiras indicando os principais aspectos a serem melhorados.

1 INTRODUÇÃO

As praças conferem identidade às cidades sendo locais de interação social, de práticas artísticas e de lazer para pessoas de todas as idades trazendo vitalidade para o lugar. Além de elementos referenciais no tecido urbano e com diferentes propósitos e funções, as praças são espaços que proporcionam o contato com a natureza contribuindo para a saúde e bem estar físico e mental daqueles que o utilizam. No Brasil, muitas praças precisam de melhorias e adequações para receber e atender adequadamente as pessoas.

Neste contexto, as ferramentas de análise e avaliação de praças são fundamentais para identificar os problemas e revelar as possíveis alterações necessárias e, assim, direcionar as ações de melhoria de modo mais eficiente.

Diversos estudos têm contribuído significativamente para a qualificação dos espaços públicos, analisando desde uma relação e caracterização dos elementos presentes no espaço urbano, da presença de infraestrutura e de seu estado físico (Angelis, Castro, De Angelis, 2004) até a avaliação dos espaços, do entorno e a disponibilidade de equipamentos (Brandão, 2003; Araújo, 2007; Maciel, 2016), com base em critérios e pontuações do iCam (Wolkart *et al.*, 2019; Colombo *et al.*, 2021, Conde *et al.*, 2019; Gomes *et al.*, 2021a;b; Silva *et al.*, 2022).

O iCam é uma ferramenta de avaliação de calçadas e foi desenvolvida com o intuito de registrar as condições dos espaços pela perspectiva do pedestre. Ela se destaca pela aplicabilidade, pelos métodos de levantamento de dados e pelo sistema de pontuação com base em critérios definidos por indicadores e categorias que permitem mensurar a qualidade das calçadas, identificar os principais problemas e orientar na busca de soluções efetivas (ITDP, 2019).

Como ferramenta de avaliação de praças, destaca-se a ferramenta QualificaURB (Colombo *et al.*, 2021; Gomes *et al*., 2021a,b) que, baseado no iCam, se mostra bastante completa ao se estruturar em categorias, atributos e indicadores. "As categorias são definidas como parâmetros principais de referência da avaliação. Desse modo, a ferramenta é organizada em 4 categorias principais, sendo elas: (1) Proteção e segurança (2) Conforto e imagem, (3) Acessos e conexões e (4) Sociabilidade, usos e atividades. Tais categorias são subdivididas em 11 atributos, estes detalhados em 24 indicadores. Os atributos apresentam-se como "subcategorias" responsáveis pela maior organização e especificidade dos indicadores, os quais são responsáveis pela qualificação unitária do desempenho apresentado pelo objeto de estudo" (Colombo *et al.*, 2021).

A partir das ferramentas iCam e QualificaURB, foram realizados modificações e ajustes nas categorias e indicadores visando adequá-los para avaliar as praças com os requisitos considerados mínimos necessários para atender a população, tais como, pavimentação em bom estado e acessíveis, áreas sombreadas, equipamentos conservados e iluminação noturna adequada.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e a aplicação de uma ferramenta para a avaliação de praças para classificá-las com base em indicadores, identificando os aspectos essenciais a serem trabalhados e, dessa forma, amparar o poder público nas requalificações desses espaços públicos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos compreenderam a revisão de literatura e o embasamento teórico sobre a avaliação de espaços urbanos visando a definição de critérios de análise de praças e sua pontuação tendo como referência o iCam e o QualificaURB, e outras já desenvolvidas, para a proposição do iPlaza. Além disso, buscou -se a aplicação e validação da ferramenta por meio de um estudo piloto realizado em Tubarão, cidade do sul catarinense.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de pesquisa para o desenvolvimento da ferramenta de avaliação de praças brasileiras. A pesquisa realizada nas bases de dados do Portal de Periódicos Capes, Scielo, Science Direct e do portal da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Antac, sucedeu em 54 publicações e dessas, foram identificados 29 artigos, 13 dissertações e 12 trabalhos de congressos/eventos que apresentavam ferramentas de avaliação de espaços públicos.

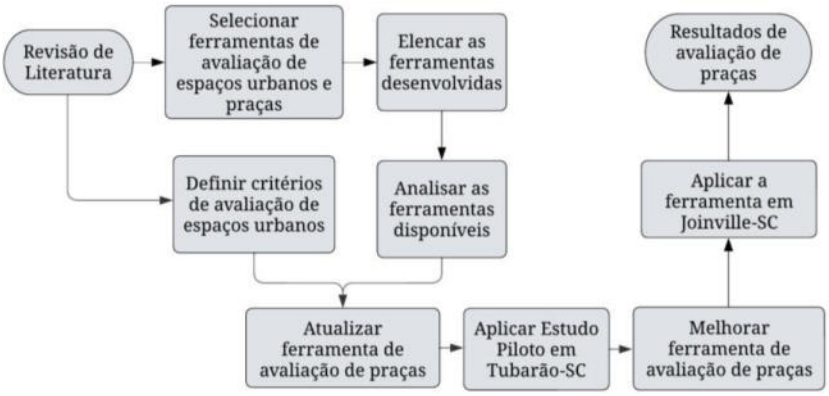


Fig. 1 Fluxograma

3 RESULTADOS

A ferramenta desenvolvida denominada de iPlaza é resultado das adaptações do iCam viabilizando a sua aplicação em praças, na Lista de Verificação para Avaliação de Praças - LIVAP de Maciel (2016), nos critérios de Wolkart *et al.*, 2019, e na ferramenta QuaficaURB desenvolvida por Colombo *et al.*, 2021 e Gomes *et al*., 2021a;b.

3.1 O iCam como estrutura central do iPlaza

O iCam é uma ferramenta consolidada promovida pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP-Brasil) destinada à avaliação da caminhabilidade de calçadas na escala do pedestre, composta por 15 indicadores agrupados em 6 categorias (ITDP, 2019). A avaliação ocorre para cada segmento de calçada que recebe uma pontuação por indicador. A média de cada indicador determina a pontuação da categoria. Por sua vez, a média das categorias define o índice final numa escala de 4 pontos, sendo insuficiente (0), suficiente (1), bom (2) e ótimo (3) (ITDP, 2019).

Quadro 01 Análise das Categorias e dos indicadores e do iCam. Fonte: ITDP (2019).

CATEGORIA (iCam)	INDICADOR (iCam)	AVALIAÇÃO
Calçada	Pavimentação	Mantido
	Largura	Mantido
Mobilidade	Dimensão da quadra	Retirado
	Distância a pé do transporte	Critérios de análise modificados
Atração	Fachadas fisicamente permeáveis	Transferidos para categoria segurança
	Fachadas visualmente ativas	
	Uso público diurno e noturno	Critérios de análise modificados
	Usos mistos	Critérios de análise modificados
Segurança viária	Tipologia da rua	Mantido
	Travessias	Mantido
Segurança pública	Iluminação	Mantido
	Fluxo de pedestres diurno e noturno	Critérios de análise modificados
Ambiente	Sombra e abrigo	Transferido para categoria conforto
	Poluição sonora	Transferido para categoria conforto
	Coleta de lixo e limpeza	Mantido

Inicialmente, para o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, examinou-se os indicadores do iCam que poderiam ser adaptados para analisar as praças, sendo eles:

pavimentação, largura, tipologia da rua e travessias, alocados nas categorias Calçada e Segurança viária, conforme indicações no Quadro 01.

O indicador "tamanho de quadra" foi retirado, pois não se considerou como elemento importante para a avaliação de uma praça, dado que algumas podem não apresentar tal equipamento devido à sua tipologia/vocação. Os demais indicadores foram mantidos, alguns com alterações nos critérios de análise e, outros, alocados em categorias apropriadas para a caracterização das praças.

3.2. Desenvolvimento da ferramenta iPlaza

A partir da seleção inicial, seguiu-se para a etapa de complementação dos indicadores definidos a partir os critérios desenvolvidos por Brandão (2003); Wolkart et al. (2019); Heeman, Santiago (2015), Colombo et al. (2021), De Angelis, Castro e Angelis (2004) Maciel (2016), ITDP Brasil (2019), Araújo (2007), Rossi, Krüguer e Bröde (2012), Prefeitura de Joinville (2017) e de Florianópolis (2014), cujas contribuições para cada item estão indicadas no Quadro 02.

Quadro 02 Novos indicadores

Indicadores	Fontes										
	Brandão (2003)	Wolkart *et al.* (2019)	Heeman, Santiago (2015)	Colombo *et al.* (2021)	De Angelis, Castro e Angelis (2004)	Maciel (2016)	iCam (2019)	Araújo (2007)	Rossi, Krüguer e Bröde (2012)	Brasil, Prefeitura de Joinville (2017)	Brasil, Prefeitura de Florianópolis (2014)
Acessos	*		*			*		*			
Incentivo ao uso de Bicicletas	*		*	*		*					*
Vigilância	*	*	*	*	*	*					
Obstruções visuais	*		*								
Uso do solo										*	
Equipamento recreativo	*	*		*	*	*		*			
Mobiliário	*	*	*	*	*	*		*			
Sombra e abrigo em espaços específicos							*				
Conforto Térmico									*		

Os indicadores foram organizados em 4 categorias, sendo elas: Proteção e Segurança; Conforto e Imagem; Acessos e Conexões; e Sociabilidade, Uso e Atividades, estas foram subdivididas em 8 atributos e 23 indicadores. Ademais, incluiu-se mais um critério entre Indicador e Categoria, a Subcategoria, com função de controlar o peso de cada indicador na nota final da praça, pois ela pode incorporar mais ou menos indicadores, semelhante à ferramenta QualificaURB.

Também foi considerado a diferença entre os tipos de praças e suas funções, para isso foram utilizadas as definições de tipos de praça segundo Angelis, Castro e De Angelis (2004), Macedo (2012) e Moraes *et al.* (2018), dividindo as praças em cinco tipologias, sendo elas, simbólica, visual, de circulação, recreativa e contemplativa, cada tipo com objetivos e necessidades diferentes. Para a ferramenta, foi feita uma modificação no peso de cada categoria com base no tipo de praça avaliada a partir da porcentagem da nota da praça, por

exemplo, a categoria mobilidade terá um peso maior na praça de circulação, do que a categoria atração.

Além disso, foi estudada a aplicação de cálculos de conforto térmico em áreas externas com base em Rossi, Krüger e Bröde (2012) e Silva *et al*. (2017), sendo utilizado o índice Universal Thermal Comfort Index – UTCI calibrado para o clima brasileiro.

O Quadro 03 informa de maneira resumida as motivações para a adição destes indicadores e os principais aspectos e características avaliadas acerca de cada um deles no desenvolvimento da ferramenta.

Quadro 03 Análise dos indicadores

Indicador	Motivações	O que avaliar
Acessos	Acessibilidade. Ser convidativo Conexão com a malha urbana.	Largura do acesso. Visibilidade. Acessibilidade. Ausência de barreiras físicas e visuais nos acessos.
Incentivo ao uso de Bicicletas	Transporte usado em todo o território nacional. Beneficiar a mobilidade urbana. Investimento crescente em ciclovias.	Existência de paraciclos adequados Infraestrutura ciclo viária de acesso ao local.
Vigilância	Promoção de segurança pública. Diminuição de delitos contra pessoas e patrimônio público.	Segurança fixo ou patrulha policial. Vegetação ou barreiras físicas para impedir acesso às áreas ocultas
Obstruções Visuais	Promoção da segurança pública. Evitar locais propícios para atividades indesejadas.	Visibilidade das áreas de permanência. Evitar uso de vegetação densa e/ou muros altos. Visualização de acessos e caminhos. Privacidade de alguns espaços sem obstrução visual total.
Uso do solo	Diminuir o impacto ambiental da urbanização. Mitigar as ilhas de calor	Taxa de permeabilidade com base no plano diretor da cidade ou de índice condizente.
Equipamento recreativo	Promoção de atividades de lazer e equipamentos públicos para todas as idades.	Separação em categorias. Análise do mínimo de variedade e quantidade de equipamentos implementados.
Mobiliário	Promoção de serviços através de mobiliários. Viabilizar a permanência.	Presença mínima de mobiliários essenciais. Presença e variedade de mobiliários não essenciais.
Sombra e abrigo em espaços específicos	Promoção de conforto ao usuário nos espaços de permanência. Ser convidativo.	Áreas de permanência sombreadas em dias quentes. Áreas de permanência ensolaradas para dias frios.
Conforto térmico	Aplicação das estratégias de conforto térmico.	Cálculo do índice UTCI com base em medições locais. UTCI considerando o clima local.

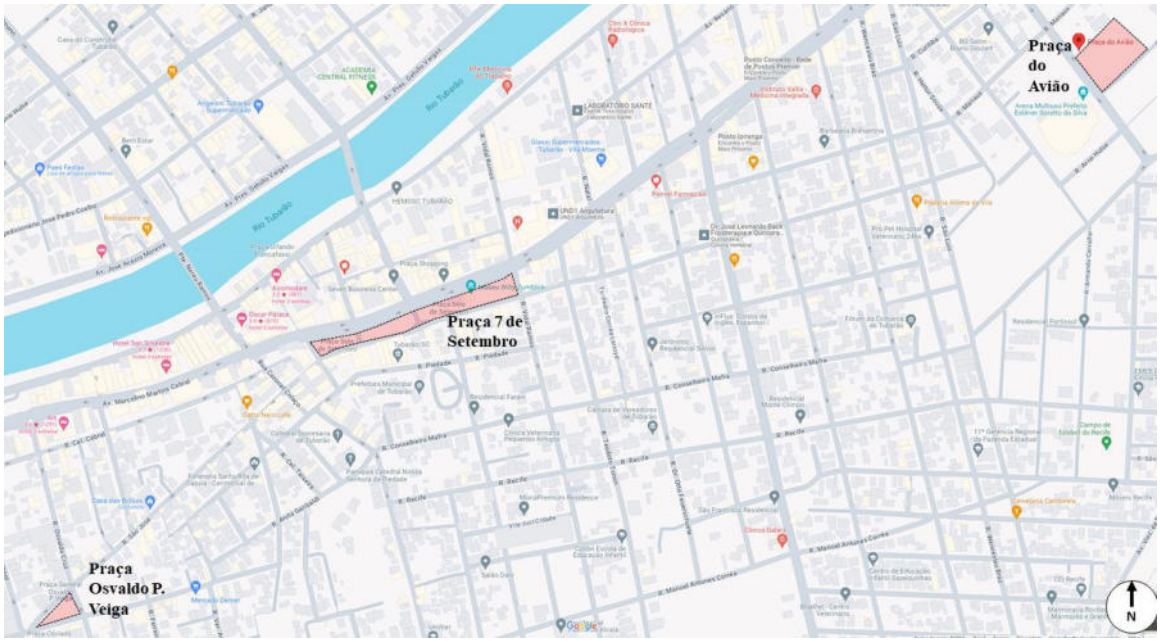
A pontuação do iPlaza é semelhante ao iCam, onde cada indicador recebe uma pontuação de 0 (zero) a 3 (três), representando uma avaliação da experiência do usuário na praça em insuficiente (0), regular (1), bom (2) ou ótimo (3). Cada subcategoria é definida a partir da média aritmética de seus respectivos indicadores, a média das subcategorias determina a pontuação das categorias que, finalmente, tendo sua média calculada, define a pontuação geral da praça (ver Quadro 04).

Quadro 04 Sistema de pontuação do iPlaza

Pontuação – Indicadores	Pontuação - Praça	Classificação
3	3	Ótimo
2	2≥ i < 3	Bom
1	1≥ i < 2	Regular
0	i <1	Insuficiente

3.3 Estudo Piloto para avaliação do iPlaza

Após a etapa de desenvolvimento da ferramenta, foi realizada a aplicação da versão inicial por meio de um estudo piloto, a fim de verificar o levantamento de dados e a funcionalidade dos indicadores na caracterização dos problemas e dos aspectos positivos. O estudo piloto foi realizado em três praças em Tubarão-SC, todas localizadas próximas a área central da cidade, sendo duas praças de lazer (Praça Osvaldo P. Veiga e Praça do Avião), e uma de contemplação (Praça 7 de setembro), conforme indicado na Figura 2.



Praça Osvaldo P. Veiga | Praça 7 de Setembro | Praça do Avião





Fig. 2 Localização e foto das três praças analisadas. Fonte: Google Maps, 2024.

O Quadro 05 apresenta os resultados da avaliação das três praças, de modo que as cores se relacionam com a pontuação dos Indicadores, das Sub-categorias e das Categorias, facilitando a visualização dos quesitos a serem melhorados.

Os resultados da avaliação das praças obtidos a partir da aplicação do iPlaza permitem observar que as praças Sete de Setembro (iP=1,6) e do Avião (iP= 1,7) são relativamente aceitáveis, enquanto a Praça Oswaldo P. da Veiga (iP=2,2) é boa, indicando que as praças Sete de Setembro e do Avião demandam mais atenção das autoridades em comparação com a Praça Oswaldo P. da Veiga. Observa-se também os aspectos a serem melhorados estão claramente evidenciados pelos indicadores, como, por exemplo, no caso da Praça Sete de Setembro, são as travessias nas vias, a iluminação noturna, o calçamento das vias peatonais e os acessos. O Índice de Conforto Térmico é uma questão a ser verificada *in loco*, dado que há sombras na praça, portanto, sendo um critério que precisa ser revisto.

Quadro 05 Avaliação das praças no Estudo Piloto.

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Pça. Sete de Setembro			Pça. do Avião			Pça. Oswaldo P. da Veiga		
Segurança	Segurança Viária	Tipologia de rua	1,0	0,5	1,3	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,1
		Travessias	0,0			3,0			2,0		
	Segurança Pública	Vigilância	1,0	2,0		0,0	1,5		0,0	2,2	
		Fachadas fisicamente permeáveis	3,0			0,0			3,0		
		Fachadas visualmente ativas	2,0			0,0			3,0		
		Iluminação	0,0			3,0			2,0		
		Fluxo de pedestres	-			-			-		
		Obstruções visuais	3,0			3,0			3,0		
		Coleta de lixo e limpeza	3,0			3,0			2,0		
Atração	Usos	Usos mistos	3,0	2,0	2,0	0,0	0,5	1,3	3,0	1,5	2,3
		Uso público diurno e noturno	1,0			1,0			0,0		
		Permeabilidade do solo	-			-			-		
	Equipamentos	Equipamentos recreativos	1,0	2,0		3,0	2,0		3,0	3,0	
		Mobiliários	3,0			1,0			3,0		
Mobilidade	Calçamento	Pavimento	0,0	1,5	1,4	3,0	3,0	2,7	3,0	3,0	2,3
		Largura	3,0			3,0			3,0		
	Acessos e conexões	Distância a pé do transporte público	3,0	1,3		3,0	2,0		3,0	1,7	
		Acessos	0,0			3,0			1,0		
		Incentivo ao uso de bicicletas	1,0			1,0			1,0		
Conforto	Conforto térmico	Sombra e abrigo	3,0	2,0	2,0	0,0	0,0	1,0	2,0	2,7	2,3
		Sombra e abrigo em áreas de permanência	3,0			0,0			3,0		
		Índice de conforto térmico	0,0			0,0			3,0		
	Conforto acústico	Poluição sonora	2,0	2,0		2,0	2,0		2,0	2,0	
Nota da praça			**1,67**			**1,73**			**2,25**		

3.4 Análise e configuração final do iPlaza

Após o estudo piloto, foram encontradas algumas dificuldades de avaliação a serem modificados cujas indicações são apresentadas no Quadro 06.

Na categoria "segurança", no indicador "vigilância", os dados patrulhas de segurança privada ou patrulhas policiais foram de difícil acesso, não podendo ser encontrados, portanto, o indicador será modificado quanto a obtenção de dados, e métodos de pontuação, podendo validar câmeras de vigilância de imóveis privados que estão direcionados para a praça, dado

que podem ser utilizadas para a obtenção de imagens para fins legais, permitindo a pontuação neste indicador.

Ainda na categoria, o indicador de fachadas fisicamente permeáveis foi de fácil levantamento e processamento de dados, porém, observou-se uma diferença nas fachadas permeáveis durante o dia e de noite, devido a algumas entradas voltadas para a praça estarem fechadas no período noturno (i.e. lojas), prevendo assim, a inclusão do indicador para permeabilidade noturna.

Quadro 06 Avaliação dos Indicadores do iPlaza

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Status
Segurança	Segurança viária	Tipologia da rua	Mantido
		Travessias	Mantido
	Segurança pública	Vigilância	Modificar
		Fachadas fisicamente permeáveis	Modificar
		Fachadas visualmente ativas	Mantido
		Iluminação noturna	Modificar
		Fluxo de pedestres diurno e noturno	Retirar ou modificar
		Obstruções visuais	Mantido
		Coleta de lixo e limpeza	Mantido
Atração	Usos	Usos mistos	Modificar
		Uso público diurno e noturno	Manter
		Uso do solo (permeabilidade)	Modificar
	Equipamentos	Equipamentos recreativos	Manter
		Mobiliários	Manter
Mobilidade	Calçamento	Pavimentação da praça	Manter
		Largura	Manter
	Acessos e conexões	Distância a pé do transporte	Manter
		Acessos	Manter
		Incentivo a bicicletas	Manter
Conforto	Conforto térmico	Sombra e abrigo	Criar mais uma subcategoria.
		Sombra e abrigo em espaços específicos	
		índice de conforto térmico	
	Conforto acústico	Poluição sonora	Manter

Também foi vista a possibilidade de mudança do levantamento de dados do indicador iluminação noturna, que antes tinha um método primário e secundário de avaliação, respectivamente: a avaliação por medição, utilizando o luxímetro e, por pontuação, analisando a presença de equipamentos, obstruções visuais e a localização dos pontos de luz. Será eliminado o método primário, sendo de aplicação mais difícil por necessitar de um equipamento específico; e adota-se semente o segundo, pois leva em conta menos critérios e medidas, e que pode ser aplicado com maior amplitude.

Ainda na categoria “segurança”, foi retirado temporariamente o indicador “fluxo de pedestre diurno e noturno”, para ser totalmente reformulado e reavaliado, por ter sido inviável seu levantamento devido ao tamanho das praças, fluxo constante de pessoas, e número de pesquisadores disponíveis, do modo que foi formulado.

Na categoria “atração”, foram encontrados problemas em dois indicadores: o primeiro, “usos mistos”, foi de fácil aplicação para o levantamento de dados, porém, se mostrou punitivo para praças que têm edificações multifuncionais com muitos pavimentos residenciais. Ele

será então modificado, a fim de obter uma avaliação mais condizente com a realidade dos espaços avaliados.

Em segundo, o indicador "permeabilidade do solo", cuja avaliação não pôde ser concluída devido à formulação do levantamento de dados, que exigia projetos das praças, para calcular com precisão a área permeável, projetos estes que não puderam ser obtidos, portanto, o critério terá os métodos de levantamento e processamento de dados modificados, buscando uma aproximação das áreas permeáveis, viabilizando o cálculo a partir de levantamentos de campo e imagens aéreas dos locais.

Na categoria "conforto", foi encontrado um problema na estrutura da categoria e subcategorias, já que, o indicador de conforto acústico, acabou sendo responsável por 50% da nota da categoria, diminuindo em muito o peso dos outros três indicadores que a compõem, mostrando uma necessidade de balanceamento, com isto em mente, será proposta a substituição da subcategoria conforto acústico, para "conforto ambiental", que irá englobar o indicador de conforto acústico, e índice de conforto térmico, abrigando os indicadores de conforto que dizem respeito às características ambientais do espaço, e que mostram o desempenho na prática das estratégias de conforto aplicadas no espaço. Além disso, a subcategoria "conforto térmico" será substituída por "estratégias de conforto", que será composta atualmente pelos indicadores de sombreamento.

Quadro 07 Configuração final do iPlaza

Categorias	Subcategorias	Indicadores
Segurança	Segurança viária	Tipologia da rua
		Travessias
	Segurança pública	Vigilância
		Fachadas fisicamente permeáveis
		Fachadas visualmente ativas
		Iluminação noturna
		Fluxo de pedestres diurno e noturno
		Obstruções visuais
		Coleta de lixo e limpeza
Atração	Usos	Usos mistos
		Uso público diurno e noturno
		Uso do solo (permeabilidade)
	Equipamentos	Equipamentos recreativos
		Mobiliários
Mobilidade	Calçamento	Pavimentação da praça
		Largura
	Acessos e conexões	Distância a pé do transporte
		Acessos
		Incentivo a bicicletas
Conforto	Estratégias de conforto térmico	Sombra e abrigo
		Sombra e abrigo em espaços específicos
	Índices de conforto	Índice de conforto térmico (UTCI)
		Poluição sonora

Por fim, o indicador "índice de conforto térmico", deve ser analisado com maior aprofundamento, mesmo não tendo tido problemas em sua aplicação, é importante considerar a adoção de parâmetro compatível com a região em estudo, dado que o UTCI foi originalmente desenvolvido para uma região com clima diferente da analisada. Outro ponto importante é realizar as medições em diferentes estações do ano, para caracterizar mais

detalhadamente as condições de conforto térmico, e verificar a precisão da nota final do indicador, e da praça.

Assim, a versão final do iPlaza ficou configurada como apresentado no Quadro 07.

Dessa forma, baseado no estudo piloto, a versão final do iPlaza considerou os procedimentos para o levantamento e processamento de dados, a pontuação individual dos indicadores e os pesos na nota final da praça, direcionando para que seja de fácil utilização para avaliar diversos quesitos das praças refletindo uma pontuação que indique a qualidade do espaço para o uso das pessoas.

4 CONCLUSÕES

As ferramentas de avaliação de praças baseadas em critérios são importantes instrumentos para a melhoria e desenvolvimento dos espaços públicos de qualidade. Neste estudo, o processo de desenvolvimento do iPlaza seguiu procedimentos adotados em diversos estudos e trabalhos resultando numa ferramenta definida por 4 categorias, 8 atributos e 23 indicadores, semelhante ao iCam e ao QualificaURB; porém, com a diferença de avaliar requisitos que descrevem as qualidades mínimas de um espaço público capaz de contemplar toda a população, sem critérios de análise não validados no ponto de vista do sujeito avaliador.

Por meio do estudo piloto, a ferramenta iPlaza se mostrou capaz de avaliar praças de diferentes tipologias ao ser aplicada em três praças de Tubarão-SC de diferentes contextos permitindo caracterizá-las com base em indicadores, que por sua vez, refletem os problemas a serem enfrentados para melhorar a fruição do espaço público e, consequentemente, proporcionar maior qualidade de vida aos usuários e cidadãos.

Como trabalhos futuros podem ser abordados novos indicadores, como, por exemplo, um que avalie o traçado das vias e o paisagismo considerando a presença de vegetação de portes diferentes, nativas ou não, tipo de folhagens e forração, fragrâncias, etc.; um indicador para o conforto e/ou desconforto visual, dado que se observa situações onde há mudanças bruscas na iluminação (sombra e incidência solar direta) que podem afetar a visualização de barreiras e/ou desníveis. Além disso, outro aspecto é a adição de critérios de pontuação adicional para caracterizar indicadores ausentes na ferramenta e, uma forma de avaliar a área de influência ou a abrangência da praça em relação ao seu entorno.

Também, observa-se a necessidade de disponibilizar a ferramenta *online* para facilitar sua aplicação e agilizar a visualização dos resultados. Neste quesito, foi desenvolvido uma versão do iPlaza em planilha Excel para automatizar os cálculos e agilizar a obtenção dos resultados e será disponibilizado após os testes finais, atualmente em curso.

O tema em questão tem vasto alcance e possibilidades, se mostrando muito importante para o desenvolvimento do espaço público urbano. Além disso, as necessidades do ser humano e da sociedade em relação às praças têm mudado ao longo do tempo, de modo que é fundamental a constante atualização dessa ferramenta.

5 REFERÊNCIAS

Alves, F.M.B. (2003). *Avaliação da qualidade do espaço público urbano: proposta metodológica.* **1st ed. Fundação Calouste Gulbenkian**, 350p.

Angelis, B. Luiz Domingo de, Castro, R. Miranda de; De Angelis Neto, G. (2004). Metodologia para levantamento, cadastramento, diagnóstico e avaliação de praças no Brasil. ***Engenharia Civil UM***, 20, pp.59–70.

Araújo, Luís Miguel Ferreira de (2007). ***Avaliação de Espaços Públicos: O caso de duas praças no concelho de Caminha***. Dissertação.

Brasil. Joinville. Prefeitura de Joinville-SC, (2017). *Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville*. **Lei complementar n.º 470, 9 de janeiro de 2017**. [Consultado em 20 de maio de 2024]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-joinville-sc.

Brasil. Florianópolis. Prefeitura de Florianópolis -SC, (2017). *Plano Diretor de Urbanismo do Município de Florianópolis*. **Lei complementar Nº482, de 17 de Janeiro de 2014**. [Consultado em 20 de maio de 2024]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-complementar/2014/49/482/lei-complementar-n-482-2014-institui-o-plano-diretor-de-urbanismo-do-municipio-de-florianopolis-que-dispoe-sobre-a-politica-de-desenvolvimento-urbano-o-plano-de-uso-e-ocupacao-os-instrumentos-urbanisticos-e-o-sistema-de-gestao

Colombo, J. Santos; Rufino, G. Souza; Jesus, L. Aparecida Netto de; Conde, K. Moreira; Ramos, L. Letícia Andara (2021). Metodologia de avaliação dos espaços livres de uso público: a análise da aplicabilidade da ferramenta. **PLURIS 2021**.

Conde, K. M., Alvarez, C. E. de e Bragança, L. (2019). Proposta de critérios e indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países latino-americanos. **In: *III Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis***, 3, p. 1412–1423. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2886 (Acessado: 20 maio 2024).

Google Maps (2024). *Praça do Avião*. Disponível em: **https://maps.app.goo.gl/b7ErRXdH6fVrZG1Y9** (Acessado em 20 maio 2024].

Gomes, R. O., Gonçalves, G. R., Conde, K. M. e Ramos, L. L. A. (2021). Acessibilidade urbana e vitalidade de praças: análise de "acessos e conexões" pela ferramenta QualificaURB. In: ***IV Encontro Latino Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, 4, p. 1113–1124**. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/euroelecs/article/view/2682 (Acessado: 20 maio 2024).

Gomes, R. O., Gonçalves, G. R., Jesus, L. A. N., Conde, K. M. e Ramos, L. L. A. (2021). Análise da vitalidade das praças por meio de indicadores da ferramenta QualificaURB. In: **III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB**, 3, p. 322–331. DOI: https://doi.org/10.46421/singeurb.v3i00.1110.

Heemann, J.; Santiago, P. C. (2015) Guia do espaço público para inspirar e transformar. **Mountain View (CA)**, USA.

ITDP Brasil (2019). Indice de Caminhabilidade - Ferramenta Versão 2.2. [online] Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento - ITDP, Rio de Janeiro: ITDP BRASIL, p.66. Available at**: http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/Caminhabilidade_Volume-3_Ferramenta-ALTA.pdf** [Accessed 7 May 2024].

Macedo, S. Soares. ***Paisagismo Brasileiro na Virada do Século****: 1990-2010*. 1. ed. SP, Brasil: EDUSP/UNICAMP, 2012. p. 344

Maciel, M. Altoé (2016). ***Uma proposta de lista de verificação para avaliação de praças***. Dissertação.

Moraes, L.A. de; Silva, S.R.X. da; Gândara, J.M. (2018). Geografia urbana setecentista e turismo: as praças de Mariana – Brasil sob a perspectiva experiencial. *Pasos.* ***Revista de Turismo y Patrimônio Cultural***, 16(4), pp. 971–988. Doi: https://doi.org/10.25145/j.pasos.2018.16.068.

Rossi, F.A., Krüger, E.L. and Bröde, P. (2012). Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. ***Ambiente Construído***, 12(1), pp.41–59. Doi: https://doi.org/10.1590/s1678-86212012000100004.

Silva, L.F. Guimarães da, Ferreira, J.V.; Silva, M.R.N. da (2017). Avaliação dos índices PET e UTCI em espaços públicos centrais, Palmas, Tocantins. ***Revista Sítio Novo***, 1, p.168. doi: https://doi.org/10.47236/2594-7036.2017.v1.i0.168-189p.

Silva, V. G., Conde, K. M., Jesus, L. A. N. de e Ramos, L. L. A. (2022). Métodos de análise espacial para validação da ferramenta QualificaURB, com enfoque na categoria ‘acessos e conexões’. In: ***ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO***. Porto Alegre, 19(1), p. 1–13. doi: 10.46421/entac.v19i1.2062.

Wolkart, I., Conde, K. M., Jesus, L. A. N. e Ramos, L. A., (2019). Identificação dos espaços livres e aplicação de indicadores para análise de praças. *In:* ***II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana****, 27–29 de novembro de 2019, São Paulo, Brasil* [em linha]. São Paulo: Editora Blucher. [Consultado em 14 de maio de 2024]. Disponível em: doi: 10.5151/singeurb2019-39.

SÃO LUÍS: ENTRE O RESGATE CULTURAL E A POLÍTICA TURÍSTICA - DESAFIOS E PERSPECTIVAS

G. Oliveira, M.Wall

RESUMO

O debate sobre o patrimônio histórico em constante evolução exige uma reavaliação da relação com o passado local. Este artigo analisa como o modernismo impactou o patrimônio histórico, levando a uma autocrítica fundamental. Apesar da importância social dos monumentos, seu potencial turístico é frequentemente limitado por uma lógica capitalista. O caso de São Luís ilustra uma efervescência cultural ameaçada pela instrumentalização política do espaço para fins turísticos. Esta pesquisa em andamento confronta propostas oficiais para o Centro Histórico com estratégias de resistência cultural, examinando como essa batalha afeta a identidade local e a integridade do patrimônio. A metodologia histórico-interpretativa, com análise de conteúdo de planos e programas oficiais, entrevistas em profundidade e oficinas com moradores e grupos culturais, revela tensões entre modernização e preservação, destacando o papel da cultura popular na resistência à mercantilização do espaço. Resultados preliminares indicam que a negligência estatal com a cultura popular e a priorização de investimentos em turismo ameaçam a autenticidade e a diversidade do Centro Histórico.

1 INTRODUÇÃO

Debruçados no espaço simbólico e vivo que é o Centro Histórico de São Luís, somos convidados a compreender este espaço não como um mero aglomerado de conjuntos arquitetônicos estonteantes mas também, como destaca Tomaz (p.2, 2010), “a memória de um passado comum e de uma identidade social que faz com que o grupo se sinta parte daquele lugar, do espaço que traz a lume a história de todos”.

São Luís, capital do Maranhão, possui uma história colonial singular no Brasil, que se reflete em seu notável acervo arquitetônico. Reconhecido como Patrimônio Mundial pela UNESCO em 1997, o seu centro histórico preserva não apenas seu conjunto edificado, mas também se tornou testemunha viva da rica história e diversidade cultural da região. No entanto, por detrás da imponente arquitetura e das ruas de paralelepípedos, há uma batalha silenciosa e complexa entre a dinâmica cultural e os interesses político-econômicos que permeiam esse espaço.

Apesar de ser reverenciada como símbolo da cidade, a situação do centro histórico de São Luís revela desafios urgentes e particulares. Enquanto há uma notável resistência cultural,

promovida por moradores e grupos tradicionais, essa efervescência é constantemente ameaçada e desestruturada pela instrumentalização política, que reduz o potencial desse espaço a uma lógica unidimensional: o turismo.

Diante deste processo, cujo valor se dá no turismo, segundo Carvalho e Simões (2012), o espaço urbano do Centro Histórico de São Luís vem sofrendo um processo de enobrecimento e gentrificação que não só desabriga como também enfraquece o cenário local, erguendo muros que separam a autenticidade da homogeneidade, numa contradição gritante à valorização da riqueza de nossa diversidade.

Este artigo foi elaborado a partir do plano de trabalho intitulado "As Representações Sobre O Habitar No Centro Histórico De São Luís Do Pd 1974 Ao Programa Nosso Centro: um estudo na perspectiva da regeneração urbana à luz da teoria da produção do espaço de Lefebvre", desenvolvido na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e vinculado ao projeto "De Patrimonio da Humanidade a Nosso Centro: o lugar do Centro Histórico de São Luís" sob a orientação da Prof. Dra. Marluce Wall. Tem-se como fito neste artigo destacar as tensões dinâmicas entre tradição e modernidade, memória e esquecimento, ao examinar os desafios e perspectivas enfrentados pelo centro histórico de São Luís. Em meio à pressão crescente de uma lógica vigente que influencia as decisões neste espaço, explora-se a complexidade de manter não apenas o patrimônio construído, mas também a diversidade cultural e a riqueza narrativa que o caracterizam.

Nossas reflexões trazem como referência e, em certa medida dão continuidade aos estudos que deram subsídios a tese "Urbanização Dispersa em São Luís: tensões entre expansão e centro" (Wall, 2011). Estes estudos tomando como referência a teoria de produção de espaço de Lefebvre (2000), abordaram as representações do espaço, o momento do espaço concebido (Lefebvre, 2000) que orientaram os planos, projetos, intervenções para o centro histórico a partir da década de 1970, quando, no contexto da promoção de uma urbanização modernizadora, se promoveu a valorização da cidade antiga que levou à inclusão do Centro Histórico de São Luís na Lista do Patrimônio da Humanidade.

No entanto, as tensões continuam. A conservação do sítio histórico não impediu, e não impede, o abandono, primeiro por parte da elite que ali residia e mais recentemente por parte do próprio comércio e, de forma ainda mais contraditória, do poder público que vem transferindo as sedes de suas secretarias para a "cidade moderna" além de abandonar, pura e simplesmente, alguns casarões que promoviam a cultura popular, com consequências devastadoras, como desabamento de algumas estruturas ou roubos e ações de vandalismo. Por outro lado, o centro resiste, por meio de uma população que ainda persiste em ali morar, e por meio dos grupos culturais que elegeram o centro como lugar de sua atuação e mesmo de moradia. E resiste, também, paradoxalmente, por meio de investimentos dos poderes públicos em projetos especiais, criando uma situação em que, de um lado os projetos de requalificação se intensificam e os prédios abandonados testemunham o descaso. É neste contexto que se justifica este projeto de pesquisa.

Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre o Centro Histórico e refletir sobre perspectivas de sua conservação, colocamos, no projeto de pesquisa que estamos desenvolvendo, no centro da investigação as práticas espaciais, o momento da prática espacial, do espaço percebido que Lefebvre caracteriza como a relação, a integração do ambiente construído, a materialidade do espaço mais as ações que as pessoas realizam nesses espaços (Lefebvre, 2000).

Lefebvre (2000) teoriza a produção do espaço acontecendo em três momentos, o terceiro momento denominado de espaços representacionais ou de representação que são os espaços como diretamente vividos através de suas imagens, ou símbolos. Uma tríade conceitual que, na prática se relacionam e interagem entre si. Então, se buscamos primeiramente responder quais representações do espaço contidas nos paradigmas do urbanismo e nos da conservação urbana orientaram os programas, projetos e planos da conservação, vamos agora tratar das práticas espaciais e dos espaços da representação, tendo sempre em mente que a materialidade desses espaços e as políticas públicas de atuação na conservação fazem parte do reino do espaço concebido.

Assumindo-se como Thomas Kuhn (2009) que o sentido clássico de paradigma traz em si a ideia de modelo, e que estes modelos fornecem as orientações para o conhecimento científico, consideramos que os paradigmas, cumprem a finalidade de facilitar a integração, através da assimilação de uma espécie de mapa do conhecimento ou de um roteiro de como agir, de como resolver as questões que se colocam, ou seja, roteiro ou mapa que seriam necessários como um suporte básico de conhecimentos à concepção e recepção das teorias, dos problemas, das soluções científicas. São esses paradigmas que vão dar forma às representações do espaço próprias do reino técnico, dos intelectuais, dos urbanistas e arquitetos.

Foi adotada a metodologia que Groat e Wang (2001) denominam de Histórico-Interpretativa (tradução livre). Estes autores, fazendo a ressalva de que qualquer pesquisa é interpretativa definem esta metodologia "especificamente como investigações em fenômenos físico-sociais dentro de contextos complexos, com uma visão na direção de explicar estes fenômenos de forma narrativa e de maneira holística (p.136, tradução livre).

Para isso, considerando o espaço concebido, o mundo dos planos e programas, a análise de conteúdo (Bardin, 1979) é de fundamental importância. Dando continuidade ao estudo dos planos, pretende-se aprofundar a análise do Programa Nosso Centro (Governo do Estado do Maranhão, 2019) e dos programas conduzidos pelos outros órgãos da conservação nos diferentes níveis do poder público, como o Programa de Revitalização do Centro Histórico de São Luís desenvolvido pela prefeitura de São Luís.

Para o estudo das práticas espaciais, em desenvolvimento, é necessário caracterizar a realidade sócio-espacial do centro de São Luís buscando identificar a diversidade existente, caracterizando os grupos sociais presentes. Importante identificar quem são, o que fazem, como vivem os moradores do centro histórico. Da mesma maneira, identificar os grupos culturais e os de economia criativa e sua relação com o centro histórico, que, tem sido o lugar de sua atuação e mesmo, nos últimos tempos, o seu lugar de morar. Para isso, para a realização da leitura do espaço do centro histórico e para o levantamento sócio-espacial adota-se como marco teórico referencial a metodologia de Luz Valente Pereira (2004) e o trabalho de Marcelo Lopes de Sousa (2016). Completando essa análise será necessário o registro das experiências de moradores e dos grupos sociais ao longo do tempo, registros que deverão ser feitos mediante entrevistas em profundidade com diferentes pessoas e oficinas, onde temas serão discutidos por grupos específicos.

Os procedimentos metodológicos, no primeiro momento levaram em consideração a importância da análise crítica dos paradigmas do urbanismo que orientaram a expansão modernizadora explicitada no Plano Diretor de 1974. Partimos das considerações de

Lefebvre (2008) de que o espaço da modernidade tem características precisas: homogeneidade-fragmentação- hierarquização, tendendo para o homogêneo por diversas razões: elementos materiais, métodos de gestão e de controle, de vigilância e de comunicação. Como representação dominante o conceito de espaço abstrato, onde o valor de troca é muito mais importante do que o valor de uso. Desse modo, a cidade, e por consequência cada espaço da cidade, o centro histórico incluído, pode ser considerado como produto, como mercadoria que se compra e vende.

Em relação ao centro antigo, Lefebvre (2008) pontua que mesmo se transformando, não desaparece, sobrevivendo graças a um duplo papel: lugar de consumo e consumo do lugar (Lefebvre, 2008). Ao pensar nesse duplo papel do centro é possível identificá-lo no programa, ou melhor, nos diversos planos e programas destinados ao centro? Por outro lado, como os planos e projetos lidam com esse duplo papel?

Foram analisados além do Plano Diretor de 1974 (1977), os relatórios das Missões da Unesco (1967, 1972), os Planos para o Centro Histórico: o Plano de Renovação Urbana de John Gisiger (1979) , e o Programa de Preservação e Reabilitação do Centro Histórico de São Luís (1998) entre outros planos e programas elaborados pelos órgãos da conservação em seus três níveis.

No processo, ainda em termos da análise dos paradigmas se procedeu a uma leitura sistematizada do ideário da conservação urbana especialmente levando em consideração que a valorização do centro histórico de São Luís, aconteceu no contexto da Carta de Veneza de 1964 (IPHAN,2004) , e um pouco depois da Declaração de Amsterdã (IPHAN, 2024)

Nesta segunda etapa é importante a análise crítica dos paradigmas do urbanismo no momento atual, dominado pela ideologia neoliberal onde, para além da prioridade para os valores econômicos se busca entregar para a iniciativa privada as questões públicas.

Completando a metodologia foi importante a caracterização das ações implementadas no centro histórico de São Luís e em especial as experiências relacionadas com a habitação e com a produção e valorização da cultura no Centro Histórico. Para a continuidade da pesquisa é proposta a identificação e caracterização dos nichos residenciais e da trajetória dos espaços culturais, as ações, os programas que ali se desenvolveram. Neste sentido, uma questão se coloca: de que maneira e em que medida, o resultado das ações dos programas e planos de preservação contribuíram, contribuem para a apropriação do centro pelos grupos sociais, os produtores de cultura, os grupos sociais de economia solidária?

A seguir, fazemos uma reflexão sobre o processo de recuperação do centro histórico que levou à atual configuração, com foco especial no Programa de Preservação e Revitalização do Centro Histórico de São Luís (Andrés, 1998) que, considerando o sítio histórico em seu conjunto requalificou a área em questão. Essa discussão abre espaço para repensar o impacto do modernismo/modernização na cidade antiga. Na sequência apresentamos as principais questões que norteiam a pesquisa atual em desenvolvimento, que pode contribuir para o repensar o papel da cultura na conservação do centro histórico de São Luís, contribuindo para a possibilidade de resgate da cultura popular como instrumento da conservação e manutenção desse espaço.

2 IMPACTO DO MODERNO-CAPITAL NO PATRIMONIO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS.

Foi no final da década de 1960 que teve início o processo de transformação cidade-cidade histórica-centro histórico em São Luís " *la petite ville de porcelaine*", chamada assim pela riqueza e beleza dos azulejos que recobrem as fachadas dos edifícios do seu conjunto urbano, onde se misturam casas populares e solares magníficos, em uma tipologia muita particular de casas porta-e-janela, meias-moradas e moradas-inteiras, com mirantes ou não.

É necessário pensar que São Luís tem um traçado regular, em tabuleiro, atribuído aos portugueses (1615) que compreenderam a necessidade de ocupar a região depois de expulsarem os franceses que, tendo chegado em 1612, ali queriam fundar a França Equinocial. São Luís, não tem, no entanto, grandes palácios ou ricas igrejas. Dessa forma, o valor desse patrimônio de arquitetura de casas, onde moravam pessoas e onde funciona o comércio, vai encontrar seu pleno reconhecimento no relatório *Protection et mise en valeur du patrimoine culturel brésilien dans le cadre du développement touristique et économique*.- Proteção e valorização do patrimônio cultural brasileiro no âmbito do desenvolvimento turístico e econômico (LEAL, 2008, p. 108-113), na década de 1960.

Michel Parent, veio a São Luís no contexto de suas viagens como consultor da Unesco, a fim de estudar a conservação do patrimônio com vistas ao turismo cultural (LEAL, 2008). A posição expressa por ele era conciliar a conservação com o desenvolvimento econômico pela via do turismo. E assim tudo começou: o turismo se juntava às propostas de construção do Porto de Itaqui, que se preparava para escoar o minério de Carajás, e de recuperação econômica que deveria acontecer mediante a construção de um polo industrial. Para lá acabaram por vir o complexo multinacional de alumínio – Alumar e a Vale.

De um lado, construía-se a cidade moderna, com novos modos de morar, com novos caminhos de longas avenidas, com pontes encurtando trajetos para uma nova atração, a praia, para onde se muda a elite. Por outro lado, propunha-se e trabalhava-se, a promoção da conservação da cidade antiga tratada, a partir de então, como cidade histórica. A expansão modernizadora era orientada por um Plano Diretor. A conservação contava com o relatório de Michel Parent e com um novo relatório de nova missão da UNESCO (1972) chefiada pelo arquiteto português Viana de Lima, e com outras iniciativas o Projeto Praia Grande, que propunha a recuperação dessa área para uso institucional[1].

Se o relatório de Parent (1967) apresenta orientações claras para a conservação de uma cidade viva e vibrante, o relatório de Viana de Lima trata de forma mais completa a preservação do patrimônio histórico. Reafirma o valor, reafirma a proposta de trabalhar com o *tourisme d'art* (LIMA, 1972), reconhece a vivacidade da cidade antiga e acaba por propor a integração da conservação desse patrimônio no próprio Plano Diretor que estava em execução.

Foi assim que modernizar e conservar se encontraram no Plano Diretor. Dessa forma, pode-se afirmar (Wall, 2011) que o Plano Diretor é o primeiro momento do planejamento da conservação urbana direcionado para a cidade antiga, agora denominada cidade histórica mesmo que as diretrizes concretas tenham ficado a cargo dos órgãos de

[1] O Governo de Estado cumpria o Compromisso de Brasília de 1970 (IPHAN, 2008) e o Compromisso de Salvador de 1971 (IPHAN, 2008), reunião dos órgãos de conservação que chamavam os governos estaduais a compartilhar com o governo federal as responsabilidades com a preservação do patrimônio histórico nacional.

conservação, especialmente o Departamento de Patrimônio Histórico, Artístico e Paisagístico do Maranhão, criado nesse processo.[2]

De fato, no PD 74 foi criado um capítulo inteiro dedicado à conservação que seguiam as recomendações do relatório de Viana de Lima, onde se encontrava, entre outras coisas, uma Zona de Proteção Histórica Residencial e uma Zona de Proteção Histórica Comercial que evidenciam uma situação que tanto Parent quanto Viana de Lima já haviam notado e corretamente apontado: a São Luís antiga era uma cidade viva, vibrante. Uma cidade onde se morava e onde o comércio prosperava. Ao mesmo tempo, os relatórios das missões da UNESCO recomendavam o tombamento extensivo, quer dizer, o tombamento para além dos monumentos isolados, a cidade histórica devia ser conservada.

No entanto, a área da Praia Grande e adjacências, onde se encontravam os exemplares mais ricos do século XIX, sobrados comerciais e solares magníficos, enfrentava um processo de falência dessas empresas e consequente desgaste de suas edificações. Encontrava-se ali também a Zona do Baixo Meretrício – instituída durante o Estado Novo, pelo interventor Paulo Martins de Souza Ramos, em meados da década de 40. Era uma área, portanto, que preocupava e exigia atenção para reversão desse quadro.

O compromisso do Estado do Maranhão para instalar nas edificações deixadas abandonadas pela falência, as chamadas repartições do governo, vinha socorrer e resolver o abandono desses imóveis. O Projeto Praia Grande dando a partida, seguiram-se outros projetos de requalificação daquela área.

A partir daí se consolidava o reconhecimento do valor do sítio histórico de São Luís, no primeiro momento materializado no estabelecimento de um perímetro que era a ligação entre os tombamentos de conjuntos arquitetônicos pré-existentes, contemplando estrategicamente a área mais degradada da Praia Grande. No Plano Diretor constava uma Zona de Proteção Histórica e uma Zona de Proteção Histórica Comercial.

Seguiram-se planos de intervenção com o objetivo de recuperação do acervo arquitetônico e de reinserção econômica do sítio em estado de deterioração pela via do turismo cultural. A cidade antiga, tornada histórica se abria para o turismo, e assumia as funções de centro cívico, centro administrativo e cultural.

No campo da conservação o governo estadual criou o Programa de Preservação e Revitalização do Centro Histórico de São Luís em outubro de 1979, cinco anos depois do Plano Diretor[3]. A partir daí, o Iphan finalmente instalou uma superintendência em São Luís (ANDRÉS, 1998). O Plano constitui uma das ações mais respeitadas no campo da

[2] Não havia em São Luís uma superintendência do órgão federal do patrimônio até aquele momento. O IPHAN de fato vai se criar essa superintendência um pouco mais tarde, na esteira desse processo de conservação iniciado pelo governo Estadual.

[3] Motivada por episódio curioso relatado por Luiz Phelipe Andrés: a publicação de uma proposta intitulada Renovação Urbana de São Luís, elaborada de forma autônoma pelo arquiteto americano John Gisiger. O título provocou uma forte reação nas autoridades do Patrimônio Histórico Nacional. Todos queriam discutir e, naturalmente, evitar a Renovação Urbana. A proposta era, realmente, de um abrangente projeto urbano na área da Praia Grande. Aloísio Magalhães, então, sugere a realização de uma reunião de especialistas de todo o país para debatê-la. O trabalho, tanto da I Convenção da Praia Grande, como da elaboração e condução deste projeto merece destaque pelo modo participativo com que foram realizados, em plena ditadura militar, vários anos antes de se discutir a prática da inclusão das comunidades envolvidas no processo do planejamento e gestão da cidade, do planejamento participativo. Participaram das reuniões e debates, da elaboração dos projetos e da aprovação final das medidas e soluções adotadas usuários comerciantes e representantes da comunidade local, como o Sindicato do Comércio Varejista de Feirantes de São Luís, Sindicato dos Moços Remadores e Contramestres, Sindicato dos Condutores Autônomos de Veículos, dos Carroceiros.

conservação, tendo tido o reconhecimento internacional ao levar São Luís a ser incluída na Lista de Patrimônio Mundial da UNESCO, em 1997. Aqui tem origem o centro histórico:

> devido ao tamanho do Centro Histórico de São Luís e à inexistência de recursos para seu imediato tratamento como um todo, definiu-se, pela sua significância e tradição, a área da Praia Grande propriamente dita (Praça do Comércio) e suas adjacências como sendo aquela que abrange em todos os aspectos as características marcantes do Centro Histórico. (ANDRÉS,1998, p.78)

A reabilitação dos solares e casarões proporcionou a instalação de órgãos públicos de todos os níveis, de centros culturais, de centros de criatividade e profissionalizantes, de diversas instituições de ensino. Um dos subprogramas abordava a promoção da habitação: i) o chamado "projeto piloto de habitação", casarão reformado para habitação popular; a "casa dos artistas", reabilitação de antigos galpões industriais para uso de artistas locais, o ateliê no primeiro andar, a residência no segundo; e, finalmente, o "programa de habitação", que constou da transformação de imóveis do Estado em edifícios de apartamentos para funcionários públicos, estaduais (Wall, 2011)

Foram recuperadas as estruturas urbanas, as ruas, as calçadas, a rede de água e esgoto, a iluminação. Foram recuperados os espaços públicos, as praças. As ruínas viraram espaços de lazer, consertaram-se as escadarias. Cuidadosamente foram recuperados espaços para a cultura. Centros de cultura popular, museus, teatros e oficinas de arte. Espaços para o artesanato local, com exposição e venda dos produtos dos artesãos locais. Foram feitas parcerias com a iniciativa privada com sessão de edifícios para funcionamento de diferentes atividades. A intervenção no espaço físico foi seguida de estratégias de promoção cultural, serenatas, festas populares e feirinhas diversas.

As universidades participaram do processo, reabilitando casarões para funcionamento de seus cursos. A Universidade Federal já desde a sua fundação (1967) não apenas manteve os seus cursos que já funcionavam no centro, como instalou a reitoria no chamado Palácio Cristo-Rei, sob o comando do escritor Josué Montelo quando reitor dessa universidade.

Por um lado, todos os interesses pareciam estar contemplados: o governo comprando e recuperando imóveis abandonados para instalar o uso institucional previsto no projeto Praia Grande. Ou centros de cultura, museus, teatros. O comércio permanecendo no mesmo lugar, no centro, na Rua Grande, fora do centro histórico e, portanto, livre das pressões das normas de conservação mais rígidas; as residências podendo ser vendidas para dar lugar ao comércio. A pressão imobiliária, a pressão do capital, deslocada do centro evitaria a destruição que acontecera e acontecia em outras cidades brasileiras, pois paralisaria a renovação dos imóveis e a verticalização já iniciada[4]. Da mesma forma, os usos indesejados finalmente poderiam ser eliminados.

Modernidade e tradição pareciam resolvidas: a cidade moderna que seria criada seria o novo lugar de morar. A elite aderindo, as suas casas, no centro, foram transformadas em bancos, em grandes lojas, escolas, hospitais e clínicas. As casas mais populares, do tipo

[4] A verticalização do centro, de fato, tem início na década de 1960. Paralisada pela instituição da conservação deixa apenas três edifícios de dez andares: a sede do INSS na Avenida Pedro II quase em frente à Prefeitura Municipal, a sede do antigo BEM, Banco do Estado do Maranhão, na Rua do Egito próxima ao Largo do Carmo, e o edifício residencial Caiçaras, na Rua Grande. Na Rua do Sol, o edifício Colonial com seis andares.

porta-e-janela, na maioria das vezes alugadas, transformaram-se também em lojinhas, consultórios, escritórios. Menos por vontade dos inquilinos, mais porque aqui também os proprietários substituíram.

No entanto, promover a cidade moderna teve como estratégia a negação da cidade antiga que, era considerada digna de ser admirada e valorizada como lugar de turismo e de cultura, mas não era capaz de abrigar a vida moderna no que dizia respeito a ser lugar de morar.

Mesmo assim, o Centro Histórico de São Luís, o Patrimônio da Humanidade, se tornou uma área viva e vibrante integrada à vida cotidiana da cidade (Wall, 2004). Por ter recuperado uma área carregada de simbolismo que além da recuperação do espaço físico, os grupos de cultura popular se fortaleceram. Ganharam literalmente o espaço físico e o espaço no campo cultural e artístico, pois com o incentivo à promoção de apresentação desses grupos, até mesmo como atração turística, os diversos grupos de teatro, de capoeira, de tambor de crioula, de manifestações culturais e brincadeiras, de artesãos e tantos outros se fortaleceram. E o fizeram de forma autônoma, muitas vezes independente, fazendo nascer um círculo ou mesmo um circuito cultural alternativo, com lugares onde se apresentam mostrando a sua arte, o seu trabalho, trocando experiências e se fortalecendo.

Por outro lado, a urbanização modernizadora cobrou o seu preço. A propagada conquista das praias onde a elite fez moradia, também dividiu com o centro o lugar (e os investimentos) de atração turística. A elite abandou o centro e, pode-se dizer, não olhou para trás. Não retornou ao centro. Embora, a cada novo programa de reabilitação se renovem as esperanças desse retorno.

A elite, como já observou Villaça (1998), tende a atrair o comércio e os serviços para suas proximidades. Consequentemente, as lojas gradualmente abandonaram o centro da cidade, resultando em sua progressiva desocupação, enquanto novas centralidades iam se formando. Se a elite abandonou o centro e não demonstrou interesse em retornar, quem permaneceu e se apropriou do espaço por meio de diversas ações culturais foi a classe popular, um cenário que o estado reluta em aceitar. Por isso, em resposta a essa migração, foram implementados diversos programas com o objetivo de revitalizar a economia central, sobretudo através do turismo com o desejo de que essas iniciativas incentivassem tanto a iniciativa privada quanto a população a retornarem ao centro, algo que não ocorreu.

A partir da ideia de Lefebvre (1991), de que temos um centro que está dividido mas que consegue permanecer e da ideia criada pelo estado de que existe o Centro Histórico e o Centro-que-não-é-histórico (Wall, 2011), que é a área considerada área de proteção estadual, com uso comercial predominante, fica evidente que as ações realizadas tinham um propósito econômico claro: enquanto o centro histórico, de competência federal, recebeu toda a estruturação necessária para garantir seu título, abrangendo desde os casarões até seu traçado urbano, o centro comercial (não-histórico), que também possui um acervo arquitetônico valioso e histórico do mesmo nível, foi negligenciado. Sob pretextos sorrateiros e alegando estar fora dos limites de competência federal e de proteção patrimonial, este espaço foi direcionado exclusivamente para o desenvolvimento do comércio. O resultado é um centro histórico planejado e voltado para o turismo, enquanto o centro comercial é relegado ao setor econômico, sem a devida atenção à sua preservação. Contudo, o centro não-histórico, o centro comercial, entra em falência.

Uma questão para se refletir: qual o impacto de se ter deixado em segundo plano o incentivo à permanência dos moradores? Especialmente porque no momento em que teve início a valorização da cidade existente, na década de 1970, no campo da conservação, as orientações da Carta de Veneza (IPHAN, 2004) , da Declaração de Amsterdã (2004), os trabalhos de Giovannoni (1995), a intervenção no Centro Histórico de Bolonha já se faziaM muito presentes. A prioridade para o desenvolvimento econômico, que se traduziu na expansão modernizadora, incluiu a recuperação do centro histórico como recurso a ser explorado como turismo. Representação que nunca se modificou, mas que foi sendo desafiado pela resistência dos seus moradores e dos grupos culturais.

3. AS RESISTÊNCIAS E INSURGÊNCIAS DO CENTRO

O programa Nosso Centro, lançado em 2019, é mais uma iniciativa direcionada ao Centro Histórico de São Luís, com projetos focados na habitação e revitalização de imóveis subutilizados ou desocupados. Entre as ações destacadas, o projeto “Adote um Casarão” representa uma estratégia do governo para transferir a gestão de imóveis históricos para a iniciativa privada. Essa iniciativa teve certo sucesso, evidenciado por diversos projetos populares que reabilitaram casarões, como o “Porta e Janela”, o “Entrenós”, a “Casa da Árvore” e o “Reviver Hostel”.

Durante uma roda de conversa intitulada "Centro Histórico de São Luís: autonomia e cultura popular," realizada em outubro de 2023 na Universidade Estadual do Maranhão e conduzida pela Mestre em Desenvolvimento Socioespacial Jéssica Carvalho, foi desafiada a visão prevalente em algumas políticas públicas de que o centro está vazio. A pesquisadora destacou a presença de diversos grupos sócio-espaciais ativos na área, incluindo a União de Moradores do Centro Histórico de São Luís, vendedores ambulantes, comerciantes, fazedores de cultura, ocupações culturais, pesquisadores, estudantes, adotantes de casarões e outros. Essa diversidade evidencia que o Centro Histórico de São Luís é, na verdade, um vibrante foco de cultura popular.

No entanto, a entrada do grande capital, com o argumento de que grandes investidores podem potencialmente trazer recursos e visibilidade, impacta negativamente tanto a exploração do patrimônio cultural como moeda de troca quanto sufoca a resistência daqueles que permaneceram e cuidaram deste espaço. Um exemplo disso, citado durante a roda de conversa, é o caso de um grupo de artistas populares que foram removidos de seu casarão sob a justificativa de que o edifício seria reformado. Logo após, a prefeitura iniciou uma obra no local, cujo projeto prevê a construção de um parque tecnológico.

Essas ações revelam contradições: por um lado, há um desenvolvimento extremo de atividades culturais em toda a área central (Centro Histórico e a parte anteriormente apenas comercial), demonstrando que nossa cultura popular e tradicional é tão forte e única que, naturalmente, atrai muitas pessoas, transformando-se em um atrativo turístico como consequência das manifestações culturais, e não como sua motivação inicial. Por outro lado, essa vitalidade cultural não é bem recebida pelo estado, sendo invisibilizada e marginalizada em favor da tentativa de atrair o grande capital para o Centro.

Essas resistências não são apenas defensivas, mas também proativas. Os projetos de reabilitação popular dos casarões, como “Porta e Janela” e “Reviver Hostel”, mostram que a comunidade local pode se apropriar do patrimônio histórico de maneira que respeite e

valorize sua identidade cultural e ainda gere um retorno econômico local. Demonstrando que é possível reabilitar sem sucumbir às pressões do grande capital, mantendo a área acessível e significativa para seus habitantes originais.

A entrada do capital, muitas vezes justificada pela promessa de desenvolvimento econômico, tende a transformar o Centro Histórico em um espaço homogêneo e comercializado, desprovido de sua rica tapeçaria cultural. Isso não apenas ameaça a identidade local, mas também mina as bases da resistência cultural que tem mantido o centro vivo e vibrante. O caso do grupo de artistas populares removidos para dar lugar a um parque tecnológico é emblemático dessa contradição. A promessa de modernização e progresso frequentemente se traduz em exclusão e apagamento cultural.

4. CONCLUSÃO

A profunda tensão entre a preservação autêntica e a exploração comercial no Centro Histórico de São Luís, evidenciada nesta pesquisa que abrange do PD de 1974 ao Programa Nosso Centro, revela a força do capital em transformar espaços potencialmente diversos em mercadorias homogêneas. A cultura popular, vibrante e resiliente, se encontra sob constante ameaça de ser cooptada por interesses econômicos que a reduzem a um mero atrativo turístico, ignorando a rica teia de saberes, tradições e histórias que a compõem.

A atuação do Estado, muitas vezes conivente com essas forças, e as ações disfarçadas de revitalização e progresso, sufocam a resistência cultural e marginalizam a verdadeira essência da cultura popular. O exemplo de São Luís, embora específico, levanta questões relevantes para outros centros históricos que enfrentam dilemas semelhantes. As limitações deste estudo, como a abrangência temporal e o foco em uma única cidade, apontam para a necessidade de pesquisas futuras que ampliem a análise e incluam outras vozes e perspectivas.

É fundamental resistir às pressões do capital e reafirmar o valor inestimável da cultura popular, reconhecendo-a como um patrimônio vivo e essencial para a identidade e memória coletiva. A participação ativa das comunidades locais e a preservação genuína da cultura popular são cruciais para garantir que o patrimônio histórico não se torne um mero cenário para o consumo, mas um espaço dinâmico onde a história, a cultura e a identidade do povo possam florescer livremente.

Com este estudo, esperamos contribuir para o debate sobre patrimônio histórico e cultura popular, e inspirar ações que promovam um futuro mais justo e sustentável para o Centro Histórico de São Luís e para outros espaços ameaçados pela lógica da mercantilização.

5. REFERÊNCIAS

Andrés, L. P. (org) (1998) **Centro Histórico de São Luís-Maranhão: Patrimônio Mundial**. São Paulo: Audichromo.

Bardin, L. (1979). **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70.

Carvalho, K.; Simões, M. **Análise Do Modelo De Preservação Do Centro Histórico De São Luís Do Maranhão: Uso Social E Uso Turístico.** Revista Turismo, Brazil, v. 14, ed. 2, p. 196–213, 1 ago. 2012.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO (São Luís -MA). Secretaria de Cidades e Desenvolvimento Urbano - SECID. **Flávio Dino apresenta programa Nosso Centro que ampliará ações de revitalização do Centro Histórico**. Notícias, p. 1-1. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/programas-cheque-minhacasa-e-nosso-centro-incentivam-habitacao-na-area-central-de-sao-luis/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

Giovannoni, G. (1995). **Vecchie Città e Edilizia Nuova**. 2 ed. Milan. Città Studi Edizioni.

Gisiger, J. (1979). **Renovação urbana da Praia Grande-São Luís, Mara**nhão. São Luís: Secretaria de Coordenação e Planejamento/Sioge.

Groat, L.; Wang, D. (2002). **Architectural research methods**. New York: John Wiley & Sons.

IPHAN. (2004). **Cartas Patrimoniais**. Rio de Janeiro: IPHAN.

Kuhn, T.(2009) . **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 9 ed. São Paulo: Perspectiva.

Leal, C. F. B, (org.). (2008). **As missões da Unesco no Brasil: Michel Parent**. Rio de Janeiro: IPHAN: COPEDOC.

Lefebvre, H. (2008). **Espaço e política**. Belo Horizonte: Editora UFMG.

Lefebvre, H. (2000). **La production de l'espace**. 4 ed. Paris: Anthropos.

Lefebvre, H. (1991) O Direito à Cidade. São Paulo: Editora Moraes Ltda.

Lima, A. V. (1972). **Rapport et propositions pour la conservation, récupération et expansion de São Luís/Maranhão**. São Luis, mimeo.

Parent, M. P. (1967) **Protection et mise en valeur du patrimoine culturel brésilien dans le cadre du développement touristique et économique**. São Luís., mimeo.

Pereira, L. V. (2004). **A Leitura da imagem de uma área urbana como preparação para o planejamento/ação de sua reabilitação**. 4 ed. Lisboa: ICT; INCGURPLAM.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LUÍS (1977). **Plano Diretor de São Luís**. São Luís: SIOGE.

Souza, M. L. (2016). **Os Conceitos Fundamentais da Pesquisa Sócio- espacial**. Rio de Janeiro, Bertrand.

Tomaz, P. C. (2010). **A preservação do patrimônio cultural e sua trajetória no Brasil**. Fênix (UFU. Online), v. 07, p. 02.

Villaça, F. (1998) **Espaço intra-urbano do Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute.

Wall, M.(2004). **A invenção do Centro Histórico de São Luís**. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DA CIDADE E DO URBANISMO, 8., 2004, Niterói, **Anais...** Niterói: ANPUR, 2004.

Wall, M.. 2011**Urbanização Dispersa em São Luís: tensão entre expansão e centro**. 285 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

OS MODOS DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS VALORES DO TURISMO HISTÓRICO E CULTURAL: UM ESTUDO DA ESTRUTURA DE GESTÃO DA SALVAGUARDA EM MOSSORÓ, RN, BRASIL

F.C.B. Queiroz, C. de França Neto, M.M. de Sousa, A. M. de Sousa Junior, A. L. Ferreira

RESUMO

Os recursos histórico-culturais no Brasil, materiais e imateriais, são atrativos turísticos. Sofrem, no entanto, com o abandono, a desenfreada expansão urbana e um planejamento urbano ineficiente, contrapondo-se ao ODS 11, que enfatiza a preservação do patrimônio cultural. Na esfera municipal, as políticas de salvaguarda enfrentam desafios como a falta de capacidade técnica dos agentes públicos e deficiências legislativas. Este artigo analisa a aplicação desses princípios no acautelamento do legado histórico edificado de Mossoró, destacando seu rico patrimônio histórico-cultural de interesse para o turismo. Realizou-se pesquisa documental em acervos públicos além da observação e levantamento in loco. Foram identificados descompassos legislativos que resultam na negligência para com esses patrimônios. As normas locais estão desatualizadas, evidenciando a necessidade de uma revisão institucional e de gestão para salvaguardar esses recursos essenciais.

1 INTRODUÇÃO

O turismo é uma das atividades que na atualidade visa contribuir com o desenvolvimento econômico de determinadas localidades. Todavia, o uso deste setor não deve ser o fim das políticas públicas, em especial quando se trata da proteção do patrimônio histórico-cultural. Desse modo, o turismo deveria ser visualizado como uma consequência das ações que buscam preservar a memória da comunidade. Apesar deste entendimento, Erivania Azevedo Lopis (2017, p.11) comenta que essas condições são notadas ainda hoje nas políticas implementadas com o fito da salvaguarda, que em muitos casos visam a preservação em "atendimento às reivindicações do turismo e não para perpetuar a memória. São criados cenários exóticos que, em muitas ocasiões, chegam à artificialidade, culminando em um preservacionismo cultural de conveniência".

A abordagem sobre essas questões deve obedecer a direcionamentos que mitiguem tais problemáticas. Os Princípios de La Valletta (2011) alertam sobre a vulnerabilidade das áreas de preservação ao turismo, que pode comprometer sua autenticidade e valor patrimonial. Sugere-se que novas atividades sejam implementadas com cautela e monitoramento para prevenir impactos negativos. Tal normativa elenca novas ferramentas e etapas de análise para guiar ações em áreas históricas, incluindo análise de contexto, estudos em diferentes escalas, inventário de componentes e impactos, história das cidades e documentação rigorosa. A participação social é considerada indispensável, estabelecendo diálogo com moradores e interessados, respeitando os residentes dessas áreas. Os Princípios também introduzem abordagens contemporâneas, como a conservação ambiental, fornecendo

diretrizes mais específicas do que as recomendações anteriores e estabelecendo uma nova abordagem conceitual para a preservação do patrimônio.

Um dos elementos contemporâneos para fortalecer as discussões acerca do patrimônio cultural e natural mundial trata-se da Agenda 2030. Estabelecida na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito (Equador), em 2016, tem como finalidade tornar as cidades e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Para que isso ocorra, um dos seus objetivos – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 – estabelece a necessidade de se proteger e salvaguardar o patrimônio natural e cultural do Brasil, o que inclui seu patrimônio material e imaterial. Tal assertiva indica a necessidade de se desenvolver não somente ações práticas, mas também observar se os arcabouços legais dialogam com as premissas estabelecidas por essa ODS, seja no âmbito federal, estadual ou municipal.

Este trabalho, que parte da análise documental disponível no acervo público do Município de Mossoró, tem por objetivo discutir as inconsistências da legislação de salvaguarda no acautelamento do legado histórico edificado de Mossoró, contribuindo para debate a respeito do desenvolvimento sustentável dos valores do turismo histórico-cultural. Baseia-se na pesquisa documental e bibliográfica, tendo como aparato teórico trabalhos já desenvolvidos sobre o tema, enquanto os recursos empíricos foram construídos com base na observação *in loco* e na busca de informações nos bancos de dados da Câmara de Vereadores, da Prefeitura Municipal de Mossoró, na Biblioteca do Instituto Federal de Ensino Superior do Rio Grande do Norte, no acervo do Museu Lauro da Escócia, ainda foram imprescindíveis as informações coletadas pelo Grupo de Pesquisa História da Cidade, do Território e do Urbanismo – HCURB - UFRN e do Núcleo de Pesquisa e Extensão Acesso à Terra Urbanizada – UFERSA. Adicionalmente foram realizadas observações espaciais para a identificação dos bens edificados que representam o acervo histórico-cultural da área de estudo, para isso foram realizadas caminhadas e realizados registros fotográficos das edificações, que por sua vez, foram cruzadas com outras fontes documentais para construir uma visão do percurso histórico do dado bem. As referidas observações foram realizadas de forma continuada entre os meses janeiro de 2023 e março de 2024.

Desse modo, inicialmente, faz-se uma abordagem histórica das construções de Mossoró, pontuando os principais edifícios que guardam a memória dos momentos cruciais da cidade, em especial o desenvolvimento econômico, político, cultural e religioso. Posteriormente, apresenta-se os instrumentos do município que versam sobre o patrimônio e sua proteção. Neste tópico, evidencia-se as incoerências existentes nas normas, em especial na falta de perspectiva futura, demonstrando que as leis não protegem, verdadeiramente os bens de interesse histórico-cultural.

2 DA HISTÓRIA EDIFICADA DE MOSSORÓ

Em 1881, Mossoró passou por um processo de modernização que envolveu a demolição de quarteirões para melhorar a imagem da cidade, resultando na perda de várias construções históricas e fragilização da identidade cultural. A chegada da iluminação pública em 1916, inicialmente restrita aos mais ricos, marcou pequenos passos na urbanização da cidade, que ainda mantinha fortes raízes rurais e tradicionais (Oliveira, 2022). Em 1927, Mossoró ganhou destaque nacional ao resistir à invasão do bando de cangaceiros de Lampião, evento que se tornou um símbolo da identidade local e é lembrado através do Memorial da Resistência e da Igreja de São Vicente, que ainda preserva marcas do confronto. Mais tarde

esse acontecimento ganha inclusive, um memorial na principal avenida da cidade (Avenida Rio Branco), de forma a enunciar e contar toda a história do fatídico dia (Silva, 2023). O Memorial da Resistência de Mossoró, está localizado próximo a área de embate. Falcão (2011) define que o embate ocorreu majoritariamente onde compreende hoje a rua Alfredo Fernandes, imediatamente atrás da igreja de São Vicente.

Palco do acontecimento e patrimônio histórico preservado, a igreja de São Vicente, localizada na Avenida Alberto Maranhão, construída por retirantes, foi inaugurada em 20 de julho de 1915, foi utilizada como uma trincheira pelos policiais e cidadãos de Mossoró. A igreja é um lembrete do combate presente no cotidiano da cidade, por ainda se ter as marcas das balas advindas do confronto entre os cangaceiros e mossoroenses. Falcão (2011, p. 80) relata que a igreja passa a ser um espaço de comemoração onde "a memória do ataque passa a ser a memória da resistência".

O acontecido entre os mossoroenses e o bando de Lampião, é sem dúvida um dos acontecimentos mais purgantes na história da cidade, rememorado em monumentos, peças teatrais e tantas outras manifestações. Mas o patrimônio edificado remanescente não se limita a isso, outras associações podem ser feitas, como a exemplo dos ciclos econômicos e das personalidades. Outro edifício histórico da cidade é o Mercado Público Central, situado na praça Rodolfo Fernandes, palco de trocas comerciais, atividade importante nos momentos iniciais da cidade.

O Museu Histórico Lauro da Escóssia, antigo prédio da cadeia pública transformado em museu em 1982, é outro marco histórico de Mossoró, que preserva a história local, incluindo a resistência ao bando de Lampião e a abolição da escravatura antes da Lei Áurea.

A Catedral de Santa Luzia, datada de 1772, também é um ponto central da memória coletiva de Mossoró, associada a eventos religiosos e sociais desde os primeiros dias da cidade (Costa, 2007). O Cine Pax, inaugurado em 1942, e o Grande Hotel, o primeiro cinema da cidade, são lembrados pela sua contribuição cultural, embora o Grande Hotel tenha sido demolido e reconstruído com alterações (Odemirton Filho, 2020).

O Cine Pax, situado na rua Coronel Gurgel, inaugurado em 1942, foi um dos maiores locais de exibição de filmes e teatro do RN. Assim, os shows apresentados no local eram noticiados no jornal Diário de Natal. Observa-se que o cinema conquistou um local de destaque na cidade, mesmo sendo uma cidade pequena. Além disso, o cinema localizado no centro da cidade, hoje é utilizado como uma loja de roupas. O Cine Pax teve tanta visibilidade dentro da cidade que é uma das memórias mais vivas do povo mossoroense. Costa (2007, p. 165), em uma das entrevistas pontua que "o projeto (do Cine Pax) é muito bonito, pouca gente conhece essa história, mas ainda hoje é um prédio que chama a atenção e antes era um cineteatro, então um palco que seria para tudo isso. Infelizmente não tiveram essa visão aqui."

Ademais, sabe-se que o Grande Hotel além de servir para abrigar indivíduos viajantes e oferecer lazer, também funcionava como cinema, como teatro e, ao passar dos anos, também foi utilizado como um local de encontro políticos (O Grande, 2014). No entanto, o prédio foi demolido em 1954 e reconstruído pouco tempo depois. A construção do novo prédio seguiu a mesma arquitetura do Grande Hotel, sendo a nova edificação extremamente semelhante à anterior. Logo após, o prédio foi vendido para o Banco do Nordeste e esse achou por bem demolir a estrutura e construir uma outra no local, porém agora sem seguir

mais com a arquitetura do prédio original. Atualmente, o prédio que está localizado no terreno do Grande Hotel é utilizado como um comércio de peças de roupas. A loja denominada de “Mercadão das malhas” está localizada no centro da cidade, na R. Bezerra Mendes em frente a praça do Mercado Central.

Outro exemplo é a casa de Antônio Florêncio de Almeida, construída em 1930 na Avenida Alberto Maranhão, e que era utilizada pelo industrial para dar luxuosos bailes na época. Depois disso, de acordo com Silva (2023), a residência passou a pertencer ao prefeito Antônio Rodrigues que também proporcionava festas e banquetes para a sociedade mossoroense, prática comum naquele período. Além disso, foi o primeiro prédio a ser construído com concreto armado, iniciando uma era de construções modernas no município. Atualmente, nela funciona a Secretaria Municipal da Fazenda e permanece com a estrutura externa original e a interna com traços da construção original, isso porque foram necessárias algumas reformas para que o órgão público conseguisse se adaptar no local, mas todas as modificações foram feitas priorizando manter o patrimônio intacto (Silva, 2023).

Inclui-se nesse rol a Biblioteca Municipal Ney Pontes, que passou por várias transformações ao longo do tempo. Mossoró, apesar de muitas perdas patrimoniais, ainda preserva edificações significativas que testemunham sua evolução de um pequeno povoado a uma cidade importante, com um legado cultural atrelado às memórias e vivências de seus habitantes. A Figura 1 ilustra alguns dos prédios citados.



Fig. 1 Edificações ícones do patrimônio histórico-cultural de Mossoró. Fonte: Acervo dos autores (2023)

A partir da análise de leis que versam sobre o reconhecimento histórico de bens no Município de Mossoró, ao todo foram identificados 104 bens de valor histórico-cultural em Mossoró (Figura 2), incluindo-se edificações de caráter público, privado, comercial e residencial, bem como praças e outros elementos, como a ponte Jerônimo Rosado, importante elemento da conformação urbana e da expansão da cidade.

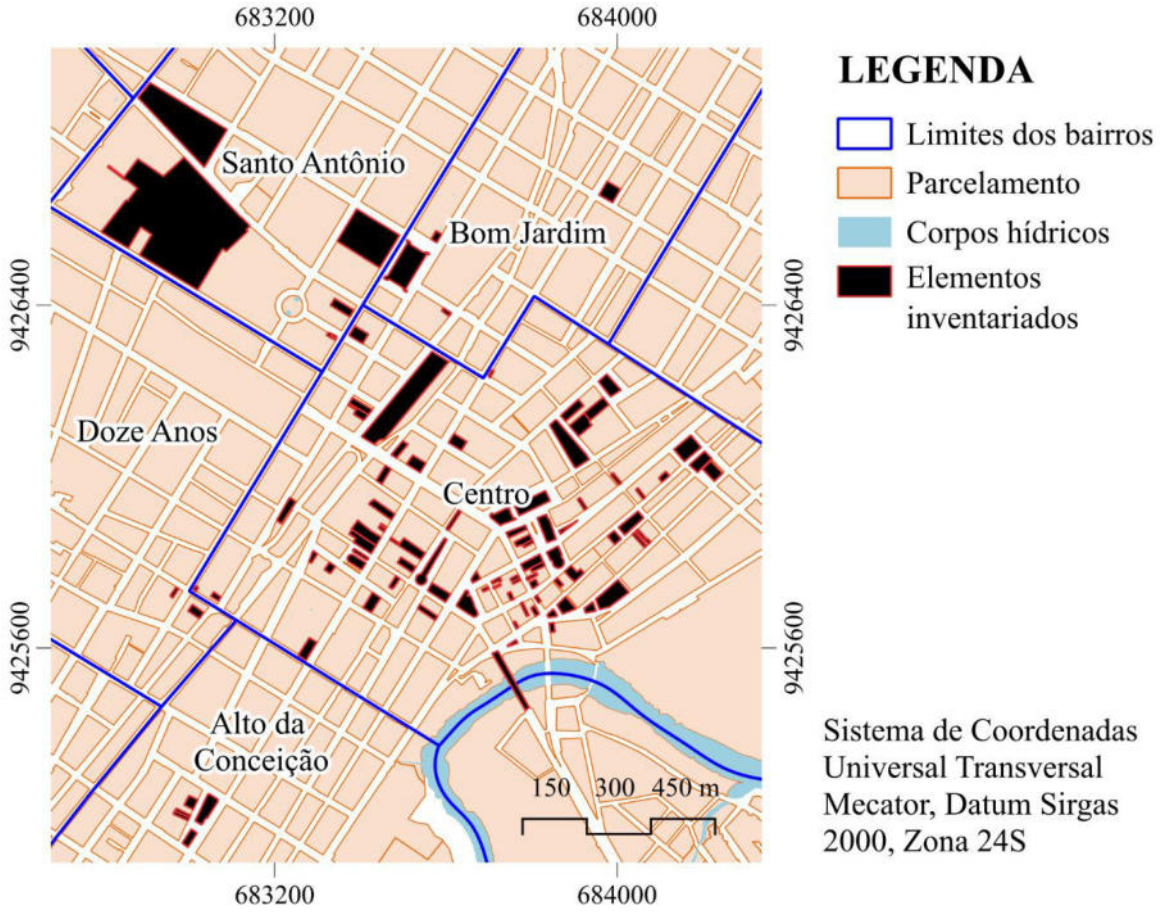


Fig. 2 Edificações, praças e elementos inventariados. Fonte: Elaboração própria a partir das bases cartográficas: IBGE (2024); ESRI (2024); ANA (2024).

É notório que embora muito do patrimônio histórico-cultural tenha se perdido ao longo da construção da cidade, ainda restam patrimônios importantes que contam a história de uma elevação de um pequeno povoado a uma cidade de forma sábia. Esse patrimônio, formatado no tecido urbano de forma rarefeita, está atrelado há como os indivíduos imaginam um determinado prédio existente apenas nas lembranças. Assim, a lembrança passa a ser vinculada a experiência vivida e ao apego que gerou a apropriação de um local geográfico. E essas lembranças fazem com que a estrutura ganhe um significado fora da dimensão física, e que por esse motivo, necessita de instrumentos de acautelamento e cuidado.

3 DA INSTRUMENTALIZAÇÃO DA SALVAGUARDA DO PATRIMÔNIO CULTURAL EM MOSSORÓ/RN

O primeiro Plano Diretor de Mossoró, promulgado em 1964 pela Lei nº 40, delineou diretrizes básicas para o desenvolvimento da cidade, porém não incluiu medidas para preservar o patrimônio cultural existente. Isso resultou em uma falta de orientação sobre a salvaguarda desse patrimônio, deixando-o vulnerável ao desaparecimento.

A Lei de nº 01 de 1975, considerada a primeira a se preocupar com o bem histórico, e entendida como o segundo Plano Diretor da cidade, dispõe sobre o código de urbanismo e obras do munícipio de Mossoró. Apesar de mencionar como uma das disposições gerais possibilitar a preservação de edificações de valor histórico e/ou cultural, não apresenta outra menção a esse assunto em todo o seu corpo, não estipula diretrizes nem tampouco elenca uma legislação auxiliar para salvaguardar seus valores culturais.

Outra definição importante dada pela Lei nº 01/75 é a criação de 10 zonas: Zona Comercial Principal – ZCP; Zona Comercial Secundária – ZCS; Zona Mista – ZM; Zona Residencial – ZR1; Zona Residencial – ZR2; Zona Especial – Aeroporto – ZE1; Zona Especial – Ribeirinha – ZE2; Zona de Proteção Paisagística – ZPP, Zona de Ensino Superior – ZU e Zona Industrial – ZI. Ainda estabelece o tipo de construção adequada ou não para cada uma delas, como também a taxa de ocupação permitida. As prescrições de zoneamento em Mossoró delineiam claramente os usos e ocupações, especialmente na Zona Comercial Secundária (ZCS), concentrada nos núcleos originais dos bairros, ricos em patrimônio histórico. A mudança resultou na adaptação ou demolição de edifícios para novas construções comerciais, impactando os padrões sociais e econômicos. O segundo Plano Diretor não contempla a proteção do patrimônio histórico, priorizando a modernização e a modificação de áreas de interesse cultural.

O Decreto nº 345 de 1983, por sua vez, estabeleceu o Corredor Cultural e o Conselho de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural de Mossoró. Focando na celebração do centenário da abolição da escravatura, delineou ações como a criação de uma comissão para organizar as festividades e definir a área de celebração. Essas iniciativas resultaram nas festividades em torno da linha férrea, ainda presentes. A comissão tinha o papel de organizar o centenário, acompanhar obras e manifestações na área, zelar pela manutenção e elaborar o calendário cultural.

Esse decreto trouxe consigo um passo importante para a consolidação da interpretação da salvaguarda no contexto municipal. É a primeira vez que se cria um Conselho Municipal de Proteção ao Patrimônio Histórico de Mossoró – CMPPHM, encarregado de propor medidas para proteger áreas urbanas e bens arquitetônicos, incluindo o tombamento. O decreto permitiu convênios com outras entidades e previu isenção tributária para imóveis sob preservação, após reconhecimento pelo CMPPHM. A Lei nº 148/83, fruto do decreto citado, estabeleceu a Zona Especial do Corredor Cultural, abrangendo parte da Avenida Rio Branco, com foco na preservação ambiental, reconstituição e renovação urbana, exigindo a manutenção das características das fachadas e telhados dos prédios, inclusive elementos artísticos e arquitetônicos. Mudanças de uso ou obras internas só podiam ocorrer com aprovação da comissão consultiva da área. Terrenos não edificados deveriam seguir as prescrições do Plano Básico da zona especial. Reconstruções dos prédios eram permitidas, desde que mantivessem as características originais das fachadas e volumetria, o que possibilitou a criação de edificações com falsos históricos.

Já nos casos de reconstituição era permitida a "recuperação dos elementos arquitetônicos, artísticos e decorativos que anteriormente compunham o conjunto de fachadas e coberturas dos prédios existentes" (Mossoró, Lei 148/83, artigo 4º, 1983b) e que os projetos que visassem a execução dessas ações deveriam ser previamente aprovados pela comissão. Na situação de renovação urbana toda nova edificação erguida deveria obedecer às prescrições existentes no Plano Básico do Corredor Cultural (documento não encontrado nas pesquisas),

e que ainda deveria integrar o conjunto arquitetônico a qual pertence, sujeitando-se rigorosamente às alturas, quadros e critérios.

É possível notar que a Lei 148/83 e o Decreto 345/83, juntos, prescreveram consideráveis recomendações para a salvaguarda do bem histórico, no entanto, permitiu a construção de edificações que "imitassem" períodos e estilos passados. Ao confrontarmos as informações existentes na Lei nº 148/83 com o levantamento das edificações realizadas é possível observar a perda de edifícios importantes da história de Mossoró, demonstrando a clara ineficiência da execução do instrumento. Outras legislações que versaram sobre os bens de valor histórico e cultural de Mossoró foram publicadas e, em sua maioria, reconheciam ou elencavam elementos que deveriam compor seu repertório, mas sem postularem nenhum direcionamento específico para seu acautelamento.

A Lei Complementar nº 012, de 2006, substituiu o antigo Plano Diretor de 1975 por um novo, ainda em vigor. Embora contenha definições importantes sobre o tratamento do patrimônio histórico, a legislação não oferece recomendações detalhadas para a sua salvaguarda, apresentando incoerências e poucas definições práticas. Já a Lei Complementar nº 47, de 2010, atualmente em vigor, regula construções e reformas em Mossoró, não apresentando também definições objetivas acerca da proteção do bem histórico edificado.

Em 17 de junho de 2011 é promulgada a Lei nº 2749 que estabelece pela primeira vez o procedimento para tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico existente no território de Mossoró (Mossoró, 2011). A legislação em questão mostra deficiências na proteção de elementos imateriais do patrimônio cultural de Mossoró, deixando vulneráveis eventos históricos, manifestações culturais e saberes importantes para a cidade. O processo de tombamento, seja voluntário ou compulsório, é detalhado, estipulando isenções de IPTU para imóveis tombados e exigindo aprovação prévia para qualquer modificação, com fiscalização pela prefeitura e avaliação pela CPHACP. No entanto, há lacunas que permitem interpretações prejudiciais, como a ruína sendo vista como permissão para destruição. A lei também dá preferência à prefeitura na compra de bens históricos e permite a revogação do tombamento em certos casos. No entanto, apesar das intenções da legislação, a pesquisa documental não identificou nenhum tombamento durante o período analisado, mostrando uma limitada efetividade na prática.

Posteriormente a Lei nº 3.917 de 15 de dezembro de 2021, vigente atualmente, reestabeleceu os as diretrizes para o tombamento dos bens de valor histórico e cultural, revogando a Lei nº 2.749 de 17 de junho de 2011. Em análise preliminar, a nova lei pouco inova ou avança na implementação de direcionamentos para a proteção dos bens históricos culturais. Outras legislações foram dadas sobre esse tema.

As legislações em Mossoró revelam uma preocupação crescente com a preservação dos bens históricos, especialmente após 2011, quando o tombamento foi normatizado, embora de forma limitada ao bem material. Antes disso, a Lei nº 148/83 foi relevante, mas restrita a uma área específica da cidade, permitindo a construção de imitações de edifícios antigos. A política de salvaguarda começou institucionalmente após 2010, deixando o patrimônio histórico vulnerável por grande parte de sua existência. Embora Mossoró tenha um rico patrimônio imaterial, o patrimônio edificado está em estado precário e requer atenção urgente por meio de normativas atuais.

4 DA GESTÃO E DOS INSTRUMENTOS LEGAIS VIGENTES VOLTADAS PARA AS QUESTÕES DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO

A administração pública de Mossoró inclui 22 secretarias e órgãos com funções semelhantes às de secretarias, algumas das quais supervisionam os bens históricos, como a Secretaria Municipal de Cultura (SMC), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Serviços Urbanos (SMURB) e a Secretaria Municipal de Administração (SMAD). A preservação do patrimônio é focada principalmente no tombamento, liderado pela SEMAD com apoio técnico da SMC e SMURB. No entanto, o organograma dessas instâncias mostra uma falta de cargos dedicados ao patrimônio histórico na SEMURB e SEMAD, ao contrário da SMC, que possui uma estrutura específica. A ausência de ações de salvaguarda nos meios de comunicação oficial destaca os desafios na implementação de medidas de proteção, com as iniciativas nesse sentido sendo principalmente conduzidas pela SEMAD.

Ao analisarmos a estrutura legislativa vigente que impacta sobre os bens de valores histórico-culturais ou que deveriam prescrever direcionamentos para o norteamento de ações sobre esse tema, podemos elencar quatro principais: a Lei Orgânica – LOM; o Plano Diretor Municipal – PDM (instituído pela Lei Complementar nº 12/2006); o Código de Obras, Posturas e Edificações do Município – COPEM (instituído por meio da Lei Complementar nº 47/2010); e a Lei de Tombamento – LT (instituída pela Lei nº 3.917/2021).

A redação sobre as questões do patrimônio histórico e cultural na LOM se deu por meio da emenda 04/2016, que definiu a política cultural do município. O art. 179 define o patrimônio cultural do município como "material e imaterial tomados, individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade mossoroense" (Mossoró, LOM, 2022).

Apesar de abranger diversas formas de expressão cultural, o dispositivo é frágil na delimitação das questões históricas. Ao passo em que estabelece os elementos da conformação urbana como dotados de valoração históricas, as edificações limitam-se as manifestações artísticos-culturais. A LOM também dota o Município do poder de promover ações de proteção e salvaguarda, que, em colaboração com demais setores da sociedade "promoverá e protegerá o patrimônio cultural do Município, por meio de inventário, registro, vigilância, tombamento, desapropriação e de outras formas de *cautelamento [sicl]* e preservação" (Mossoró, LOM, 2022). Outras duas prescrições estabelecidas pela normativa são que os imóveis tombados devem ser isentos de Imposto Territorial Urbano – IPTU e que o Poder Público deve punir os danos e ameaças caudados ao patrimônio enquadrado como de relevante interesse.

Dessa análise, se percebe que a estrutura de gestão das questões referentes prevê instrumentos pertinentes para o reconhecimento e aplicação da salvaguarda dos bens de valor histórico e cultural, a exemplo dos inventários, do registro, vigilância, tombamento, entre outros. Os instrumentos que aplicam tal política cultural prevista pela LOM, quase em sua totalidade, se detêm apenas ao tombamento. No entanto, esse não é e nem deve ser o único meio de salvaguardar.

O Plano Diretor Municipal de Mossoró, elaborado em atendimento ao Estatuto das Cidades, passou por uma revisão iniciada em 2005 e promulgada pela Lei Complementar nº 012/2006. No entanto, essa revisão revelou uma abordagem genérica e insuficiente em relação ao patrimônio histórico-cultural. Embora cite diretrizes e princípios relacionados ao tema, não especifica ações precisas para a preservação dos valores históricos durante transformações

urbanas. Além disso, não aborda a necessidade de educação patrimonial para consciencializar a população sobre a importância da preservação. O plano menciona o tombamento como único instrumento de preservação, evidenciando a falta de ferramentas adequadas de salvaguarda.

No que diz respeito aos instrumentos que incidem sobre o patrimônio, apenas cinco foram identificados: o tombamento, o direito de preempção, as operações urbanas consorciadas, a transferência do direito de construir e o estudo de impacto de vizinhança. Dos cinco, apenas um incide diretamente sobre sua valoração e se estabelece como o único mecanismo de salvaguarda (o tombamento).

Ao observamos a instauração de processos de tombamento, vemos que em quase duas décadas de vigência do Plano Diretor, um único tombamento foi realizado (tombamento da ponte metálica da linha férrea, por meio da Lei nº 1.508 de 2021, ou seja, a aplicação desse instrumento antecede até mesmo a consecução do PDM). Com relação a esse instrumento, o PDM o define "visando à preservação de bens culturais, históricos, arquitetônicos e locais de ruínas e cavernas, bem como o seu entorno num raio de 100,00 m" (Mossoró, 2006), ou seja, estabelece o tombamento do bem e do seu entorno. Esse parâmetro é limitante e não adequado à realidade do patrimônio de Mossoró. Como vimos, Mossoró não possui mais um conjunto edificado, e, sim, exemplares salteados, ou seja, o tombamento do entorno é restrito a casos de patrimônios associados. Se torna pertinente pensar um Plano Diretor que incorpore tais particularidades.

Outro ponto importante a se destacar no Plano Diretor é a delimitação do macrozoneamento do município. Entre as zonas está a Área Especial de Interesse Histórico-Cultural (AEIHC), compreendida como parte do território que por seu valor histórico, cultural e arquitetônico, se sujeita às ações de conservação e preservação dos bens edificados existentes (Mossoró, 2006). Essa delimitação é extremamente importante uma vez que define a parcela da cidade que recebe maior atenção com relação as ações de salvaguarda. Veremos no tópico que sucede as contradições e problemáticas relacionadas a delimitação proposta pelo PDM.

Seguindo a análise da instrumentalização vigente, quando observamos o Código de Obras, Posturas e Edificações do Município - COPEM, instituído por meio da Lei Complementar nº 47, de 16 de dezembro de 2010, pode-se identificar que as abordagens sobre as questões do patrimônio histórico, assim como no PDM, são insuficientes.

É possível observar que o COPEM parcamente dialoga com as definições postas sobre o patrimônio histórico pelo Plano Diretor, tampouco apresenta novos pontos sobre o tema. Nos únicos três momentos em que se refere ao patrimônio histórico, versa somente sobre a não isenção de licenciamento urbano para obras a serem feitas em imóveis tombados, a proibição de fixação de propagandas que prejudiquem os aspectos paisagísticos, naturais, monumentos típicos, históricos e tradicionais, e por último, estabelece as penalidades para atividades que atentem contra unidades ou conjuntos arquitetônicos ou históricos que façam parte do patrimônio histórico da cidade (Mossoró, 2010).

O Código de Obras, Posturas e Edificações de Mossoró é a única legislação municipal que regulamenta reformas ou construções novas, mas carece de definições claras sobre como lidar com ações que afetam bens de valor histórico. Não há uma articulação entre as unidades da administração, como a secretaria responsável pela cultura, limitando o processo às normativas do desenvolvimento urbano. Isso contrasta com abordagens multidisciplinares discutidas em estudos anteriores sobre o patrimônio histórico.

A Lei nº 3917/2021, conhecida como Lei do Tombo em Mossoró, estabelece diretrizes para o tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico do município. Apesar de não estar alinhada com o Plano Diretor e o Código de Obras, a lei define critérios importantes para a salvaguarda do patrimônio cultural. Sua implementação resultou em ações efetivas, incluindo a notificação e tombamento de 20 edificações de valor histórico, demonstrando um avanço em comparação com a legislação anterior.

O processo de notificação de tombamento possui limitações significativas que não impedem efetivamente o desaparecimento do bem, já que a notificação em si não constitui um ato de tombamento. Além disso, a falta de estabelecimento de um tombamento provisório fragiliza o processo, deixando-o sujeito à vontade do proprietário. A análise espacial das notificações de tombamento revela uma contradição com as prescrições do Plano Diretor Municipal, especialmente em relação à delimitação da Área Especial de Interesse Histórico-cultural (AEIHC), onde apenas dois edifícios notificados estão inseridos. Essa contradição reflete a falta de harmonia entre as legislações e os conceitos da política de salvaguarda, que muitas vezes prioriza o desenvolvimento urbano em detrimento da preservação cultural. A AEIHC, criada principalmente como um atrativo turístico, não dialoga adequadamente com o patrimônio histórico edificado da cidade.

5 DAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Turismo e patrimônio é uma relação as vezes conflituosa, ocorrendo o risco de sobreposição danosa de interesses. No caso estudado, Mossoró, percebemos que a cidade cedeu ao modo de desenvolvimento com rompimento do seu legado histórico e adoção de valores econômicos mercadológicos. As normativas existentes, por sua vez, não são responsáveis pelas ações concretas que incidem na dimensão material ou material, mas elas formatam com que intensidade ou quais limites são admitidos. O modelo de gestão é descrito por elas. Ao nos referenciamos nos modelos já discutidos na pesquisa é necessária uma preocupação da preservação do patrimônio como uma pauta diversa e que considere as mais diversas questões a essa relacionada.

Urge então a necessidade de incorporar novos horizontes e adequar estruturalmente os conceitos e entendimentos a respeito da gestão enquanto o ponto balizador das ações. Tal entendimento deve partir da compreensão do recurso histórico disponível e suas características fundamentais, sendo imprescindível que a gestão considere os processos socais, espaciais, históricos e urbanos associados. Destarte, as ações desprendidas devem levar em conta a dimensão imaterial como o agente promotor da preservação da materialidade, sendo esta relação indissociável o primeiro balizador da gestão dos bens edificados de Mossoró. A preservação compreende, necessariamente, os remanescentes materiais, a linguagem e o testemunho dos fatos que formam a memória coletiva e os sentimentos de bravura do povo mossoroense. Somente essa abordagem tampouco amplia a efetividade das ações de proteção. É necessário assim estabelecer, ao menos, quais os processos devem ser observados, elencando-se as etapas as quais devem ser realizadas constantemente para execução da sua gestão.

Deve-se, por fim, romper com a ideia de que a gestão está limitada ao reconhecimento institucionalizado e não como deve ser: um processo contínuo e retroalimentado, em que as ações de reconhecimento (que por sua vez não deve ser limitada ao tombamento) alimentem um processo de educação patrimonial, inserindo nas ferramentas da educação básica do município assuntos e temas que versem sobre a história local.

6 REFERÊNCIAS

Costa, A. V. F. (2007) **Lugares do passado ou espaços do presente?**: memória, identidade e valores na representação social do patrimônio edificado em Mossoró-RN. Recife: o autor.

Falcão, M. L. (2011) **Uma morte muito aperreada:** memória e esquecimento nas narrativas sobre um cangaceiro de lampião em Mossoró. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará.

Lopis, E. A. (2017) Patrimônio histórico cultural: preservar ou transformar? Uma questão conflituosa. **Mosaico**. 8(12), 9–23.

Mossoró (1996) **Lei Orgânica do Município de Mossoró**, 1 de janeiro. Câmara dos Vereadores

Mossoró (2018) **Considera como patrimônio cultural imaterial do Município de Mossoró o "Pingo da mei dia".** Lei n.º 3232/2018. Câmara Municipal de Mosssoró.

Mossoró (2006) **Declara integrante do patrimônio histórico e cultural do município o espetáculo "Auto da Liberdade", e dá outras providências**. Lei nº 2195/2006. Diário Oficial do Município de Mossoró, Gabinete da prefeita.

Mossoró (2018) **Institui o marco zero de Mossoró, e dá outras providências**. Mossoró, Lei nº 3653/2018. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete da prefeita.

Mossoró (1975) **Dispõe sobre o código de urbanismo e obras do Município de Mossoró e dá outras providências**. Lei nº 01/1975. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete da prefeitura.

Mossoró (1975) **Dispõe sobre o plano diretor de organização do espaço urbano do Município de Mossoró** e dá outras providências. Lei nº 02/1975. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete da prefeitura.

Mossoró (1983) **Dispõe sobre o Projeto Corredor Cultural**, **disciplinamento do Conselho Municipal de Proteção do Patrimônio Histórico e Cultural e Mossoró e dá outras providências**. Decreto nº 345/1983. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete da prefeitura.

Mossoró (2011) **Dispõe sobre o tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico, localizado no território do município de Mossoró**. Lei nº 2749/2011. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete da prefeitura.

Mossoró (1983) **Cria a zona especial do corredor cultural, de preservação paisagística e ambiental do centro da cidade de Mossoró e dá outras providências**. Lei nº 148/1983. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete do prefeito.

Mossoró (2006) **Declara integrante do patrimônio histórico e cultural do município o espetáculo "Chuva de Bala no País de Mossoró", e dá outras providências**. Lei nº 2194/2006. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete do prefeito.

Mossoró (2015) **Dispõe sobre o reconhecimento do Oratório de Santa Luzia como Patrimônio Cultural de Mossoró e dá outras providências**. Lei nº 3366/2015. Diário Oficial do Município de Mossoró. Gabinete do prefeito.

Mossoró (2022) **Publicação do dia 22 de junho de 2022**, Jornal Oficial de Mossoró, ano XIV, número 672A.

Mossoró (1963) **Fica aprovado o Primeiro Plano Diretor do Desenvolvimento do município de Mossoró para o ano de 1964, de acordo com os preceitos desta lei e dos anexos que acompanha**. Lei nº 40/1963. Diário Oficial do Município de Mossoró. Prefeitura Municipal de Mossoró.

Mossoró (1983) **Dispõe sobre a criação do "pantheon abolicionista" e dá outras providências**. Decreto nº 346/1983. Diário Oficial do Município de Mossoró. Prefeitura Municipal de Mossoró.

Mossoró (2006) **Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró** e dá outras providências. Lei Complementar nº 012/2006. Diário Oficial do Município de Mossoró. Prefeitura Municipal de Mossoró

Mossoró (2010) **Dispõe sobre o Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Mossoró**. Lei Complementar nº 47/2010. Diário Oficial do Município de Mossoró. Prefeitura Municipal de Mossoró

Mossoró (2011) **Regulamenta e revisa dispositivos da Lei Complementar nº 012/2006 – Plano Diretor do Município de Mossoró e dá outras providências**. Lei Complementar nº 056/2011. Prefeitura Municipal de Mossoró.

Mossoró (2021) **Dispõe sobre o tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico localizado no município de Mossoró e dá outras providências**. Lei nº 3.917/2021. Prefeitura Municipal de Mossoró.

Odemirton Filho. (2020) O cine Pax. **Blog Carlos Santos**. https://blogcarlossantos.com.br/o-cine-pax/

O GRANDE Hotel e o Cine-Teatro Almeida Castro (2014) **Blog de telescope**, Mossoró. https://blogdetelescope.blogspot.com/2014/11/o-grande-hotel-e-o-cine-teatro-almeida.html

Oliveira, I. R. C. de. (2022) A cidade indesejada: a permanência provinciana na cidade de Mossoró (1908 - 1928). **Cadernos de História**, Natal, 23(38), 64-78.

Princípios de La Valletta (2011) **Princípios de La Valletta para a Salvaguarda e Gestão de Cidades e Conjuntos Urbanos Históricos.** Adotados na 17ª Assembleia Geral do ICOMOS.

Silva, J. J. dos S. (2023) **Inventário urbano de Mossoró e o estado de conservação do patrimônio edificado na cidade**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS CULTURAIS ENQUANTO PROCESSOS DE OCUPAÇÃO TURÍSTICA NO LITORAL NORTE DE MACEIÓ-ALAGOAS-BRASIL

A.G. Duarte, J.O.P. Ferrare

RESUMO

Bairros do litoral norte de Maceió, Alagoas, Brasil, vêm sofrendo os impactos da expansão imobiliária, para atender à demanda do público de residentes e turistas que procuram os benefícios da moradia e do lazer à beira-mar. Em 2007, o novo Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, permitiu a construção de edificações verticais de até 20 andares na localidade, contrariando princípios básicos sobre proteção urbanístico-ambiental. Detentoras de memórias que remontam à ocupação do território alagoano, essas localidades expõem fragmentos da história revelando conhecimentos e práticas culturais que se articulam e inter-relacionam-se com os espaços e contextos sociais onde ocorrem. Visando refletir sobre o tema, buscou-se identificar os pressupostos culturais e simbólicos que definiram a ocupação territorial do litoral norte da cidade, a partir de historiadores alagoanos e da revisão das fontes bibliográficas acerca do Plano Diretor de Maceió e ainda da Legislação brasileira sobre o patrimônio cultural e ambiental.

1 INTRODUÇÃO

No início do século XX, anos das décadas de 1920 a 1940, os atrativos turísticos se concentraram, mundialmente, em segmentos diferenciados: "paisagens interioranas, suas matas, seus rios, seu relevo [...] locais de natureza histórica relevante, quando se destacavam Itália, Grécia e Egito" (Veras Filho, 1991, p. 40). Corroborando com esse entendimento, Brandão[1] (2013, p. 21) em sua obra **Vade-Mecuum do turista em Alagoas,** teceu elogios a um "famoso accidente do nosso mediterrâneo", situado no Estado, comparando-o à cachoeira do Niagara: "Apesar do interesse apresentado por essas maravilhas naturaes de Alagôas, o que mais empolga o viajante neste Estado é a faustosa Cachoeira de Paulo Afonso[2]". Uma breve alusão é feita ao litoral alagoano: "apresenta quadros incomparavelmente empolgantes a que as dunas alvacentas, os coqueirais ableti nos, as barreiras avermelhadas, as emboccaduras dos rios trazem notas de grande amenidade" (Brandão, 2013, p. 18). Conquanto, nenhum comentário foi feito sobre o litoral norte de

[1] *Vade-Mecuum do turista em Alagoas* foi editado em 1937, primeira publicação sobre o tema no Estado de Alagoas, nordeste do Brasil, foi uma referência para o turismo. O autor retratou, entre outros temas, a geografia litorânea e interiorana, a história, a economia, a educação, a cultura alagoana e o seu rico patrimônio natural, material e imaterial, buscando subsidiar o desenvolvimento turístico no Estado e, também, um "guia prático" para o turista.

[2] Em 1859, o Imperador do Brasil D. Pedro II, visitou a Cachoeira de Paulo Afonso, após os relatos apresentados por Guilherme Halfeld no ano de 1856, em sua viagem de reconhecimento, quando mapeou o rio São Francisco desde Pirapora até a sua foz, no Oceano Atlântico, a pedido do monarca.

Maceió, antiga parte sul da Capitania de Pernambuco, ou ainda quanto ao patrimônio histórico e cultural da região. Veras Filho (1991), chegou a concluir que, à época, a praia só atraia a curiosidade se fosse "fortemente artificial", repleta de altos edifícios à beira-mar à semelhança de Copacabana, no Rio de Janeiro.

Evidencia-se que a relação que a população teve no passado com as belezas naturais, então estabelecidas, com raras exceções, como "meros 'anexos' do cotidiano", no dizer de Veras Filho (1991), não considerava os referenciais históricos; ou ainda o processo de conquista e expansão do território litorâneo que se deu a partir das matas de pau-brasil e dos engenhos como testemunhos sociais, econômicos e culturais que no território se sedimentaram. O presente artigo discute constatações feitas a partir de levantamento bibliográfico e pesquisa de observação direta na área em que as autoras participaram[3], quando atentaram para a necessidade do registro da manutenção e de alterações nas formas peculiares do criar, fazer e viver costumes específicos que transcendem o espaço em sua materialidade, mas que sustêm laços simbólicos e afetivos criados com o meio, configurando-se como bens culturais coletivos e que devem ser preservados. Toda a argumentação específica ao processo em foco, desenvolve-se nos dois subtópicos a seguir e nas considerações finais que pontuam resultados mais efetivos.

2 A EXPANSÃO DA PARTE SUL DA CAPITANIA DE PERNAMBUCO (ATUAL LITORAL NORTE DE ALAGOAS) - SUAS ÁGUAS E ENGENHOS

A área em estudo compreende os bairros maceioenses de Cruz das Almas, Jacarecica, Guaxuma, Garça Torta, Riacho Doce, Pescaria e Ipióca, definidos pelo Plano Diretor de Maceió como Região Administrativa (RA) – 08 (Fig. 2). Foi escolhida por se configurar como eixo de ligação contínua do litoral, onde práticas culturais oriundas do denso processo de colonização portuguesa associavam-se à paisagem exuberante pela conformação natural de sítio de coqueirais, matas de árvores frutíferas e praia.

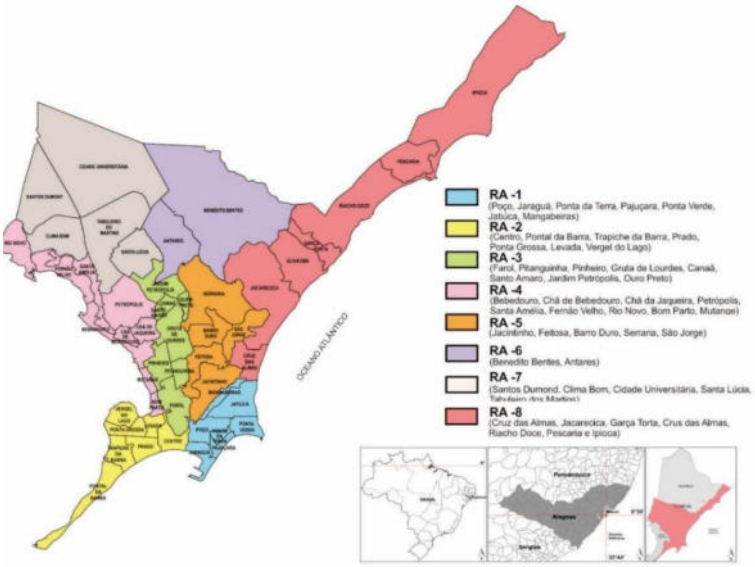


Fig. 2 Mapa de Maceió com destaque para os bairros do litoral norte da capital, Zona Administrativa (RA) - 8, segundo Plano Diretor de 2005.
Fonte: Maceió, 2006.

[3] Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) 2020-2021 (Duarte, 2021), Pesquisa de Doutorado sobre os bairros do litoral norte (Duarte, 2019) e Projeto de Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial de Alagoas, INRC-AL (Ferrare et al, 2017).

Antiga ocupação açucareira que fundamentou a formação e evolução do que viria a se tornar o território alagoano, fixando os grupamentos humanos e relações com esse plantio coligados, e que hoje vem sendo alvo de vetores da expansão do mercado imobiliário para atender à demanda do público de residentes e turistas que procuram os benefícios da moradia e do lazer à beira-mar. Não obstante, convém alertar que, embora os limites territoriais geopolíticos tenham no passado definido espaços culturais, conforme indica Lindoso (2005), a criação do espaço se materializa de fato a partir das práticas sociais ali produzidas de forma cumulativa. Todavia, ao se deslocar o homem carrega consigo tais expressões, construindo novas relações e produzindo novos espaços.

A madeira de cor vermelha encontrada com uberdade na costa alagoana[4], marcou o início da exploração em terras brasileiras nos primeiros anos, quando ainda não se sabia do ouro e metais preciosos concentrados no interior do Brasil. Além de ter sido o primeiro produto de exploração regular em terras brasileiras, também motivou a instalação dos primeiros fortins e das primeiras feitorias no litoral de Alagoas. Permitiu ainda o conhecimento da riqueza da flora e fauna da Mata Atlântica, e o trato com a terra e com a natureza, sem o qual o europeu não teria implantado o sistema colonial. O curto período como atividade comercial principal, devido à sistemática e descontrolada exploração das matas, cedeu lugar ao cultivo da cana-de-açúcar para moer nos engenhos, o que veio a se tornar um dos esteios da história alagoana, vindo a influenciar nos destinos da sociedade e do Estado (Carvalho, 2016).

Logo, a formação cultural dos primórdios, com a incorporação de práticas e costumes ao nosso cotidiano, visto o litoral norte de Maceió ter se estruturado como via de entrada de influências e trocas culturais que remonta aos tempos de povoamento com a implantação dos engenhos em áreas margeantes a cursos d'água. Tal dinâmica de ocupação do território alagoano (faixa litorânea) foi decisiva para a consolidação de práticas, sentidos e valores, vistos como inerentes aos bairros em sua materialização e que, portanto, destacam-se como importante objeto de investigação. Ainda se constata venerações da religiosidade católica e de *modus vivendi* cotidianos, tradicionais, decorrentes do processo de ocupação colonizadora da área, que são indicativos para o entendimento desse território enquanto consolidação das estratificações sócio-étnico-culturais (Fig. 3).



Fig. 3 Manifestações culturais encontradas no território em estudo: pé de moleque assado na folha de bananeira, prática indígena de cozimento, vendido em cesto na rodovia de acesso ao litoral norte; curral de peixes - técnica tradicional de pesca em Ipióca; os "doces de cajus de Ipióca" que provêm da excedência do açúcar dos engenhos à volta do rio Meirim e dos cajus das fartas matas, ainda feitos em fabriquetas nos quintais; e também o forno coletivo das boleiras em Riacho Doce, entre outros. Fonte: Ferrare et al., 2015.

Em pesquisa sobre o projeto político e religioso de colonização implantado pela Coroa Portuguesa após o "Achamento da Terra de Vera Cruz", Ferrare (2014), discorre sobre as duas diretrizes escolhidas como fomento para esse processo: a ocupação do território pelo **aproveitamento rentável da terra** e a disseminação da fé católica, ancorado em: "**povoar**

[4] Segundo Carvalho (2016, p. 33): "As florestas alagoanas, pertencentes à Capitania de Pernambuco, tinham os trechos mais ricos em pau-brasil [...]".

– defender – cultivar e catequizar" (Ferrare, 2014, p. 76). Considerando a fertilidade da terra e seu potencial dito por Caminha, em 1500: "dar-se-á nela tudo", a ocorrência do **cultivar** a terra, necessária para a geração de **renda**, por engenhos de açúcar foi marcante na formação do litoral norte de Maceió. E, ainda é notada em relações e vínculos, o quanto o modo de se fixar e cultivar a terra legou aos aspectos culturais.

A sobrepujança das águas também seria a responsável pelo avanço colonizador. De acordo com Diégues Júnior (2012, p. 44): "A colonização se fez acompanhando o curso das águas", e dessa forma, expandiu-se e sobreviveu à sombra da lavoura da cana, formando uma sociedade de base rural, que influenciou o surgimento ou desenvolvimento de vilas e povoados. O engenho de açúcar tornou-se o centro de irradiação econômica e social, estimulando a fixação de agrupamentos humanos. O avanço dos canaviais, alcançava os "sítios" onde se plantavam as culturas de subsistência, áreas agora, conurbadas nos limites urbanos das cidades. Das crenças, dos fazeres, condutas, valores estéticos e sociais, estabeleceram-se, práticas que se localizam no espaço criado pelas ações produzidas / vividas pelo homem do litoral amoldado pela cultura do açúcar.

Como fenômeno social, as relações estabelecidas, transcendem o espaço físico e a sua materialidade, mantendo, não obstante, os laços simbólicos. Rede para dormir, tabaco para mascar, a técnica da coivara para plantar, instrumentos e sistemas artesanais para caçar e pescar, saber cozer, assar com raízes e frutos da terra, são modos que persistem e revelam em seus fazeres, expressões do dinâmico processo que caracteriza os bens de caráter imaterial.

3 PRESSUPOSTOS CULTURAIS E SIMBÓLICOS NA OCUPAÇÃO DO LITORAL NORTE DE MACEIÓ

Com a colaboração da antropologia que promoveu as discussões sobre a ampliação do conceito de cultura, a ênfase antes centrada nos objetos materiais e nas técnicas deslocou-se para as relações sociais ou simbólicas, ou seja, para a diversidade dos sentidos e valores atribuídos pelos sujeitos aos bens e práticas sociais. Desse modo, também se questiona a relatividade dos processos de atribuição de valor, sobretudo quando o "peso" material e simbólico parece superar a dinâmica de atribuição de sentidos e valores. Sobre o tema, Fonseca (2000) corrobora essa concepção, chamando atenção para a complexa relação instituída aos critérios que conduziam o processo de patrimonialização:

> O valor lhes é sempre atribuído por sujeitos particulares e em função de determinados critérios e interesses historicamente condicionados. Levada às últimas conseqüências, essa perspectiva afirma a relatividade de qualquer processo de atribuição de valor – seja valor histórico, artístico, nacional etc. – a bens, e põe em questão os critérios até então adotados para a constituição de patrimônios culturais, legitimados por disciplinas como a história, a história da arte, a arqueologia, a etnografia etc. **Relativizando o critério do saber, chamava-se atenção para o papel do poder** (Fonseca, 2005, p. 12, grifo nosso).

A perspectiva histórica de Dirceu Lindoso (2005, p. 22), possibilita entender o lento processo de sedimentação social, entendido também como "referência cultural":

> São as formas históricas na determinação dos valores da cultura que nos capacitam na identificação desses sistemas e subsistemas culturais, uns mais outros menos homogêneos, resguardados por um contínuo de tradição. [...] Essas tradições se estruturam socialmente como valores e condutas, comportamentos e crenças sociais, que se elaboram por meio de uma constelação de signos e práticas, que se

> comportam socialmente num *continuum* histórico específico. Isto é: numa série ou sistema de temporalidades sociais, que comumente chamamos de cultura.

Conquanto o autor não faça uso da expressão "referências culturais", percebe-se o valor que este, atribui às práticas culturais, sobretudo, às que se realizam a partir de uma herança social, fruto de um trabalho antecedente, que se forma historicamente num *continuum* de temporalidades, em que se acumulam e se transformam sucessivamente valores, condutas, usos, costumes e fazeres. Tal como determinou o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (2006), no que tange aos princípios que deveriam conduzir à instrumentalização legal do patrimônio imaterial: manifestações com dinâmicas específicas de transmissão, atualização e transformação decorrentes da própria natureza do bem e sua continuidade histórica.

Na medida em que se estabelecem, tais práticas definem a criação de um espaço cultural, onde se situam os produtos ali feitos pela ação do homem na sociedade e por esse motivo, segundo Lindoso (2005, p. 22) "idealizado como um valor". Definidos, dessa forma, como "lugar", posto sua interação com o meio ambiente, sociabilidade e afetividade com relação às práticas culturais, observa-se que alguns desses produtos elaborados em nível material e/ou imaterial, encontram-se registrados na historiografia, permanecendo presentes ou apenas vivos no imaginário coletivo, nos atuais bairros em estudo.

É válido destacar que, com o surgimento do turismo cultural, começaram a ser reivindicadas referências à história e à cultura popular, associadas à demanda comercial de *souvenirs* turísticos. Também o turismo criativo[5] tem colaborado lançando um olhar diferenciado para com o universo da cultura popular, que ao propor estabelecer "relações horizontais com o contexto econômico, social e cultual dos lugares" (Fonseca, et al, 2018, p. 273), valoriza a localidade visitada e fortalece as práticas tradicionais. Nesse sentido, ofícios, saberes e fazeres vinculados a processos dinâmicos de transmissão, de geração a geração, podem alcançar outros sentidos, ressignificando-se.

A respeito do desenvolvimento econômico que se seguiu, séculos após, a "Estrada Norte"[6] foi de fundamental importância para o processo de formação da cidade. Rota de ligação litorânea em uma das regiões mais ricas da Capitania de Pernambuco, entre Recife e o Rio São Francisco, permitiu que "[...] o progresso abrisse tendas nesta terra querida [...]" (Gutemberg, 1908), diante da impossibilidade de construir a estrada de ferro para o norte de Maceió, por conta de percalços em decorrência da primeira grande guerra. Os benefícios foram sentidos em toda a região. Em torno da referida via, as terras foram ocupadas por sítios, formando nucleações que deram origem aos bairros desse litoral. Como consequência, seus atributos naturais mantiveram-se íntegros com sítios de coqueiros e ocupação rarefeita até a chegada dos condomínios horizontais de alto luxo, e do mercado hoteleiro e turístico que nas últimas décadas ocuparam a faixa beira-mar.

[5] O turismo criativo propõe uma troca de experiência com as comunidades visitadas, oportunidade em que se desenvolvem estratégias de desenvolvimento sustentável do território, através de sua valorização e dos aspectos intangíveis ali relacionados: "Ao mesmo tempo em que valoriza os recursos, incluindo igualmente o patrimônio imaterial, a economia criativa busca articular questões sociais, ambientais e culturais nas iniciativas de desenvolvimento local" (Fonseca et al, 2018, p. 273).

[6] A "Estrada Norte" resultou de antigos caminhos tortuosos que cortavam os bairros do litoral norte de Maceió, ainda pequenos arrabaldes. As melhorias iniciaram no ano de 1918, no governo de Fernandes Lima, sendo o primeiro trecho inaugurado em fins de 1920, com 21 km (Duarte, 2019).

O mapa abaixo apresenta os condomínios horizontais implantados até o ano de 2019, bem como os clubes recreativos que, na década de 1970, deixaram as áreas centrais da capital, passando a ocupar os sítios de coqueiros na região norte da capital. A princípio destinados às necessidades da sociedade aristocrática que almejava a diversão: "Realizar reuniões dançantes, serenatas musicais e coreográficas, jogos permitidos e outras distrações" (Lima Júnior, 1976), logo começaram a servir ao uso coletivo. Resultado da mobilização social na constituição de associações, clubes e manifestações do terceiro setor, cresceram os espaços, em sua maioria sóciorecreativos (Fig. 4).

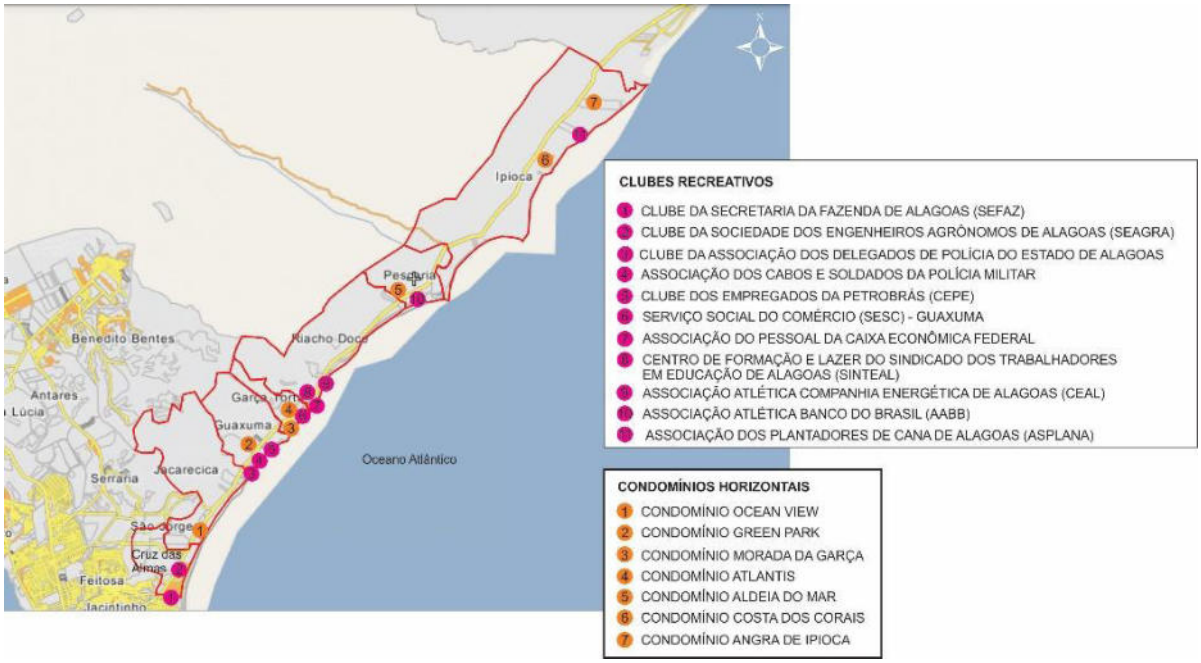


Fig. 4 Mapa com a localização dos clubes recreativos e condomínios, em 2019.
Fonte: Duarte, 2019.

Os clubes nessa orla tiveram grande difusão em Maceió até fins do século XX, quando se iniciou o processo de decadência com a evasão dos sócios e a introdução de condomínios residenciais com áreas privativas com quadras, piscinas, academias, churrasqueiras, entre outros equipamentos. Atualmente, as ofertas têm sido extensas no sentido de disponibilizar mais espaços de lazer com a comodidade do ambiente residencial.

Com a proposta de agregar à segurança, luxo e conforto para os moradores que podem desfrutar de áreas verdes e generosa área de lazer, os condomínios residências surgiram, primeiramente, instalando-se com tipologia arquitetônica horizontal, visto que a legislação ainda não permitia a verticalização. Após a liberação do **Plano Diretor de Maceió**, em 2005, vieram os "condomínios clubes", edificações residenciais verticais com até 20 pavimentos, construídos em grandes glebas vazias ou sítios de coqueiros (Lopes, 2017). Diferenciam-se no mercado imobiliário pela oferta de espaçosa e diferenciada área de lazer, em sua maioria com: salão de festa, piscina, espaços *lounge* e *gourmet*, espaço *pet*, *sport bar*, espaço mulher (com sauna, massagem, *spa* etc.), brinquedoteca, espaço *kids*, espaço *baby cross,* espaço jovem, espaço zen, *playground* e quadra poliesportiva, entre outros. O ambiente do apartamento, em si, é colocado em segundo plano como um "mero acessório ao conjunto", conforme atesta Silva (2018).
Observa-se, no discurso da mídia, que o contato que se estabeleceu com a natureza não se propõe necessariamente o acesso à praia para seu usufruto, mas apenas à contemplação da "paisagem".

Apelos criativos de campanhas publicitárias buscam despertar desejos no consumidor através de palavras que direcionam o imaginário social a ver os edifícios sob uma "[...] aura de significados que emana segurança, natureza, lazer e exclusividade" (Silva, 2018, p. 170). Sendo a cidade, o espaço extramuros, um obstáculo a ser superado e esquecido diante dos benefícios de se morar em um "paraíso" (Fig. 5).



Fig. 5 Sequência de fotos aéreas: condomínio Riviera Del Mare (no bairro de Cruz das Almas), Green Village, situado entre dois sítios de coqueirais, e o Gran Marine, com a segunda torre em construção, vendo-se ao fundo o condomínio Paradise Beach (bairro de Guaxuma).
Fonte: Ailton Cruz, 2019; Bárbara Lopes, 2018.

Sabe-se ainda que a implementação dos condomínios fechados, além de não resolver os problemas da cidade, parece potencializá-los, na medida em que estimulam o abandono dos espaços públicos e sua consequente desertificação. Negam os centros urbanos e sua realidade, simplificando e potencializando aspectos de um cotidiano ideal em ambientes simulados e "controlados" dentro da esfera privada. Até a "privacidade é mantida forçadamente, planejada antes do estabelecimento de qualquer sociabilidade" (Silva, 2018, p. 168). Potencializa-se assim, o individualismo e a exclusão, minguando a ideia de uma felicidade compartilhada, como ainda destaca Silva (2018).

A esse ponto, sente-se imperativa a necessidade de refletir sobre a relação entre o "novo" que se pretende alcançar, diante das práticas tradicionais que permeiam o território diante de tantos estímulos exógenos. Pois, entendidos como parte inseparável do suporte material que os sustentam, os bens culturais imateriais são assim revelados a partir das referências historicamente consolidadas no dinâmico tecido social em que se formou.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A década de 1970 marcou os primórdios da expansão da destinação turística de Maceió, com ações empreendidas pelo Governo do Estado e Prefeitura Municipal de Maceió para incentivar o turismo. Nesta época, foi criada a Empresa Alagoana de Turismo (EMATUR), através de Lei Estadual nº 3.148/1971 e no mesmo ano concluiu-se a reforma do aeroporto de Maceió, então chamado Campo dos Palmares (atualmente Aeroporto internacional Zumbi dos Palmares). Em 1973, foi promulgada mais uma medida legal, a Lei nº 3.278: "que institui medidas de incentivos fiscais à indústria do turismo, apóia a construção de hotéis e a divulgação 'das belezas e riquezas alagoanas'" (Normande, 2000, p. 103). Em 1974 ocorre a urbanização da orla que consolida a extensão do perímetro urbano para a porção norte da capital, onde foram implantados novos hotéis e restaurantes. No sentido de localização e concentração hoteleira, pode-se considerar ter havido uma ruptura do *continuum* histórico no que se refere ao início da ocupação hoteleira, no Centro da capital.

As áreas mais afetadas pelas atividades turísticas, no Brasil, são as costas litorâneas. Por esta razão, e em decorrência do discurso ambientalista, o chamado "turismo alternativo" tem conquistado um espaço antes ocupado pelo "turismo de massa". Associado a modificações

territoriais mais agressivas, com ofertas padronizadas e divulgadas pela mídia para atrair maior número de turistas, o turismo de "sol e praia", nas duas últimas décadas, tem convergido para as áreas urbanas. Com forte apelo paisagístico e incentivado por políticas públicas federais voltadas para o incremento do turismo, em meados da década de 1980, Maceió obteve destaque dentre as capitais do Nordeste (Ramos et al., 2016). Concorreu para o adensamento dos seus bairros litorâneos a nova proposta de turismo voltado para a revalorização da natureza, em fins da década de 1990, criando rotas diferenciadas voltadas para um público apreciador de ambientes naturais pouco transformados e mais afastados do centros urbanos (Cavalcanti et al., 2016).

Novas apropriações também vêm sendo realizadas através de práticas de consumo cotidianas não tradicionais. Estimuladas pelas atividades turísticas à beira das águas salgadas, doces e salobras, boias são vendidas à margem da rodovia (AL 101 Norte) em trecho onde antes só era vendido peixe fresco por mulheres de pescadores, sendo comum também encontrar ao longo do percurso pelo litoral, produtos diversificados que atendem à diversão e saciam a fome e sede durante o trajeto, por vezes lento durante os finais de semana e feriados, até o destino: coco, galeto, gelo, água mineral entre outros (Fig. 6).

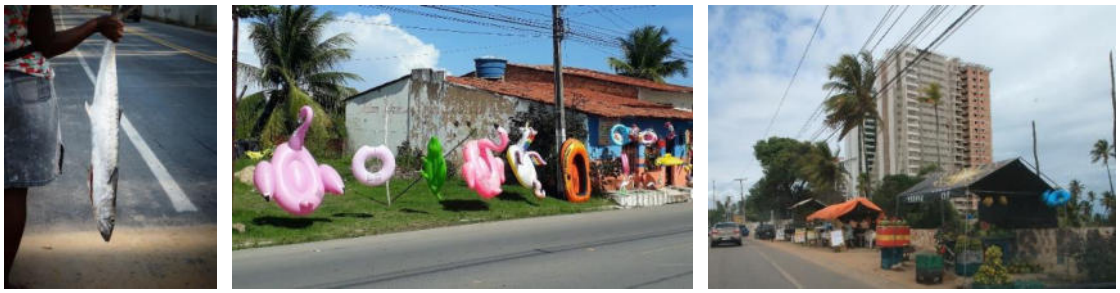


Fig. 6. Comércio de peixe, boias, coco, água e galeto na via AL 101 Norte.
Fonte: Ferrare et al., 2015; Duarte, 2019.

Pesquisas já realizadas indicam que as mudanças mantêm forte relação com o fenômeno da gentrificação, que aparece como um dos principais processos de transformação urbana. O termo, segundo Rigol (2015, p .99), tem origem na língua inglesa *gentrification*:

> [...] o conceito foi definido pela socióloga Ruth Glass no ano de 1964, em Londres, ante a evidência empírica de que alguns bairros da capital inglesa possuíam uma dinâmica de mudança que até então havia sido ignorada: a invasão de alguns bairros operários da cidade por parte das classes médias.

Diversos autores tem aplicado o termo para designar o enobrecimento (*gentry)* de uma área histórica deteriorada através do implemento de projetos urbanos que visam a sua requalificação, resultando na expulsão direta ou indireta da população nativa, por meio da desapropriação ou pela opção de venda dos imóveis na área em valorização (Chuva, 2012). Retomando o entendimento de Rigol (2015, p. 99, grifo do autor), embora o termo não seja capaz de dar conta de responder a todos os casos, está relacionado a um "[...] processo de **mudança social urbana**, no sentido de que determinadas áreas da cidade são transformadas tanto morfologicamente quanto socialmente.

Sabe-se, que a *práxis* da política de preservação voltada a essa área, depara-se com a complexa relação entre a sustentabilidade das condições ambientais e sociais de produção, reprodução e transmissão dos bens culturais imateriais que se dá a partir da proteção da materialidade. Esta consolida-se na paisagem urbana e se relaciona com o cotidiano dos

detentores dos saberes e fazeres. Visando contemplar a preservação dessa rica relação de bens culturais de naturezas distintas, acentuadas pela relação entre homem e natureza, personagens e lugares, em consonância com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO[7], foi criada pelo IPHAN a chancela da Paisagem Cultural. Lançado em 2009[8], representa uma tentativa de agregar o poder público, a sociedade civil e a iniciativa privada, em prol da ampla preservação de uma "[...] porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio ambiente natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores" (IPHAN, 2009, p. 13). Entretanto, mesmo após a instauração da Política do Patrimônio Cultural Material - PPCM[9] (IPHAN, 2018) e da revisão do instrumento da chancela, as ações no âmbito da preservação da paisagem cultural estão paralisadas na instituição[10], o que dificulta a investigação sobre os efeitos da chancela quanto à integração esperada no Brasil. Ressalta-se, contudo, que a UNESCO vem atuando nesse sentido. Em 2012, inclusive, a cidade do Rio de Janeiro foi a primeira área urbana do mundo a receber a referida chancela. A lista vem sendo ampliada e hoje já somam 187 bens em 79 países (ICOMOS, 2024).

Com efeito, é a noção de sistema que confere sentido às manifestações culturais da área em estudo. Plenos de historicidade e repletos de conteúdos simbólicos "invisíveis" ao meio urbano, compreendem um universo rico e que se tornará frágil, caso seja desprovido da materialidade. Sente-se dificuldade em reconhecê-los como bens passíveis de proteção legal, visto que o suporte que os referencia como patrimônio, não estão expressos apenas em produtos materiais.

Considerando que, ao se tratar da paisagem pode-se unir valores naturais e culturais, seria possível atuar de forma convergente com relação à proteção dos valores patrimoniais vinculados a expressões e práticas que envolvem o cotidiano, cujo substrato imaterial "ancora" a materialidade nos espaços sociais? Na opinião de Chuva (2012, p.163):

> A noção de referência cultural, formulada nos anos 70, foi fundamental para a inclusão dos grupos sociais como sujeitos no processo de seleção do patrimônio cultural. Sem perdê-la de vista, outras noções, como a de paisagem cultural, têm se tornado importantes nesse processo. Originalmente lançada pela Unesco, a categoria de paisagem cultural talvez seja, hoje, um dos principais passos dados no sentido da superação da falsa dicotomia entre patrimônio material e imaterial, mas como um dos elos pertinentes para constituir um patrimônio cultural integral.

Para Márcia Sant'Anna (2011, p 197): "A interação do patrimônio material com o imaterial – interação que se concretiza de modo privilegiado no lugar e na paisagem – contribui para sedimentação de uma noção mais ampla e dinâmica de patrimônio cultural, enquanto síntese dessas dimensões".
Contudo, alguns autores propõem reflexões ainda pouco exploradas sobre a criação de novos instrumentos de proteção. O pesquisador Adler Homero (2006), alerta para o valor atribuído pelos sujeitos produtores de sentidos dos bens, que é condicionado por fatores culturais dos diferentes grupos detentores, segundo as especificidades locais:

[7] A UNESCO adotou a categoria "paisagem cultural", em 1992 - o mesmo ano que se realizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, valorizando a integração entre bens naturais e culturais.
[8] A chancela da Paisagem Cultural é regulamentada pela portaria do IPHAN nº 127, de 30 de abril de 2009.
[9] Portaria nº 375 de 19 de setembro de 2018.
[10] O IPHAN ainda não concedeu a chancela a nenhum dos bens culturais em estudo, desde 2009.

> Todos os bens culturais o são porque são objeto de opiniões e de avaliações de indivíduos que os usam, os apreciam, aproveitam-se deles e assim por diante. São opiniões mutáveis - dependentes de uma série de fatores, as quais se refletem sobre os bens -, não são as coisas, os suportes materiais, que têm esses valores; eles são colocados (atribuídos) pelas pessoas aos objetos.

Embora considere a criação do Decreto nº 3.551/2000 um avanço, por elevar a discussão de modo mais amplo, além de fomentar iniciativas voltadas ao patrimônio imaterial, como as leis de auxílio aos mestres do patrimônio vivo[11], não atende às críticas apontadas às ações do IPHAN ao longo de sua trajetória. Conforme o entendimento Homero (2006, p. 110): "o decreto também não protege; o que ele faz é criar um mecanismo de documentação da atividade", a qual consta no corpo dos processos de tombamento, como parte do "Dossiê" que compõe os dados para a justificativa à solicitação. O que se observa é que não havia um olhar diferenciado para as manifestações e práticas vinculadas ao bem material. Mesmo quando estas, constavam como importantes à fruição do bem[12]. Nessa perspectiva, Dourado (2011) aponta para a necessidade de novas interpretações para com os instrumentos existentes, assim como ponderava Aloísio Magalhães ao referir-se à evolução da cultura (apud Chuva 2009, 159. Grifo nosso): "**Na verdade, os elementos são sempre os mesmos; apenas a visão pode ser enriquecida por novas incidências de luz nas diversas faces do mesmo cristal**".

Espera-se assim, que os atuais instrumentos em vigor no Brasil (Tombamento e Registro), possam despertar novos estudos que apontem para a necessidade de ampliação dos valores, incorporando patrimônios imateriais e práticas ou referências culturais tradicionais associadas aos sítios e paisagens reconhecidos. E, pergunta-se: Seria possível adotar o novo instrumento da chancela da paisagem cultural como alternativa para a integração jurídica entre as duas instâncias do patrimônio cultural minimizando o impacto físico, social e cultural da área em estudo?

5 REFERÊNCIAS

Brandão. Moreno. **Vade-Mecuum do turista em Alagoas**. Maceió: Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2013.

Carvalho, Cícero Péricles de. **Formação Histórica de Alagoas**.4. ed. Maceió: Edufal, 2016.

Cavalcanti, V. R.; Araujo, L.; Silva, T.R.P. Territorialização turística das pousadas da Rota Ecológica no litoral norte de Alagoas. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – PLURIS. **Anais...** Maceió: UFAL, 2016.

Chuva, Márcia Regina Romeiro. Por uma história da noção de patrimônio cultural no Brasil. **Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** IPHAN: Brasília, nº 34, p. 147-165, 2012.

[11] Em 2008, os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Santa Catarina e o Distrito Federal, possuíam leis similares ao Sistema Tesouros Humanos Vivos. Um dos primeiros programas criados pela UNESCO para a salvaguarda do patrimônio cultural imaterial, inspirado na experiência japonesa (Duarte, 2014).

[12] Segundo pesquisa realizada por uma das autoras (Duarte, 2014) em consulta às Atas de 28 reuniões realizadas pelo Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural-IPHAN, entre 2004 - 2012, apenas 4 dos 58 processos de tombamento em julgamento, faziam menção à imaterialidade do bem, com ressalvas à sua importância.

Diégues Júnior. **O banguê nas Alagoas:** traços da influência do sistema econômico do engenho de cana de açúcar na vida e na cultura regional. Maceió: EDUFAL, 2012.

Dourado, Odete. Antigas falas, novas aparências: o tombamento do Ilê Axé Iyá Nassô Oká e a preservação dos bens patrimoniais no Brasil. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, n.14, p. 6-19, segundo semestre de 2011.

Duarte, Adriana Guimarães. **"Saberes e Fazeres" em casos de Tombamentos e Registros da *práxis* preservacionista nacional em Alagoas:** contribuição ou uma questão de interpretação? 216f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – PPGAU, FAU, Maceió, 2014.

_____. **Referências Culturais enquanto processo histórico de ocupação no litoral norte de Maceió:** em ameaça ou em nova acomodação? 270f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) PPGAU, FAU, Maceió, 2019.

_____. **O patrimônio cultural imaterial do litoral norte de Maceió:** Pesquisa e sistematização do Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC). Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) 2020-2021. FAU, Maceió, 2021. (Relatório de Pesquisa).

Ferrare, Josemary O. P. **A cidade Marechal Deodoro**: do projeto colonizador português à imagem do "lugar colonial". Porto: FAUP, 2006. (Tese Doutoramento); Maceió: EDUFAL, 2014.

Ferrare et al. **Projeto de Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial de Alagoas - Mapeamento Cultural (Sítio 3)**. Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC AL). Maceió, UFAL-IPHAN, 2017 (Relatório de Pesquisa).

Fonseca, Maria Cecília Londres. **O patrimônio em processo**: trajetória da política federal de preservação no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ; MINC – Iphan, 2005.

Fonseca. Débora de Barros Cavalcanti; Araujo, Lindemberg Medeiros de; Duarte, Adriana Guimarães. Oportunidades para o turismo criativo em Alagoas, Brasil: o caso da renda 'Singeleza' em Paripueira. **Revista Iberoamericana de Turismo - RITUR**, Penedo, v. 8, n. 2, p. 270-287, dez. 2018.

Gomes, Geraldo. Arquitetura do Açúcar. In: BICCA, Briane Elizabeth Panitz; Paulo Renato Silveira (Org.). **Arquitetura na formação do Brasil**. Brasília: UNESCO; Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2008.

Gutenberg. Alagoas, 26 abr. 1908, ed. 92. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=809250&PagFis=11540&Pesq=cruz%20das%20almas%3E.>. Acesso em: 17 jan. 2019.

Homero, Adler. Patrimônio Imaterial: problema mal-posto. In: **Diálogos**, DHI/PPH/UEM, v. 10, n. 3, p. 97-116, 2006.

IPHAN. **Paisagem Cultural**. Brasília: IPHAN/DEPAM, 2009.

ICOMOS. Paisagens Culturais Mundiais. Disponível em: <https://www.icomos.org.br/paisagens-culturais. Acesso em: 26 jul. 2024.

Lima Júnior, Félix. **Maceió de outrora**. Maceió: Arquivo Público de Alagoas, 1976.v. 1.

Lindoso. Dirceu. **Interpretação da província:** estudo da cultura alagoana. Maceió: EDUFAL, 2005.

Lopes, Bárbara Laurindo Santos. **As novas tipologias de edifícios residenciais verticais do litoral norte de Maceió:** o caso dos condomínios clubes. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – FAU, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

Maceió. Plano Diretor Maceió-Alagoas. **Maceió:** Prefeitura Municipal de Maceió, 2006. Disponível em: <http://www.sempla.maceio.al.gov.br/sempla/dpu/PLANO%20DIRETOR_MAPAS%20A3/PLANO%20DIRETOR%202006_AT3.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2024.

Normande, Taís Bentes. **História de uma permanência:** a Jatiúca velha pobres e ricos na orla marítima de Maceió. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – FAU, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2000.

Ramos, S. P.; Araujo, L. M. de; Vasconcelos, D. A. L de. Evolução histórica do destino turístico Maceió-Alagoas-Brasil: de antecedentes à atual situação. **Revista Iberoamericana de Turismo** – RITUR, Penedo, v. 6, n. 1, p.139-164, jan./jun. 2016.

Sant'anna, Márcia. Relatório Final das Atividades da Comissão e do Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial. **O registro do patrimônio imaterial**: dossiê final das atividades da Comissão e do Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial. 2. ed. Brasília: Ministério da Cultura/Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2003. p. 13-21.

Silva, Leonardo Fireman de Castro. **O desejo pela habitação intramuros e a influência da publicidade na transformação do conceito de morar em Alagoas**. 2018. 342f. (Tese de Doutorado) – FAU - Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Rigol, Sergi Martinez i. A gentrification: conceito e método. In: CARLOS, A. f. A., CARRERAS, C. (Org.). **Urbanização e mundialização:** estudos sobre a metrópole. São Paulo: Contexto, 2015.

Veras Filho, Luís. **História do turismo em Alagoas**. Maceió: SERGASA, 1991.

POTENCIAL TURÍSTICO DOS ESPAÇOS CEMITERIAIS NO CONTEXTO DA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL

A. S. Santos

RESUMO

Parte significativa do sistema de espaços livres das cidades, os espaços cemiteriais muitas vezes não são objeto de análise no campo da paisagem e do urbanismo no Brasil. São locais que revelam referenciais históricos, religiosos, culturais e artísticos do contexto onde se inserem, além de possíveis redutos de biodiversidade no meio urbano. Assim, podem ter múltiplas funções e apropriações além das de caráter fúnebre. Isso posto, este trabalho visa apresentar discussão sobre o potencial turístico dos cemitérios de São Paulo, Brasil. Tal cidade possui 41 cemitérios e um crematório, dentre os quais 22, além do crematório, pertencem à municipalidade, o que mostra a relevância da análise quanto aos potenciais de uso e diálogo com o urbano. Para tanto, realizou-se levantamento bibliográfico, que se cruzou com dados de campo. Por fim, a partir do analisado, pode-se dizer que São Paulo apresenta exemplos de espaços cemiteriais com potencialidades distintas no âmbito turístico.

1 INTRODUÇÃO

Os espaços cemiteriais, aqui considerados cemitérios e crematórios, podem ter funções para além da demanda sanitária de lida com os corpos dos mortos. Ocupando muitas vezes extensões significativas de área da malha urbana, a depender do modo como se organizam, podem ter papéis múltiplos, prestando-se a ser locais de manifestações culturais, artísticas e religiosas, além de contribuírem para o meio ambiente onde estão inseridos. Como aponta Fernando Catroga (1999, p.19), referindo especificamente ao cemitério, este é um território em que se revela "esteticamente o próprio inconsciente da sociedade", muitas vezes, por meio de tramas simbólicas. Nesse sentido, espaços cemiteriais são passíveis de evidenciar processos históricos da região em que se encontram, sendo um reflexo da "cidade dos vivos" (Cymbalista, 2002). Assim, guardam também um potencial de espaço educativo (Almeida, 2016; Grassi, 2018). Por fim, pode-se ainda acrescentar a dimensão do lazer, seja a partir de iniciativas da administração desses lugares ou mesmo pela apropriação espontânea da população (Rezende, 2000; Fuchs, 2019; Santos, 2024).

Deste modo, são locais que apresentam potencial turístico, podendo ser locais de interesse para visitantes das cidades em que se situam. O turismo cemiterial não é algo recente e remonta mesmo às primeiras organizações destes espaços no contexto Ocidental nos oitocentos. O cemitério de Père-Lachaise, em Paris, França, é um exemplo emblemático: considerado um belo jardim permeado por obras tumulares de valor artístico e histórico, há registros que desde a primeira metade do século XIX havia pessoas que ofereciam serviços

de guia para visitantes desta necrópole, além da publicação de obras nesse sentido. Ademais, constitui-se hoje como o cemitério mais visitado do mundo ao receber 3,5 milhões de visitantes ao ano, de acordo com dados de 2022 (Mairie Paris, 2022). Outro caso que pode ser apresentado é o cemitério de Mount Auburn, em Boston, nos Estados Unidos: aberto em 1831, era local de lazer intenso para a população à moda de um parque. Hoje, ainda guarda potencial turístico, prestando-se a atividades como observação de pássaros, sendo palco até mesmo de casamentos. Já no contexto latino-americano, pode-se destacar o cemitério da Recoleta, situado na cidade de Buenos Aires, Argentina, o qual possui mausoléus e estatuária com estimado valor artístico (Souto *et al.*, 2016).

Existem pesquisadores que situam a visitação a cemitérios no chamado *dark tourism*, ou "turismo sombrio", em tradução para o português. Esse, define-se de modo geral como aquele relacionado ao "ato de viajar para locais associados à morte, ao sofrimento e ao aparentemente macabro" (Stone, 2006, p.146), concepção que inclui locais onde ocorreram tragédias ou mortes historicamente conhecidas. Entretanto, como foi apresentado anteriormente, as possibilidades de apropriação dos espaços cemiteriais não se restringem apenas às ligadas à temática fúnebre. Nesse sentido, há autores que preferem desvincular o turismo cemiterial do "*dark tourism*" preferindo defini-lo como o deslocamento de pessoas para "apreciar a beleza do local" (Abranja *et al.*, 2012, p. 1287) e considerando-o como uma vertente do turismo cultural.

Atualmente, diversos países possuem organizações que visam apresentar a importância dos espaços cemiteriais e engajar a visitação a estes locais. No contexto Europeu, destaca-se a *Association of Significant Cemeteries in Europe* (ASCE) – organização sem fins lucrativos que congrega instituições públicas e privadas, a qual promove cemitérios considerados com relevância histórica e artística; no ano de 2021, a ASCE possuía 150 cemitérios classificados distribuídos em 23 países membros. Na América Latina destaca-se a *Red Iberoamericana de Cementerios Patrimoniales* (RED), fundada em 2000 que congrega países desse contexto. Já especificamente no Brasil, em 2004 foi fundada a Associação Brasileira de Estudos Cemiteriais (ABEC) (Santos, Marques, 2024).

Apesar de ser uma prática consolidada em diversos países, pode-se dizer que no contexto brasileiro o turismo cemiterial é incipiente, mas mostra crescimento com o passar dos anos. Nesse sentido, a ABEC se constitui como uma organização que procura fomentar essa prática, congregando pesquisadores e interessados na temática cemiterial de diferentes partes do país, mostrando os diversos valores dos espaços cemiteriais.

Isso posto, a partir do exposto, este trabalho propõe-se a discutir sobre o potencial turístico dos cemitérios de São Paulo, Brasil, maior cidade da América Latina. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico para revisão da literatura pertinente à temática. Soma-se a isto a apresentação de dados coletados ao longo de trabalhos etnográficos pela presente autora, sobretudo no âmbito das suas dissertação e tese (Santos, 2015; Santos, 2024), bem como de atividades desenvolvidas junto a grupos de pesquisa.

2 NOTAS SOBRE O PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A discussão que se apresenta no presente artigo é fruto de análise a partir de levantamento bibliográfico somado a informações coletadas em trabalho de campo realizado em cemitérios e crematório da cidade de São Paulo. Tal campo constituiu-se por meio de participação em visitas guiadas e trabalhos etnográficos de diferentes níveis – desde a prática, mais longa,

até caminhadas, de caráter mais exploratório –, realizados no âmbito da dissertação (Santos, 2015) e tese (Santos, 2024) da presente autora, além de atividades desenvolvidas junto ao Laboratório do núcleo de antropologia urbana da Universidade de São Paulo (LabNAU), compondo um campo realizado ao longo de 12 anos. Apesar de o enfoque das pesquisas supracitadas não se situarem especificamente na área do turismo, entende-se que parte do que foi observado pode colaborar com a discussão proposta.

Considerada um "modo de acercamento e apreensão" (Magnani, 2002), a etnografia conta com o planejamento e estabelecimento de idas frequentes ao local de pesquisa, contato com os atores sociais e identificação de suas dinâmicas. Nesse sentido, a observação participante é uma ferramenta fundamental, pois permite "entrar em contato com o universo dos pesquisados e compartilhar seu horizonte" para "comparar as teorias do pesquisador com as deles e assim tentar sair com um modelo novo de entendimento ou, ao menos, com uma pista nova, não prevista anteriormente" (Magnani, 2012, p. 135). Além disso, acata-se a proposta de "descrição densa" do antropólogo Clifford Geertz (2008), na qual o pesquisador não é mero observador e descritor, mas realiza uma interpretação a partir do que vê em campo. Esse exercício compõe material a ser articulado com o campo teórico pois, como indica a pesquisadora Mariza Peirano (2008, p.3), a etnografia é a "própria teoria vivida".

2 ESPAÇOS CEMITERIAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL

No ano de 2024, a cidade de São Paulo conta com 41 cemitérios e um crematório (fig. 1, quadros 1 e 2). Desses, o crematório e 22 cemitérios são pertencentes à municipalidade, os quais mantiveram-se públicos e geridos pelo Serviço Funerário Municipal de São Paulo (SFMSP) até o ano de 2023, quando foram concessionados à iniciativa privada (Santos, 2024).

Dentre os cemitérios públicos, o mais antigo fundado na cidade de São Paulo que ainda está em funcionamento[1] é o Consolação, inaugurado em 1858. Sua tipologia é tradicional, seguindo uma conformação disseminada pelos primeiros cemitérios oitocentistas brasileiros surgidos após a proibição do enterro nas igrejas, contendo jazigos, mausoléus, capelas e estatuária. Lá, encontram-se diversas obras de valor artístico, concebidas por escultores renomados, bem como mausoléus com arquitetura significativa. Outros cemitérios neste mesmo sentido que podem ser destacados são os cemitérios Araçá e São Paulo, datados do mesmo século. Nessas necrópoles, encontram-se inumadas diversas personalidades populares de São Paulo, como artistas, empresários, políticos e religiosos. Ademais, inicialmente situados em regiões afastadas das aglomerações urbanas quando inaugurados, esses cemitérios passaram a se situar em áreas posteriormente centrais, com o crescimento da cidade.

Outra organização cemiterial encontrada, diferente, que apresenta grande variedade de monumentos, é a tipologia parque/jardim. O Cemitério da Paz foi o primeiro implantado na cidade nesse formato, que se caracteriza por ser predominantemente vegetado, sem construções tumulares acima do solo. Inaugurado em 1965, sua conformação foi de certa

[1] O cemitério de Santo Amaro é mais antigo que o da Consolação; porém, quando inaugurado em 1857, o seu território ainda não pertencia à cidade de São Paulo. Além disso, havia outros cemitérios em São Paulo que hoje não mais existem, como o Cemitério dos Aflitos: datado de 1775, época em que ainda comumente se inumavam os corpos dos mortos nas igrejas, era destinados aqueles que não poderiam ser enterrados nesses territórios, como acatólicos, alguns escravizados e criminosos, por exemplo. Foi desativado e desmantelado quando da abertura do cemitério da Consolação. (Pagoto, 2004).

forma seguida por diversas outras instituições particulares e também pela municipalidade. O SFMSP, por exemplo, a partir de estudos de um grupo de trabalho estabelecido em finais da década de 1960, estabelece que todos os cemitérios públicos constituídos a partir de então deveriam seguir o modelo jardim/parque. Atualmente, dentre todos os cemitérios de São Paulo, aproximadamente 46% apresentam morfologia próxima à tipologia parque/jardim. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em seu 2º artigo da Resolução n. 335 de 2003, os termos "cemitério parque" e "cemitério jardim" são equivalentes, sendo definidos como "aquele predominante recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões" (Brasil, 2003).

Já o crematório, único da cidade de São Paulo, foi inaugurado em 1974, consistindo no primeiro do país. Possui um edifício situado em meio a um terreno com extensa área de espaços livres.

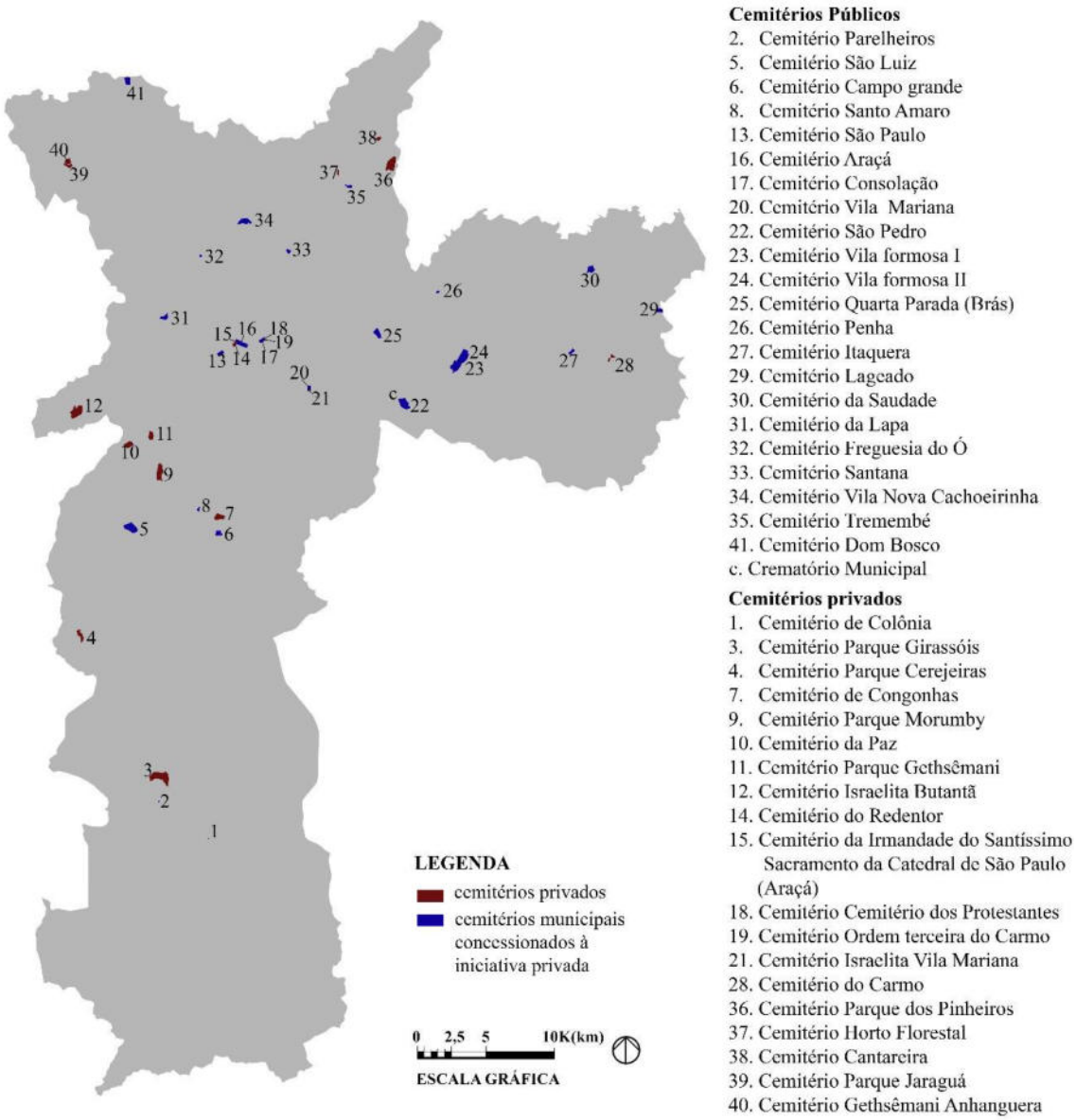


Fig. 1 Espaços cemiteriais da cidade de São Paulo. Fonte: Santos, 2024.
Quadro 1 Cemitérios públicos da cidade de São Paulo

CEMITÉRIOS PERTENCENTES À MUNICIPALIDADE (atualmente concessionados para a iniciativa privada)		
Nome	Ano fundação	tipo
Araçá	1887	Tradicional
Campo grande	1953	Misto (tradicional e parque)
Consolação	1858	Tradicional
Dom Bosco (Perus)	1971	Parque
Freguesia do Ó	1901	Tradicional
Itaquera (Vila Carmosina)	1929	Tradicional, mas sofreu reforma e parte é parque
Lageado	1904	Misto (tradicional e parque)
Lapa	1918	Tradicional
Parelheiros	1905	Tradicional
Penha	1896	Tradicional
Quarta Parada	1893	Tradicional
Santana	1896	Tradicional
Santo Amaro	1857	Tradicional
São Luiz	1981	Parque
São Paulo	1926	Tradicional
São Pedro	1971	Misto (predominantemente parque)
Saudade	1960	Misto (tradicional e parque)
Tremembé	1933	Tradicional
Vila Formosa I	1949	Tradicional e sofre reforma para parque depois
Vila Formosa II	1976	Parque
Vila Mariana	1904	Tradicional
Vila Nova Cachoeirinha	1968	Misto (predominantemente parque)

Fontes: Santos, 2024 e PMSP, 2022, acrescido de considerações da autora.

Quadro 2 Cemitérios particulares da cidade de São Paulo

CEMITÉRIOS PARTICULARES		
Nome	Ano fundação	tipo
Santíssimo Sacramento da Catedral de São Paulo (Araçá)	1899	Tradicional
Ordem terceira do Carmo (Consolação)	1862	Tradicional
Cemitério da Paz	1965	Parque
Cemitério de Colônia	1829/2000	Tradicional
Cemitério de Congonhas	1972	Parque
Cemitério Parque Morumby	1968	Parque
Cemitério do Redentor	1924	Tradicional
Cemitério dos Protestantes (Consolação)	1856/1862 primeiro enterro	Tradicional
Gethsêmani	1971	Parque
Israelita Butantã	1954	Tradicional
Israelita Vila Mariana	1921/1923 primeiro enterro	Tradicional
Cantareira	1985 / 1990 primeiro enterro	Parque
Parque Cerejeiras	1993	Parque
Parque Girassóis	1985	Parque
Parque dos Pinheiros	1998	Parque
Parque Gethsêmani Anhanguera	1997	Parque
Parque Jaraguá	1984	Parque
Horto Florestal	1977	Parque
Cemitério do Carmo	1983	Parque

Fonte: Santos, 2024.

Por refletirem a conjuntura em que se inserem, os espaços cemiteriais Ocidentais nem sempre foram frequentados da mesma forma. Se no século XIX apresentavam visitações significativas, sendo relevantes a visitação a túmulos familiares, esta foi uma prática que se arrefeceu com o passar do tempo. Isso pode estar em parte relacionado com a apreensão sociocultural da temática da morte. No Ocidente – considerando-se aqui uma perspectiva ampla – historiadores dos costumes como Ariès (1977) e Vovelle (1983) apontaram uma mudança progressiva em relação à morte e o morrer a partir de meados do século XX: a morte torna-se uma temática tabu e o morrer é institucionalizado e afastado do cotidiano das pessoas. Isso é reforçado posteriormente na conjuntura pós-moderna por outros autores (Bauman, 1999; Rodrigues, 2006; Elias, 2001). Esse cenário também pode ser observado nos espaços cemiteriais paulistanos. Entretanto, apesar de em menor quantia que outrora, as visitações não deixaram de existir, podendo ser ainda observadas as mais diferentes apropriações. Ademais, a atividade turística vem sendo estimulada – mesmo que ainda timidamente.

3 POTENCIALIDADES DOS ESPAÇOS CEMITERIAIS PAULISTANOS QUANTO AO TURISMO

Para o debate proposto serão destacados principalmente os cemitérios pertencentes à municipalidade pois, apesar de atualmente estarem concessionados a empresas privadas, ainda são espaços que, a rigor, devem ser geridos em prol da população.

As iniciativas observadas no contexto paulistano recaem majoritariamente em visitas guiadas nos cemitérios da municipalidade, cujas temáticas são variadas: desde aspectos técnicos – como relacionadas à geologia (Groppo *et al.*, 2023) ou obras de arte (Assis *et al.*, 2010) – até aquelas dedicadas a apresentar curiosidades sobre personalidades inumadas (Bini, 2024). Entretanto, entende-se que estes não são os únicos aspectos que podem ser incentivados no tocante ao turismo. Assim, buscar-se-á evidenciar não somente essas, mas também outras potencialidades na integração de tais espaços com a cidade, destacando-se alguns exemplos que serão apresentados a seguir.

De acordo com Figueiredo (2017), a Prefeitura Municipal de São Paulo já demonstrava interesse em utilizar os cemitérios "como pontos turísticos" desde 1980, criando uma comissão para catalogar obras artísticas dos cemitérios da Consolação, Araçá e São Paulo. A ideia se aproxima daquela que considera o cemitério um "museu a céu aberto", sendo local de apreciação de obras de arte. Esta iniciativa foi suspensa por um tempo, mas de certa forma retomada posteriormente em 2001 com o "Projeto Arte Tumular", focado no cemitério da Consolação e que promovia visitas guiadas à população a partir de agendamento prévio. Esta atividade, primeiramente foi realizada pelo historiador Délio Freire dos Santos e, após sua morte, passou a ser desempenhada pelo sepultador Francisvaldo Gomes, o qual era uma espécie de aprendiz de Délio. Francisvaldo, também conhecido como Popó, se tornou figura emblemática e guia do cemitério (fig. 2), continuando nessa atividade até mesmo após o concessionamento da necrópole em 2023.



Fig. 2 Guia "Popó" durante visia guiada no cemitério da Consolação em 29 de abril de 2022. Foto: autora, 2022.

Destaca-se ainda que, paralelamente a essas visitas organizadas pelo próprio SFMSP, pesquisadores e interessados na área cemiterial também promoveram visitas ao longo dos anos no cemitério da Consolação, bem como Araçá e São Paulo com a visão sobretudo da importância desses espaços como locais que dialogam com a história da cidade, por meio das pessoas que ali estão enterradas, além do valor das obras tumulares existentes nos locais. Ademais, observou-se, por exemplo, a organização de diferentes atividades dentro do contexto de eventos museológicos e patrimoniais como a Jornada do Patrimônio e a Semana de Museus[2].

Ressalta-se ainda que, devido à relevância cultural e histórica, o cemitério da Consolação, em conjunto com outros dois pequenos cemitérios religiosos vizinhos foram tombados pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) no ano de 2005. Estes, são os únicos espaços cemiteriais que possuem tombamento na cidade. Entretanto, há movimentação para que outros espaços cemiteriais também passem por esse processo. É o caso, por exemplo, do cemitério São Paulo e também do edifício do crematório municipal, para os quais foram abertos processos de tombamento no ano de 2023 a partir de resoluções do Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (CONPRESP). No caso do crematório, o documento do processo aponta que não só as intervenções no edifício deverão passar por aprovação do Departamento do Patrimônio Histórico DPH/CONPRESP, mas também qualquer projeto paisagístico ou de novas edificações na área verde circundante ao edifício. Nesse sentido, ressalta-se que os espaços livres lindeiros ao edifício do crematório são utilizados há décadas para lazer e fruição da população, que se apropria livremente deste local (Santos, 2024).

[2] Desde o ano de 2022, a ABEC, em parceria com o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) fomenta visitas guiadas por espaços cemiteriais que são organizadas por seus membros por todo o Brasil. No caso de São Paulo, no ano de 2024, foram organizadas 9 visitas a diferentes espaços cemiteriais da cidade.

Os potenciais dos cemitérios apresentados até então estão circunscritos naqueles cuja tipologia configura-se por monumentos com jazigos e estatuárias. Entretanto, dado que boa parte dos cemitérios se apresenta no modelo parque/jardim, faz-se relevante também mostrar as possibilidades turísticas desses espaços.

Ademais, no caso da cidade de São Paulo, as áreas de diversos cemitérios parque/jardim constituem-se como grandes manchas verdejadas em meio a regiões altamente impermeabilizadas, como pode ser visto, por exemplo no caso do cemitério de Vila Formosa (Fig. 3). Este cemitério, considerando em conjunto seu trecho I e II possui aproximadamente 763.175 m², sendo considerado o maior cemitério em área da América Latina. Constitui-se também como a "quarta maior área verde da cidade de São Paulo, sendo superado apenas pelos parques Anhanguera, Ibirapuera e o Parque do Carmo" (SFMSP, 2015).



Fig. 3 Foto aérea mostrando a inserção do cemitério de Vila Formosa (contornado em tracejado amarelo) em meio à malha urbana. Fonte: Autora sobre imagem do Google Earth, 2024.

Devido à característica predominantemente vegetada, pode-se observar variedade de flora e fauna neste tipo de necrópole. Assim, além de se prestar a funções ambientais no sentido dos processos biofísicos, pode ser local para observação de aves, além de reconhecimento e aprendizado da vegetação. O referido cemitério é ainda atravessado por um córrego e possui, por conseguinte, uma área de preservação permanente (APP). Suas áreas de preservação aliadas à tipologia cemiterial parque/jardim em que se apresenta, faz com que possa ter característica de um parque urbano. Assim, no ano de 2015, a partir da iniciativa do SFMSP, foi delineada e divulgada uma trilha ambiental autoguiada no local, a qual possuía 1,5km. O trajeto era marcado por 5 estações com textos e ilustrações (Fig. 4) referentes a aspectos ambientais dos trechos percorridos.



Fig. 4 Informativo de trilha ambiental presente no Cemitério Vila Formosa em São Paulo. Fonte: SFMSP, 2015.

Essas trilhas foram constituídas dentro do programa Memória & Vida estabelecido em 2015 e vigente até 2016. Tal programa consistiu na organização de ações educativas e de lazer nos espaços de diversos cemitérios públicos de São Paulo. Além disso, o programa englobou um convênio com a Fundação São Paulo (Fundasp), mantenedora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), cuja parceria objetivou atividades voltadas à saúde mental dos funcionários do SFMSP e ações de apoio ao luto (Santos, 2024).

Apesar de ser uma iniciativa de duração relativamente curta, o Memória & Vida mostrou que os espaços cemiteriais têm potencial de apropriação diversos, com engajamento popular. Abraçou tanto iniciativas já existentes em algumas necrópoles e incentivou outras novas e, nesse sentido foram realizados nesses locais visitas guiadas, projeção de filmes, passeios ciclísticos, aulas de ginástica, contação de histórias, apresentações musicais, teatrais, entre outras ações. Plaquetas com QR-Codes foram instalados juntos a jazigos e mausoléus de personalidades públicas nos cemitérios da Consolação e São Paulo, além da elaboração de mapas para visitas autoguiadas nestes cemitérios (Santos, 2024).

Por fim, pontua-se que o projeto teve ainda papel relevante no tocante à memória dos mortos e desaparecidos políticos no período da ditadura militar (1964-1985). Nesse sentido, foram inauguradas placas memoriais nos cemitérios Campo Grande, Dom Bosco, Vila Formosa, pois abrigam locais onde foram ocultados corpos de assassinados pelo regime; além disso, nessas duas últimas necrópoles também foram implantados jardins memoriais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser observado nos casos apresentados da cidade de São Paulo, a potencialidade dos espaços cemiteriais não se restringe apenas à temática de patrimônio artístico, histórico e cultural. O fato de alguns cemitérios terem amplos espaços com solos permeáveis e verdejados os tornam não só locais mais agradáveis para a fruição das pessoas no meio urbano, mas também se mostram relevantes ambientalmente, pois contribuem para a drenagem das águas pluviais, na melhora no microclima com a diminuição de ilhas de calor no local, fomento à biodiversidade, entre outros. Assim, os espaços cemiterias participam em diferentes dimensões no sistema de espaços livres das cidades.

Ao estimular a visitação aos espaços cemiteriais, mostrando seus múltiplos valores, a prática turística é passível de fomentar a apropriação da população por esses espaços, auxiliando no reconhecimento desses locais como relevantes para o meio urbano, de modo a incentivar sua manutenção, conservação e intervenções de qualidade, dialogando com o contexto em que se inserem.

5 REFERÊNCIAS

Abranja, N. A., Alcântara, A. A., Marques, A. P., & Ferreira, R. V. (2012) Conhecimento e práticas do Turismo Cemiterial: um mercado emergente no setor, **Revista Turismo & Desenvolvimento**, 3(17/18), 1285-1297.

Almeida, M. das G. de. (2016) A cidade e o cemitério: uma experiência em educação patrimonial, **Revista M. Estudos Sobre a Morte, Os Mortos e o Morrer**, 1(1), 213–230.

Ariès, P. (1977) **História da morte no Ocidente**: Da Idade Média aos nossos dias. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

Assis, A.; Magno, C.; Mauro, G.; Palácio, J; Orberg, K.; Ramos, M.; Barbosa, R.; Bastos, S. (2010) O Cemitério da Consolação como espaço de visitação turística na cidade de São Paulo/SP, **Turismo y Desarrollo Local**, Servicios Académicos Intercontinentales SL, 8, 1-15.

Bauman, Z. (1999) **O mal-estar da pós-modernidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Bini, T (2024) Cemitério da Consolação oferece passeio noturno "macabro" e repleto de histórias, **CNN Brasil**, 23 janeiro. https://www.cnnbrasil.com.br/viagemegastronomia/cultura/cemiterio-da-consolacao-oferece-passeio-noturno-macabro-e-repleto-de-historias/

Brasil. CONAMA, (2003) **Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios**, Resolução n.º 335, 28 de maio.

Catroga, F. (1999) **O céu da memóri**a: Cemitério rRomântico e Culto culto Cívido cívido dos Mortos mortos em Portugal (1756-1911). Coimbra: Livraria Minerva Editora.

Cymbalista, R. (2002) **Cidade dos vivos**: Arquitetura e atitudes perante a morte nos cemitérios do estado de São Paulo. São Paulo: Annablume: Fapesp.

Elias, N. (2001) **A solidão dos moribundos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.

Figueiredo, O. M. C. F. (2017) **Visitas guiadas no Cemitério da Consolação em São Paulo**: uma apreciação a partir da geografia humanística. (Tese de Doutorado) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Fuchs, F. (2019) **Espaços de cemitério e a cidade de São Paulo**. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.16.2019.tde-07112019-092231.

Geertz, C. (2008) **A Interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: LCT, 2008.
Grassi, C. (2018) Ressignificando o espaço urbano: Educação patrimonial no cemitério municipal São Francisco de Paula, **Paisagens Híbridas**, 1(1), 90 a 113.

Groppo, S., Ramponi, R.F. e Del Lama, E.A. (2023) "Roteiro geoturístico no Cemitério São Paulo, SP", **Geologia USP**. Série Científica, 23(2), 99–116. doi:10.11606/issn.2316-9095.v23-209607.

Magnani, J. G. C. (2002) De perto e de dentro: notas para uma etnografia urbana, **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais - ANPOCS, 17(49), pp. 11–29.

_____ (2012) **Da Periferia ao Centro**: Trajetórias de Pesquisa em Antropologia Urbana. São Paulo: Terceiro Nome.

Mairie Paris (2022) Il était une fois le 20e... Le cimetière du Père Lachaise. Acedido em 24 de fevereiro de 2023, em https://mairie20.paris.fr/pages/le-cimetiere-du-pere-lachaise-21710

Pagoto, A. A. (2004) **Do âmbito sagrado da igreja ao cemitério público**: transformações fúnebres em São Paulo (1850-1860). São Paulo: Arquivo do Estado, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

Peirano, M. (2008) Etnografia, ou a teoria vivida. **Ponto Urbe** [Online], 2, 1-11.

Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP (2022) **Plano Municipal de Áreas protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres –** Planpavel. São Paulo: PMSP, 2022.

Rezende, E. C. M. (2000) Metrópole da morte necrópole da vida: Um estudo geográfico do Cemitério de Vila Formosa. São Paulo: Carthago Editorial.

Rodrigues, J. C. (2006) **Tabu da Morte**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.

Santos, A. e Marques, T. (2023) Percurso pelos cemitérios do Porto, **Revista Turismo & Desenvolvimento**, 44, pp. 365-390. doi: 10.34624/rtd.v44i0.31251.

Santos, A. S. (2015) **Morte e paisagem**: os jardins de memória do Crematório Municipal de São Paulo. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.16.2015.tde-08092015-143806.

_____. (2024) **Luto e jardim**: (re)construindo vínculos no espaço cemiterial. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.16.2024.tde-13052024-154355.

Serviço Funerário Municipal - SFMSP (2015) Trilha ambiental autoguiada é inaugurada no cemitério Vila Formosa. Acedido em 01 de maio de 2024, em https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/aricanduva/noticias/index.php?p=59648.

Souto, L. R., Santos, N. R. Z. dos, Vogel, H. M. and Weber, M. A. (2016) The Feasibility Study Of A Sightseeing Tour Implantation With Emphasis On Cemetery Tourism, **Ciência e Natura**, 38(2), pp. 831–846. doi: 10.5902/2179460X21868.

Vovelle, M. (1983) **La Mort en Occident de 1300 à nos jours**. Paris: Gallimard.

OS ESPAÇOS DA PRAÇA COMO EFEITO DE RECONEXÃO AO MEIO AMBIENTE E A SOCIALIZAÇÃO URBANA.

J.C. Padilha e A. H. Pfützenreuter

RESUMO

Os espaços verdes urbanos representam áreas que proporcionam uma experiência positiva e restauradora aos indivíduos que os frequentam. As praças urbanas assumem as funções de locais de lazer, encontros sociais e expressão cultural. Este artigo apresenta a proposta de análise da dinâmica sócio espacial da Praça Governador Celso Ramos em Florianópolis, pela interação dos usuários com suas dimensões físicas, ambientais e de uso. A abordagem metodológica abrange os métodos de levantamento do ambiente físico, aspectos ambientais, comportamentos de uso em diferentes horários. A validação do método envolveu a verificação espacial dos pontos de coleta, o tempo de observação e os horários de registro, num período de sete dias e em três intervalos horários distintos. Os resultados revelam que a Praça Governador Celso Ramos predominantemente funciona como um local de passagem, influenciando áreas periféricas, e apresenta rotas internas marcadas como atalhos.

1 INTRODUÇÃO

A cidade é uma teia vibrante de interações que geram bem-estar e atraem pessoas à vida em comunidade, transcendendo motivações individuais (Cullen, 1961). As mudanças do contexto contemporâneo exigem uma relação entre a sociedade e seu espaço físico-natural.

A aglomeração urbana, o avanço da tecnologia e a consequente redução de espaços verdes urbanos, propiciam um estilo de vida sedentário e desconexo com a natureza (Marques; Nahas, 2003). Os espaços verdes urbanos são caracterizadas pela presença de vegetação, como praças, parques e jardins públicos, sendo refúgios para interações sociais, atividades recreativas e conexões com a natureza em meio ao contexto urbano (Beatley, 2011). Considerando a escala, a quantidade, a diversidade, a condição e disposição da vegetação, o entorno, a acessibilidade, a porcentagem de área permeável, a função social e os equipamentos de recreação (Nucci, 2001).

A ausência de vegetação urbana e a falta de conexão e valorização dos espaços verdes é um desafio que impacta a qualidade de vida das comunidades (Shanahan *et al*., 2015), associada à diminuição de atividades físicas contribui para problemas de saúde como obesidade, doenças cardiovasculares distúrbios psicológicos e transtornos do humor (Bratman *et al*., 2019). A presença de áreas verdes urbanas como parques, praças, jardins e arborização pública são apresentadas como indicativos de melhora significativa na qualidade de vida e saúde mental, para o desenvolvimento cognitivo, reduzindo o sedentarismo, promovendo o envelhecimento ativo e saudável (Maia *et al*., 2020). Os indicadores de aumento de bem-estar humano englobam complexidades sociais, econômicas e psicológicas, fazendo com que

os fatores benéficos variem para cada indivíduo (Amato-Lourenço *et al*., 2016; Ximenes *et al*., 2020).

O objetivo deste artigo é apresentar a análise da dinâmica da praça Governador Celso Ramos em Florianópolis e a relação com seus usuários, analisando suas dimensões físicas, ambientais e de uso. As praças constituem elementos essenciais para o florescimento das cidades ao proporcionarem ambientes que incentivam a coesão social, a prática de atividades físicas e o contato direto com a natureza; contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes urbanos, oferecendo áreas de lazer, recreação e respiro em meio à agitação cotidiana (Gehl, 2013).

2 ESPAÇOS VERDES URBANOS

A configuração urbana fundamenta-se na interação entre elementos construídos e não construídos, entrelaçando-se na vitalidade da cidade. Os termos que descrevem os espaços não construídos são espaços livres, vazios urbanos, interstícios, áreas abertas, locais destinados, áreas verdes, espaços coletivos, espaços neutros e públicos (Romero, 2001).

Os espaços verdes urbanos referem-se às áreas do ambiente urbano que são caracterizadas pela presença significativa de vegetação, como praças, parques, jardins e áreas ajardinadas. Estes espaços são projetados para fornecer à comunidade locais para recreação, interação social, atividades físicas e contato direto com a natureza em meio ao ambiente construído da cidade. Gehl (2013) destaca a importância desses espaços como elementos essenciais para o desenvolvimento urbano sustentável, proporcionando benefícios estéticos, contribuindo para a saúde mental e física da população e promovendo a qualidade de vida nas áreas urbanas.

A interação social é estimulada por meio de eventos culturais, como apresentações ao ar livre e feiras, destacando a importância desses espaços como pontos de encontro comunitários (Carr *et al*., 2018). A presença de áreas verdes pode incentivar práticas mais contemplativas, como leitura e relaxamento, contribuindo para a redução do estresse e da saúde mental (Keniger *et al*., 2013).

No processo de análise do espaço urbano inerente às relações sociais e estruturais a percepção desse espaço torna-se fundamental para entendimento da paisagem dinâmica e da qualidade visual e ambiental dos elementos da interação entre o indivíduo e o contexto urbano (Barbosa, 2012).

A percepção do espaço não se resume apenas a observar o espaço, é preciso vivenciá-lo, tornar-se parte integrante, absorver as experiências individuais ou coletivas, e explorar as diversas formas de compreender esse espaço. A apreciação da complexidade da paisagem urbana e a capacidade de entender a cidade valorizam os indicadores sociais e as manifestações de seus habitantes, residentes ou visitantes (Barbosa, 2012).

A análise dos espaços verdes urbanos revela a complexidade e a interconexão entre o ambiente construído e a natureza, influenciando o planejamento e design urbanos. As praças desempenham um papel multifuncional, servindo como áreas de lazer, locais de encontro e expressão cultural. A análise abrangente desses elementos contribui para a criação de ambientes urbanos mais sustentáveis, que promovem a biodiversidade e a qualidade do ar, a saúde mental e o bem-estar da população.

3. CASO – PRAÇA GOVERNADOR CELSO RAMOS

A praça Governador Celso Ramos precisa atender um conjunto de legislações, destacando-se: a Lei Complementar n° 482, responsável por instituir o Plano Diretor de Florianópolis, que oferece orientações específicas para a gestão de espaços urbanos, estabelecendo diretrizes para sua implantação, melhoria e desenvolvimento; a Lei n° 1224/74, que institui o código de posturas, estabelecendo as regras à utilização e manutenção das praças; e a Floram que estabelece normas gerais para a adoção de praças, visando garantir sua conservação e preservação ambiental.

A metodologia aplicada ao estudo do caso da praça Governador Celso Ramos, apresentada neste artigo, utilizou do levantamento de dados do seu entorno imediato, dados da base cartográfica e pesquisa de campo com visitação *in loco*. A partir dos dados levantados foi possível identificar diferentes padrões de ocupação urbana, densidade e características morfológicas da área em estudo.

Para a compilação e produção de dados foi utilizado o arquivo de curvas de nível em dwg da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2015) e inserido no *software* AutoCad 2018. Em função das diferentes configurações de praças e de malhas urbanas existentes nas cidades, definiu-se, a partir da metodologia de Silva *et al*., (2019), como entorno imediato um raio de 200m a partir das quatro esquinas da praça para análise dos mapas.

Os mapas gerados englobam características do ambiente urbano. O Mapa de Uso do Solo, que diferencia áreas ocupadas (cheios) de áreas desocupadas (vazios), oferecendo uma representação visual clara da distribuição e ocupação do espaço. O Mapa de Tipologia Edilícia classifica as estruturas em categorias residenciais, comerciais, mistas e institucionais, destacando a diversidade arquitetônica presente na área de estudo. O Mapa de Caracterização das Alturas identifica as edificações em quatro categorias de altura (de 1 a 2 pavimentos, de 3 a 4 pavimentos, 5 a 7 pavimentos e mais de 8 pavimentos), proporcionando uma compreensão visual das características verticais da paisagem urbana. O Mapa de Tipologia Viária, utilizando a metodologia de Castello (2008), diferencia entre vias arteriais, coletoras e locais, abordando a conectividade e as características de tráfego na área.

O Plano de Uso e Ocupação do município (SANTA CATARINA, 2023), define as vias turísticas-panorâmicas, com função complementar de turismo e lazer, devido a visibilidade que propiciam à paisagem natural da região. Com uma avaliação inicial, os horários e a frequência para a marcação dos registros, foram definidos conforme maior intensidade de uso da praça e a definição das categorias dos pontos focais em relação ao espaço e a determinação da faixa de horário. A preocupação foi abranger a cobertura visual completa da praça, totalizando 19 pontos focais. A análise conduzida em diferentes momentos do dia proporcionou uma compreensão abrangente das dinâmicas de utilização da área, contribuindo para uma avaliação completa e contextualizada da interação entre os usuários e o ambiente da praça.

O uso do solo e tipologia viária do entorno imediato da praça destacou a predominância de áreas edificadas em comparação com as não edificadas, tendo mais espaços urbanos ocupados do que vazios. Foi observado a preeminência da via arterial insular, representada pela avenida Beira-Mar, estabelecendo a interligação entre diferentes bairros do município. A presença das vias coletoras, direcionando o fluxo às vias locais e panorâmicas.

Na tipologia edilícia e caracterização de alturas, foi observado a predominância do uso residencial, representando 86% da ocupação do solo. A área é composta por 210 edificações residenciais, 21 comerciais, 7 institucionais e 5 edificações de uso misto. Sobre a altura das construções circundantes, observa-se a predominância de edifícios com mais de 8 pavimentos na região. Devido à proximidade com a orla marítima e à elevada densidade populacional do bairro, essa área configura-se como uma localidade residencial.

A pesquisa ambiental foi conduzida de maneira quantitativa, com uma abordagem subdividida em categorias de portes, visando a organização sistemática, identificando assim, a presença de 57 espécies arbóreas classificadas como de grande porte, 35 de médio porte e 13 de pequeno porte. Essa segmentação por porte proporciona uma análise da composição arbórea e da biodiversidade vegetal na praça Governador Celso Ramos, identificando a proporção da copa das árvores pelo sombreamento e na qualidade ambiental para o conforto dos frequentadores do espaço público. As espécies arbóreas de grande porte representam 80% da vegetação total da praça.

3.1 Resultados

No que diz respeito à utilização da praça (Figura 1), é possível categorizá-la em três grupos distintos: lazer, comercial e de passagem. O grupo de lazer engloba uma variedade de atividades, como caminhadas, sociabilização, observação, passeios com animais de estimação, repouso e brincadeiras. Estas atividades coexistem harmoniosamente, devido à demarcação clara de espaços existente na praça.

O playground e a grama são destinados a atividades lúdicas infantis, enquanto os bancos servem para descanso e sociabilização. Os caminhos internos e externos, juntamente com os "pets places", são utilizados para passeios com cães. A academia ao ar livre é voltada para atividades físicas. Os gramados são empregados de maneira versátil, abrangendo passeios com animais de estimação, brincadeiras, descanso e interações sociais.



Fig 1 Infraestrutura e arborização da Praça Governador Celso Ramos.

O maior conglomerado de pessoas está concentrado nas extremidades periféricas da praça, com uma incidência interna durante os horários noturnos. A análise revela que a utilização noturna foi mais expressiva, destacando-se nos extremos inferior e superior da praça.

No período matutino, é perceptível uma concentração significativa de pessoas na lateral esquerda da praça, onde se encontra uma parada de ônibus. Esse fenômeno sugere que a utilização intensificada dessa área pode ser atribuída às pessoas que utilizam o transporte público nesse horário.

As áreas que permaneceram desocupadas ao longo do dia abrangem tanto áreas com vegetação arbustiva quanto gramados. Observa-se que o hábito de utilizar os gramados dos espaços públicos não é comum. Em alguns pontos, existem placas proibitivas que desencorajam o pisoteio nos gramados.

A concentração de pessoas está nas regiões onde estão situados pontos de ônibus e mobiliário urbano. Este padrão de circulação e a concentração em áreas específicas sugerem considerações quanto a importância de aprimorar a acessibilidade e a disposição estratégica de infraestruturas urbanas para a integração e a funcionalidade desses espaços públicos.

Um aspecto relevante é a adjacência da praça a beira mar, uma localidade frequentemente utilizada pela população para atividades durante os dias úteis e finais de semana, promovendo uma interrelação direta entre estes dois espaços.

Quanto ao uso comercial, destaca-se a realização de uma feira de produtos orgânicos que ocorre semanalmente, especificamente nas sextas-feiras durante o período matutino. Essa feira é instalada na rua paralela à praça e à beira-mar, ocupando toda a sua extensão, nos demais dias, é destinada a estacionamentos. Esse evento comercial abrange diversas barracas que oferecem produtos hortifrútis, peixes e itens coloniais, exercendo significativa atração de frequentadores que transitam pela praça. Essa dinâmica comercial, ao ocorrer nas proximidades, contribui para a oferta de serviços e produtos na área, complementando as atividades usuais da praça Governador Celso Ramos.

A utilização da praça pelo deslocamento de pedestres (Figura 2), em rotas identificáveis, cuja intensidade varia conforme a origem e o destino dos pedestres, se destaca como a principal função do espaço. A análise de variância da relação entre as ações realizadas na praça e os dias da semana, revelou que a ação de circular apresentou uma relação significativa com todos os dias da semana ($F = 92,01$, $p = 0,0000154$). Isso significa que, independentemente do dia da semana, a ação de circular foi significativamente mais frequente do que as demais ações. Em relação as demais ações, estas não apresentaram diferenças entre si. Isso significa que, mesmo a ação de passear com o pet sendo a maior em relação às demais ações, ou socializar sendo inferior às outras ações, essas não apresentam diferenças significavas entre os dias da semana.

A análise das atividades identificadas na praça, revela a prevalência das atividades de brincar e exercitar-se durante os domingos, indicando a influência do final de semana e, possivelmente, do projeto municipal Via Amiga do Ciclista. O brincar e o observar também foram mais expressivos na quinta-feira, véspera de feriado, mostrando aqui uma possível influência do mesmo.

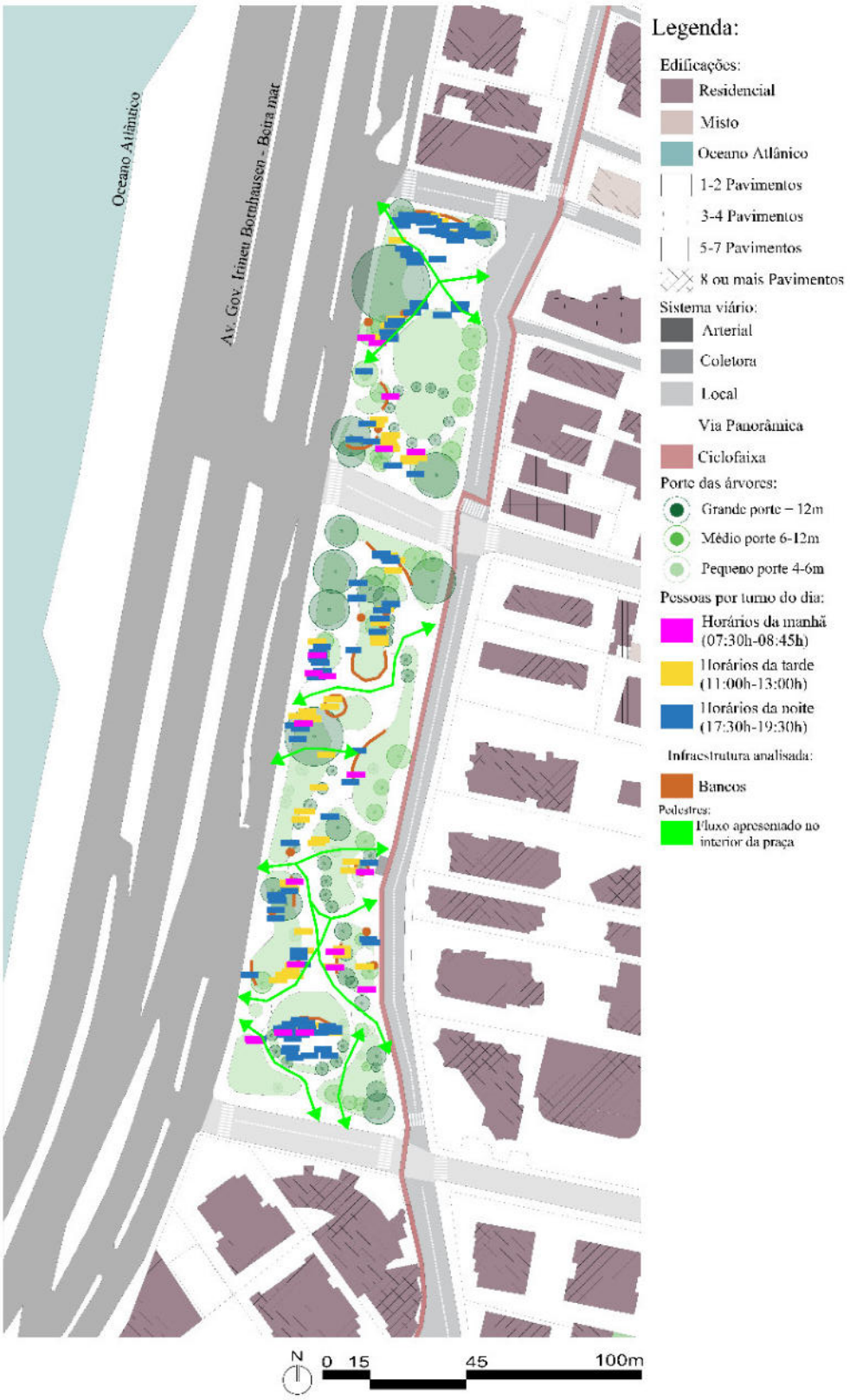


Fig 2 Quantidade de pessoas em observação em relação ao período do dia, localização da infraestrtutura urbana e vegetação arbórea

Em relação aos horários de maior utilização da praça (Figura 3), observa-se que sua frequência é homogeneamente distribuída, apresentando diferenças mínimas entre os períodos do dia. Nas proximidades da noite, representando 39% do total de usuários, seguida pelo turno da tarde com 33%, e a parte da manhã com 28%. A análise destes dados permite concluir que não há uma preferência significante entre os horários mensurados, indicando uma distribuição equitativa ao longo do dia.

A frequência de utilização da praça por adultos foi a maior em todos os horários do levantamento, totalizando 69% dos usuários totais. Os idosos constituem 26% dos usuários, com uma distribuição equitativa de preferência de uso ao longo do dia. Os jovens representam apenas 8,5% do total de usuários da praça, e 47% deles demonstraram preferência por utilizar o espaço durante o período noturno. As crianças constituem o grupo com menor utilização da praça, sendo predominantemente durante o período noturno, o que representa 60% do uso diário, possivelmente relacionado ao término do expediente de seus pais, que as acompanham até a praça.

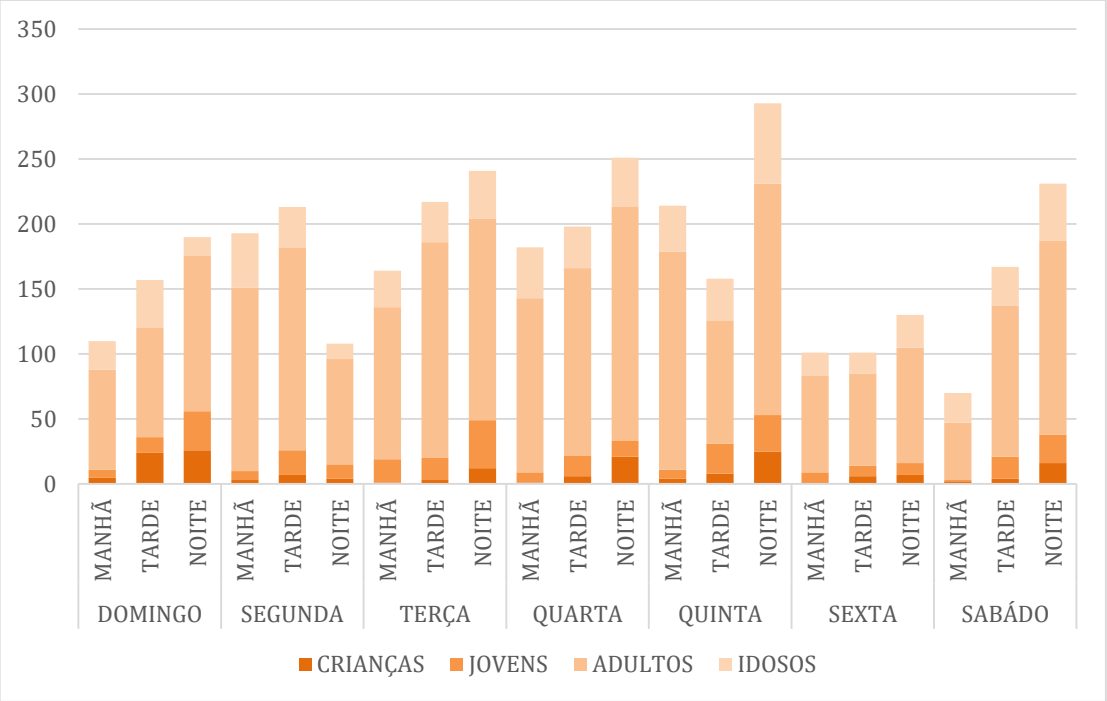


Fig 3 Relação da faixa etária, período do dia e dia da semana

Em relação aos aspectos sensoriais da praça, devido à sua proximidade com o oceano e um entorno imediato com prédios acima de 8 pavimentos, a praça sofre a influência de vento presente ao longo do dia, porém, sem corredores de vento. A faixa litorânea de Florianópolis apresenta uma pequena variação do vento predominante ao longo dos meses, mas o vento norte é o que mais recorre, ocorrendo em dez meses do ano (Silveira *et al*., 2014).

As estações do ano exercem uma influência direta sobre as vegetações, com algumas espécies apresentando floração em períodos específicos, como na primavera, ou frutificando durante o verão. Algumas plantas podem ser perenes, mantendo suas folhas durante todo o ano, ou perder todas as folhas no inverno, e outras evidenciando coloração amarelada durante o outono. Em consonância com essas variáveis, realizou-se um levantamento vegetal, considerando especialmente os aspectos de floração e frutificação.

Os resultados obtidos do levantamento vegetal, exibe a floração e frutificação das vegetações da praça correlacionadas com cada estação do ano. Ao examinar essa representação visual, torna-se perceptível que as estações da primavera e verão, conferem à praça uma diversidade de cores. A floração das plantas exerce uma influência significativa nas sensações humanas, proporcionando uma experiência sensorial. O desabrochar das flores representa um ciclo vital na natureza, desencadeando uma resposta emocional pelas cores e fragrância, estimulando os sentidos e conexão com o ambiente natural.

4. CONSIDERAÇÕES

A utilização de uma praça é influenciada por diversas variáveis. Tal constatação é respaldada pelos achados de Oliveira (2005), que, ao investigar três praças em seu estudo, identificou comportamentos distintos entre elas. As praças diferem em termos de quantidade de frequentadores e tipos de atividades desenvolvidas, variando conforme sua localização e infraestrutura disponível. É comprovado que a intensidade de uso de espaços públicos está diretamente relacionada à qualidade espacial, englobando a presença de equipamentos e mobiliários urbanos, bem como as condições de manutenção e conservação. Esta conclusão ressalta a importância de ponderar não apenas os aspectos físicos, mas também a necessidade de uma gestão apropriada e manutenção contínua para fomentar uma utilização eficaz e significativa dos espaços públicos urbanos.

A praça conta com itens variados de infraestrutura como bancos, postes e lixeiras e pode-se observar que os frequentadores que optaram por permanecer na praça demonstraram uma preferência pelos bancos posicionados sob a sombra das árvores, evidenciando a influência direta da vegetação na escolha de áreas de descanso. Já os espaços como playground foram mais utilizados aos domingos e quinta feira, independentemente de seu sombreamento.

A praça analisada desempenha predominantemente a função de ponto de passagem, com sua utilização mais notável nas áreas periféricas e a presença de fluxos internos que podem ser identificados como atalhos. A frequência de utilização da praça foi por adultos ao longo dos dias, sem destacar uma preferência horária específica, apresentando uma distribuição homogênea ao longo da semana.

Observa-se que a praça se destaca pela sua funcionalidade cotidiana, por eventos específicos, como a feira orgânica nas sextas-feiras, sendo que essa iniciativa contribui para a dinâmica da praça, atraindo visitantes adicionais e promovendo uma interação mais ativa com o espaço urbano. Este cenário sugere que a proximidade com um final de semana ensolarado pode motivar os residentes a se deslocarem em direção às praias, impactando o uso da praça de maneira semelhante em ambas as situações.

A análise sensorial, considerando as vegetações que apresentam floração ou frutificação ao longo do ano, identificou que este aspecto florístico contribui significativamente para atrair pessoas à praça e prolongar sua permanência, tornando-a mais agradável e convidativa. Contudo, foi constatada a presença excessiva de pragas, como caramujos e roedores, o que pode desestimular a frequência de pessoas na praça e restringir o desfrute do local. Tal situação pode representar um potencial problema de saúde pública na cidade, sugerindo a necessidade de estudos comparativos em outras praças do município para uma análise mais abrangente.

O levantamento da vegetação identificou a presença de vegetações arbóreas e rasteiras exóticas, o que representa um fator prejudicial à biodiversidade local. Considerando que a última revitalização da praça ocorreu em 2010, a implementação de políticas públicas e incentivos que promovam a introdução de mais vegetações nativas nos espaços urbanos, transformando a praça Governador Celso Ramos em um local que incorpora características sustentáveis e ecológicas locais.

REFERÊNCIAS

AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de; SILVA FILHO, D. F. da; MAUAD, T. (2016) **Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde**. Estudos Avançados.

BARBOSA, A. C. L. (2012)**Espaço urbano e percepção do ambiente na avenida litorânea em São Luís do Maranhão.** Dissertação (Mestrado em Cultura e Sociedade) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

BEATLEY, T.(2011) **Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning**. Edição 2. Island Press.

BRATMAN, G. N., *et al*. (2019)**Nature and mental health: An ecosystem service perspective**. Science Advances.

CARR, S., *et al*.(2018) **Public Space.** Cambridge University Press.

CASTELLO, I. R.(2008) **Bairros, loteamentos e condomínios: elementos para o projeto de novos territórios habitacionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

CULLEN, G.(1961) **The Concise Townscape**. Editora: Architectural Press.

GEHL, J. (2013) **Cidade para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. (2003) **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras**. Estudos Geográficos, Rio Claro.

KABISCH, N., HAASE, D.(2014) **Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany**. Landscape and Urban Planning.

KENIGER, L. E., *et al*. (2013) **What are the benefits of interacting with nature?** International Journal of Environmental Research and Public Health.

LOURENÇO, B. M. (2020) **Parque Urbano em Três Pontas: a biofilia como identidade do espaço**. Centro Universitário do Sul de Minas.

LYNCH, K. (1960) **The Image of the City.** The MIT Press.

MAIA, I. P., *et al*. (2020) **A importância das áreas verdes em espaços urbanos: reflexões sobre qualidade de vida e marcos legais**. Revista Produção Acadêmica - Núcleo de Estudos Urbanos Regionais e Agrários/Nurba, 20

MARQUES, A.C. e NAHAS, M.V.(2003) **Qualidade de vida de pessoas portadoras de Síndrome de Down, com mais de 40 anos.** Estado de Santa Catarina. Revista Brasileira de Ciência e Movimento.

NUCCI, J. C. (2001)**Environmental quality and urban densification: a study of ecology and landscape planning applied to the Santa Cecilia district (MSP)**. Curitiba, Paraná.

OLIVEIRA, L. A. de. (2005) **O papel da praça na cidade: aspectos ambientais, de uso e de percepção.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. (2023) **Geoportal**. Mapas interativos. 2023. Disponível em: https://geoportal.pmf.sc.gov.br/map. Acesso em 12 de março de 2023.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. (2023)**Plano Municipal da Mata Atlântica**. 1ª edição. Florianópolis. 2020. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/. Acesso em 10 de março de 2023.

ROMERO, M. A. B.(2001) **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

SANTA CATARINA. **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014**. Institui o plano diretor de urbanismo do município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-florianopolis-sc. Acesso em 02 de mar. de 2023.

SCHEUER, J. M., & Neves, S. M. A. da S.(2016) **Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida**. Revista Meio Ambiente E Sustentabilidade.

SHANAHAN, D. F., *et al*. (2015) **Socioeconomic inequalities in access to nature on public and private lands: A case study from Brisbane, Australia**. Landscape and Urban Planning.

SILVA, R. B. A, *et al*. (2019) **Qualidade espacial no entorno de praças: o caso da Praça São Bento, em Marília – SP**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades.

SILVEIRA, R. B., et al.(2014) **Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina.** Anais do x simpósio brasileiros de climatologia geográfica.

XIMENES, D. S. S. *et al*. (2020) **A importância dos espaços públicos e áreas verdes pós-pandemia na cidade de São Paulo (SP)**. Revista LABVERDE. FAUUSP. São Paulo.

PROJETO REDE DE PARQUES DA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA, BRASIL

L.B. Laranja-Monteiro, B.C. Louzada, M. P. Rodrigues, A.L.M. Receputi

RESUMO

O artigo descreve a elaboração e os desafios na implantação da Rede de Parques Metropolitanos (RPM) na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), destacando a priorização das áreas com base na análise socioeconômica e ambiental. A RPM é essencial no Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da RMGV, parte do programa para reduzir desigualdades urbanas, fortalecendo centralidades urbanas. Estudos relacionados à justiça ambiental demonstram que áreas verdes elevam a qualidade ambiental e urbana, indicando uma relação direta entre cobertura arbórea e prestígio social, independentemente de renda ou etnia. Com a nova legislatura nos municípios metropolitanos em 2024, há uma oportunidade de retomar e implementar efetivamente a proposta, em especial devido aos desafios climáticos, onde a preservação de áreas verdes desempenha um papel crucial na mitigação de riscos de deslizamentos e inundações.

1 INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), estado do Espírito Santo, Brasil, foi instituída em 1995 e atualmente é composta pelos municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. A RMGV pertence ao grupo de RMs criadas após a Constituição Brasileira de 1988, que passou aos estados tal atribuição. A governança atual, estabelecida em 2005, não obstante descontinuidades administrativas, foi crucial para a elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), principal instrumento da gestão interfederativa, em atendimento aos prazos e conteúdos estipulados na Lei Federal 13.089/2015, o Estatuto da Metrópole.

Os espaços metropolitanos brasileiros são caracterizados por concentrar população e meios de produção, mas também por questões ambientais agudas e deficiências de infraestrutura urbana em grandes partes de seus territórios. A dimensão urbana das metrópoles ultrapassa sua expressão demográfica, uma vez que o acesso aos recursos fornecidos por suas múltiplas funções afeta diretamente a vida dos indivíduos de uma sociedade (Ribeiro et al., 2013). O Índice de Bem-Estar Urbano (Ibeu), proposto para avaliar as condições do meio ambiente construído nas Regiões Metropolitanas do Brasil a partir de dados censitários, demonstra que as condições não estão distribuídas de forma igualitária nas 15 principais metrópoles do país. A dimensão Condições Ambientais Urbanas na RMGV, segundo a métrica do Ibeu

Local, mostra fortes desigualdades internas: apenas uma pequena parte do território da metrópole, perto de 30 %, está classificada com os melhores índices.

A Rede de Parques Metropolitanos (RPM) é um dos cinco projetos prioritários selecionados pela governança metropolitana, na esteira da elaboração do PDUI da RMGV, Lei Complementar Estadual 812/2017. O projeto faz parte do Programa Redução de Desigualdades no Acesso à Metrópole e compõe a Política Integrada de Fortalecimento de Centralidades. Por ser prioritário, o projeto teve instituído um grupo de técnico (GT) que contou com representantes dos entes que compõem a governança metropolitana e, sob coordenação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, foi responsável pelo desenvolvimento da proposta elaborada no PDUI.

A RPM está contida na Macrozona de Qualidade Ambiental do PDUI, que busca criar uma rede de áreas naturais visando o funcionamento ecológico da metrópole "capaz de contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, por meio do desenvolvimento sustentável da RMGV" (Espírito Santo, 2017). A proposta está apoiada, portanto, na indicação de que o acesso a recursos presentes no espaço urbano, inclusive os ambientais, são preponderantes para a reprodução social que se realiza coletivamente, "mesmo em práticas ou experiências individuais" (Ribeiro *et al*., 2013). O apoio ao desenvolvimento sustentável, pelo lado econômico, está na ampliação de atividades relacionadas à economia criativa, como por exemplo novas oportunidades de renda advinda de serviços demandados pela gestão, uso e visitação das áreas.

Em consonância a essa ideia, Magnaghi (2017) propõe repensar o território a partir da noção de biorregião urbana. Esse conceito engloba a compreensão da nova dimensão geográfica do habitar e as suas relações multiescalares, as diferentes relações entre espaço físico (finito) e o espaço das redes informacionais (infinito), por meio de uma redefinição das relações entre o sistema dos assentamentos históricos (urbanos e rurais), sistema de espaços abertos e construídos, entre os espaços públicos e os tecidos que a eles se aliam. Em face da interdependência no funcionamento do sistema ecológico, a sustentabilidade urbana demanda uma visão holística e sistêmica do território, aliada a um pensamento relacional, abandonando a concepção de que áreas urbanas não possuem capacidade de exercer função ecológica. Nesse sentido, Magnaghi aprofunda a necessidade de encarar o território enquanto bem comum com o intuito de explicitar o papel potencialmente inovador que poderá ser desempenhado pelos espaços abertos (agroflorestais, fluviais, dentre outros) a requalificação das formas de se habitar o território e a cidade.

O percentual de áreas livres urbanas tem papel fundamental na distribuição equitativa das boas condições urbanas, sobretudo para populações vulneráveis. Estão também documentados a diminuição da incidência de doenças relacionadas ao ambiente e à obesidade e o aumento da longevidade. Revisão rigorosa de estudos conduzida por Kondo *et al.* (2018), encontrou correlação positiva entre espaços verdes urbanos na atenção, disposição e atividade física, enquanto indicadores tais como mortalidade, frequência cardíaca e violência se mostraram inversamente proporcionais. Ademais, estudos sustentam que acesso a recursos naturais e uso do solo equilibrado fazem parte do escopo da justiça ambiental e sugerem diversificação de estratégias para a integração de intervenções com objetivos variados (Jennings, *et al.*, 2012). Por exemplo, a proteção de nascentes e o reflorestamento; acúmulo de águas pluviais e parques lineares ou hortas urbanas. Baixas taxas de cobertura por copas de árvores podem evidenciar áreas ocupadas por população de

menor prestígio social, seja este entendido por baixa renda ou etnia e indicam onde a intervenção pública é mais necessária. (Dai, 2011).

Maiores percentuais de áreas verdes, característicos de maior qualidade ambiental e urbana, por outro lado, indicam maior resiliência dos serviços ecossistêmicos necessários ao bom funcionamento das cidades, tais como a qualidade do ar e da água, além da permeabilidade do solo, com rebatimentos em enfrentamento aos efeitos das mudanças climáticas (Andersson, 2006; Taylor *et al.*, 2015). Alagamentos, deslizamentos, ilhas de calor e poluição de recursos hídricos são influenciados pelo grau de integridade dos espaços naturais na escala da região, que, por sua vez, são fruto do planejamento e da ocupação. Ao endereçar as áreas verdes como mitigação das desigualdades espaciais expressas no território metropolitano, o projeto tem proporcionalmente maior impacto para estratos socioeconômicos mais baixos (Nesbitt *et al.*, 2019) ao mesmo tempo em que dialoga com frentes múltiplas de intervenção possíveis. Na RMGV, esta constatação está documentada na análise de Dimensão Condições Ambientais Urbanas que identifica as piores condições nas áreas ocupadas pelo mais baixo estrato populacional (Lira *et al.*, 2014) e foi confirmada no diagnóstico do PDUI. Este reiterou a necessidade de endereçar ações de redução das desigualdades socioterritoriais e a urgência de equacionamento de problemas ambientais, principalmente os relacionados às áreas de risco e à poluição ambiental, temas profundamente relacionados (Tomàs, 2016).

2 UMA REDE DE PARQUES PARA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA

A distribuição equânime de melhores condições de vida, objetivo do PDUI, pode ser, em parte, atingida por meio da estruturação de espaços existentes (nós), que irradiem qualidade ambiental e desenvolvimento socioeconômico em suas áreas de influência, e arcos de conexão. Tais arcos devem assegurar a conectividade da rede e promover a renaturalização dos espaços urbanos da RMGV de modo a compor uma estrutura metropolitana, que expresse as características intrínsecas aos espaços verdes (nós), mediadas por relações (arcos) que os conectam (Scott, 2000), a despeito das disparidades entre municípios.

O projeto da Rede de Parques foi concebido ao longo de 2018 e teve como base a Macrozona de Qualidade Ambiental e Urbana do PDUI/RMGV e o conceito utilizado na Rede do Porto, Portugal, que considera relevantes os espaços a partir de seus valores não apenas naturais, mas também culturais, assim como pela função ecológico-ambiental que exercem. Deste modo, são considerados estratégicos tanto para a estrutura ecológica da metrópole quanto pelas demais funções que exercem (RPM-PORTO, 2009, p.7).

Em síntese, o conjunto de nós e conexões da rede têm como princípio definidor os espaços livres públicos capazes de assegurar a preservação de áreas de interesse ecológico, ambiental e paisagístico e suas conexões. Para estabelecer a rede, partiu-se da escolha de espaços já protegidos, considerando dois critérios: a sua característica interna específica e a influência que exercem em suas áreas circundantes (IJSN, 2018).

Para definição dos nós, o projeto utilizou o mapeamento de áreas protegidas, áreas de risco e de vulnerabilidade ambiental, e demais paisagens que contribuem para a promoção dos valores identitários, culturais e turísticos da RMGV, conforme diagnóstico do PDUI (IJSN, 2018). Esta primeira etapa identificou 70 áreas potenciais: 32 (46%) áreas naturais protegidas enquadradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza -

Snuc (Lei n° 9.985/2000); 17 áreas protegidas pelo Código Florestal (Lei n° 12.651/2012) ou por legislações específicas municipais, estaduais ou federais (24%) e 21 Parques Urbanos municipais, (30%). Com base nos usos permitidos para cada enquadramento, as 70 áreas foram agrupadas em 9 categorias: Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Área de Proteção Ambiental (APAs), Monumento Natural (MN), Estação Ecológica (ESEC), Área de Preservação Permanente (APPs), Reserva Ecológica (RE) e Parque Urbano.

A segunda etapa refinou para 29 áreas, designadas como nós principais na Rede, por meio da análise do uso e das atividades permitidas, bem como da abrangência metropolitana dos Parques Urbanos. As demais 41 áreas foram entendidas como potenciais e, em alguns casos, reclassificadas como conexões. Desta forma, por não permitirem visitação, foram excluídas as UCs das categorias Reserva Biológica (REBIO) e Estação Ecológica (ESEC), que passaram a ser consideradas como conexões da Rede. As Áreas de Proteção Ambiental (APAs); Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS); Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Ecológicas (REs), reguladas pela Lei nº 12.651/2012, também passaram a ser entendidas como conexões ou nós secundários. As exceções são as APP Morro do Moreno e Lagoa Encantada, ambas bastante antropizadas, que permaneceram classificadas como nós.

Importa ressaltar a participação de servidores municipais, que compuseram o grupo técnico de trabalho (GT Rede de Parques), no âmbito da governança metropolitana. Tal grupo, foi fundamental na obtenção de dados e de informações ausentes nos sítios eletrônicos das prefeituras. Desse modo, os nós principais da RPM, foram definidos por: 1- Parque Natural Municipal (PNM) do Monte Mochuara, 2- PNM do Manguezal de Itanguá, 3- Parque Cravo e a Rosa (Cariacica); 4- PNM Goiapa-Açu (Fundão); 5- Parque Estadual (PE) Paulo César Vinha, 6- PNM Morro da Pescaria (Guarapari); 7- PNM de Bicanga, 8- Parque Jardim Botânico, 9- Parque da Cidade (Serra); 10- PNM Rota das Garças (Viana); 11- PNM Morro da Manteigueira, 12- PNM de Jacarenema, 13- Monumento Natural (MN) Morro do Penedo, 14- APP do Morro do Moreno, 15- APP Lagoa Encantada, 16- Parque da Prainha (Vila Velha); 17- PE da Fonte Grande, 18- PNM da Gruta da Onça, 19- PNM do Vale do Mulembá-Conquista, 20- PNM Pedra dos Olhos, 21- PNM de Tabuazeiro, 22- PNM Von Schilgen, 23- PNM Dom Luís Gonzaga Fernandes, 24- Parque Moscoso, 25- Parque Municipal (PM) da Fazendinha, 26- PM da Ilha do Papagaio, 27- PM Horto de Maruípe, Parque Botânico da Vale e 29- PM Parque Pedra da Cebola (Vitória).

Em resumo, das 29 áreas contempladas para compor a RPM, a maior parte é composta por Unidades de Conservação, UCs (59%); 34% de Parques Urbanos e 7% correspondem a áreas verdes regidas pelo Código Florestal.

Cada nó foi caracterizado e documentado por meio de uma ficha descritiva, baseada em pesquisa documental em sites das prefeituras municipais e registros setoriais do governo estadual. Constam das fichas informações sobre o ano e o instrumento normativo de criação; foto; área, situação de regularidade fundiária; existência de plano de manejo e conselho; órgão gestor; infraestrutura existente; atividades desenvolvidas; atividades conflitantes; horário de visitação e paisagens identitárias metropolitanas. O mapeamento georreferenciado incluiu a identificação de área de influência direta (AID), limites do espaço protegido, vias e hidrografia principal, existência de áreas de risco ou de Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis), ver Figura 1. As AIDs foram estabelecidas para delimitar o espaço geográfico potencialmente afetado por cada nó, com raio de 1km. Posteriormente as AIDs

foram refinadas com base em análise particularizada de continuidade na malha urbana e contiguidade de setores censitários, como preparação para a caracterização social e priorização de implementação.

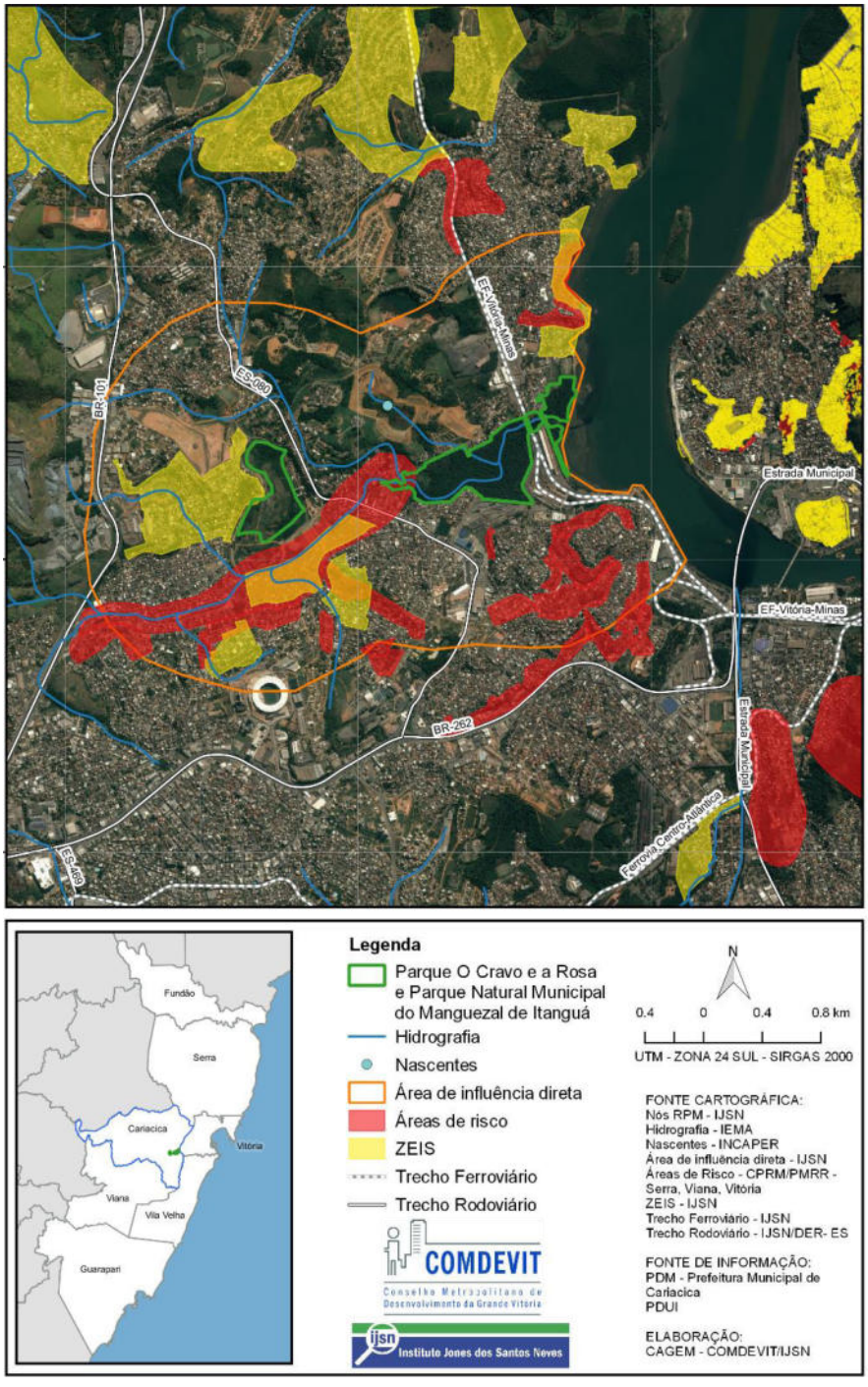


Fig. 1 Exemplo de mapeamento – Parques O Cravo e a Rosa e Manguezal de Itanguá

A terceira etapa de projeto executou a caracterização socioeconômica do entorno dos nós e foi feita por meio dos seguintes dados e informações: bairros; população; renda e esperança de vida ao nascer do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, IDHM, (longevidade; educação e renda); Índice de Vulnerabilidade Social, IVS (infraestrutura; capital humano e trabalho e renda);

Índice de Bem-Estar Urbano, Ibeu (mobilidade, condições ambientais urbanas; condições habitacionais urbanas; atendimento de serviços coletivos e infraestrutura urbana); Zeis; equipamentos de ensino; equipamentos de saúde; e variáveis ambientais (nascentes; corpos hídricos e áreas de risco).

A priorização constituiu a quarta etapa do projeto e observou, para cada uma das áreas, a resposta binária (sim ou não) para 11 indicadores: IDHM longevidade (médio a muito baixo); IDHM educação (baixo a muito baixo); IDHM renda (médio a muito baixo); IVS (alto e/ou muito alto); Ibeu Mobilidade Urbana (ruim e/ou regular); Ibeu Condições Ambientais Urbanas (ruim e/ou regular); Ibeu Condições Habitacionais Urbanas (ruim e/ou regular); Ibeu Atendimento de Serviços Coletivos (ruim e/ou regular); Ibeu Infraestrutura Urbana (ruim e/ou regular); presença de Zeis; e presença de áreas de risco. Finalmente, a informação sobre a infraestrutura de cada área foi somada à análise. Os servidores municipais no GT Rede de Parques forneceram subsídios e detalhamentos sobre a gestão de cada município e para a identificação dos espaços onde a ausência ou precariedade da infraestrutura interna impediam o uso efetivo das áreas.

A escolha de prioridades é condição necessária para que políticas públicas, como o Projeto da Rede de Parques Metropolitano, sejam implementadas, pois permite a focalização do público-alvo e a tomada de decisão quanto à alocação de recursos no tempo, começando por onde se apresentam os piores indicadores socioeconômicos.

Após definidos e priorizados os 29 nós principais, foram explicitadas as conexões, entendidas como ligações entre dois (ou mais) nós que podem ser entendidas, segundo sua função, como físicas ou visuais. As conexões físicas são aquelas que podem ser percorridas por humanos ou por outras espécies, característica importante em um ecossistema. As conexões visuais, com potencial ativador de identidade, são eixos de visualização formadores da paisagem, e podem ser destacados tanto em cada um dos espaços protegidos (nós), mas também ao longo de percursos.

As conexões físicas foram agregadas entre: (i) verdes, tais como remanescentes florestais e faixas litorâneas; (ii) azuis, formadas por corpos hídricos; (iii) vermelhas, compostas por eixos viários com ciclovias ou cujos canteiros centrais e faixas de domínio permitam arborização.

3 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

O Projeto Rede de Parques Metropolitanos da RMGV constituiu um aprofundamento da Macrozona de Qualidade Ambiental e Urbana do PDUI/RMGV e organizou, de forma sistematizada, dados e indicadores que compõem a documentação, que está à disposição da governança metropolitana.

Partindo da seleção preliminar de 70 áreas, a Rede foi composta pelo sistema de 29 nós principais e conexões físicas e visuais. Dentre os selecionados como principais, 17 são Unidades de Conservação; 10 são Parques Urbanos e 2 são áreas protegidas pelo Código Florestal. No entanto, foi constatado que 10 (58,8%) das UCs não possuem plano de manejo, e dentre as 7 UCs que o possuem, quase a metade dos planos (3) está desatualizada ou defasada. Um percentual um pouco menor possui Conselho Gestor (52.9%). Os demais não possuem, ou não puderam ter a informação localizada, sendo que 1 deles possui um Grupo Gestor. O plano de manejo é documento obrigatório, que estabelece onde e como podem

acontecer as atividades dentro da Unidade, inclusive para a integração à vida econômica e social do entorno e deve, a princípio ser elaborado em até 5 anos da criação da UC (BRASIL, 2000). Resta evidente a importância da institucionalização da preservação apoiada em normativas legais, mas a descontinuidade das ações pode causar a perda dos atributos motivadores originais da proteção.

A análise sistematizada evidenciou questões importantes para a manutenção da qualidade das áreas. A infraestrutura de apoio a visitantes inexiste em 24,1% e está presente em 69% dos nós, mas muito abaixo do necessário em termos qualitativos. Não foi possível obter informação em 6,9% das áreas. Em 55,2% foram identificadas atividades desenvolvidas, o que significa dizer que em mais de um terço (37,9%) não havia oferta contínua de usos por parte dos gestores das áreas. O estímulo ao uso público é primordial para assegurar os benefícios à comunidade, ao passo que a ociosidade pode indicar, ou até mesmo motivar, problemas de segurança. Segundo os representantes municipais no Grupo Técnico, os problemas tanto de infraestrutura quanto de oferta de atividades são resultantes de poucos recursos financeiros e humanos para gerir e planejar adequadamente os espaços livres estudados.

Com relação às atividades conflitantes, têm protagonismo o uso do solo (no exterior e mesmo no interior da área supostamente protegida) e a exploração de recursos naturais incompatíveis com o nível de proteção. Tal fato ganha relevância quando se observa que há dificuldade na obtenção desse tipo de informação, ou seja, a real situação pode ser ainda mais negativa. É relevante a presença ou proximidade de áreas de risco e de Zeis, principalmente nos espaços localizados dentro da mancha conurbada da RMGV. Isso pode demonstrar que alguns nós da rede seriam mais suscetíveis a pressões antrópicas, tais como novas ocupações, mas, paradoxalmente, esses são os nós que podem produzir maior impacto positivo para a diminuição das desigualdades internas à metrópole, podendo servir como norteadores das ações públicas de enfrentamento das vulnerabilidades, se acontecerem a tempo.

Dentre os 29 nós principais da Rede de Parques, 44,83% estão localizados em Vitória, município da capital e que detém os melhores desempenhos em indicadores de qualidade avaliados. De modo geral, a distribuição do IDHM configura arcos das classificações Muito Alto (entre 0.800 e 1,00), Alto (0.7 a 0.799) e Médio (0.600 a 0.699) a partir das localizações litorâneas em Vitória, Vila Velha e de Serra, com menor concentração na orla de Guarapari e de Fundão e em setores mais consolidados de Cariacica. Não há áreas em Viana classificadas como IDHM Muito Alto. Quanto ao Índice de Vulnerabilidade Social, a descrição é quase o negativo do IDHM. Ou seja, a vulnerabilidade aumenta à medida que se afasta das localizações litorâneas. O IBEU, por considerar áreas urbanas, mostra um retrato mais refinado das desigualdades intraurbanas: apenas Vitória, em sua porção leste, apresenta condições excelentes de bem-estar-estar urbano. Serra e Vila Velha apresentam condições muito boas. Por esse motivo a priorização resulta em uma importante estratégia de distribuição de benefícios ambientais e urbanos.

A etapa de priorização hierarquizou os 29 espaços segundo as condições mais desfavoráveis descritas pelos indicadores analisados, ou seja, os espaços em que estão presentes, simultaneamente, aspectos ligados à precariedade. A razão de indicadores de vulnerabilidade, que indica a quantidade de aspectos observada em cada área, sobre o total de 11 indicadores, resultou em uma listagem das áreas que deveriam ser atendidas primeiro por intervenções. Quando necessário, foram utilizados como fatores de desempate: (1) a

menor renda e (2) a maior população na área de influência. Desta forma, não obstante a maior quantidade de áreas em Vitória, as prioridades apontam para outros municípios. As primeiras áreas na capital são o Parque Estadual da Fonte Grande, na região central e o Parque Municipal Fazendinha, limítrofe com Serra, ambos próximos a bairros mais populares e/ou populosos. O Quadro 1 demonstra o resultado.

Quadro 1 – Priorização dos espaços

Priorização dos Espaços - RPM					
Priorização	**Município**	**Nome**	**Pop.** IBGE 2010	**Renda (Sal.Min)** IBGE 2010	**Razão indicadores de vulnerabilidade**
1	Viana	PNM Rota das Garças	4.612	> 3 a 5 sm	0,91
2	Cariacica	PNM do Monte Mochuara	3.671	0 a 3 sm	0,82
3	Vila Velha	PNM Morro da Manteigueira	58.425	> 3 a 5 sm	0,82
4	Cariacica	Parque Cravo e a Rosa	54.028	> 3 a 5 sm	0,82
5	Cariacica	PNM do Manguezal de Itanguá	54.028	> 3 a 5 sm	0,82
6	Vila Velha	PNM de Jacarenema	9.123	> 5 a 10 sm	0,82
7	Serra	Parque Jardim Botânico	19.397	0 a 3 sm	0,73
8	Guarapari	PE Paulo César Vinha	11.936	0 a 3 sm	0,73
9	Vila Velha	APP Lagoa Encantada	47.714	> 3 a 5 sm	0,73
10	Vitória	PE da Fonte Grande	64.221	> 5 a 10 sm	0,64
11	Vitória	PM da Fazendinha	17.408	> 5 a 10 sm	0,64
12	Serra	Parque da Cidade	16.687	> 5 a 10 sm	0,64
13	Vitória	PNM do Vale do Mulembá-Conquista	59.395	0 a 3 sm	0,55
14	Vitória	Parque Horto de Maruípe	54.421	> 3 a 5 sm	0,55
15	Serra	PNM de Bicanga	5.390	> 3 a 5 sm	0,55
16	Vitória	PM Moscoso	23.661	> 5 a 10 sm	0,55
17	Vitória	PNM Pedra dos Olhos	23.253	> 5 a 10 sm	0,55
18	Vitória	PNM de Tabuazeiro	20.292	> 5 a 10 sm	0,55
19	Vitória	PNM Dom Luís Gonzaga Fernandes	35.764	0 a 3 sm	0,45
20	Vila Velha	MN Morro do Penedo	3.800	> 3 a 5 sm	0,45
21	Vitória	PNM da Gruta da Onça	17.766	> 5 a 10 sm	0,45
22	Vila Velha	Parque da Prainha	10.655	> 5 a 10 sm	0,36
23	Guarapari	PNM Morro da Pescaria	2.363	> 5 a 10 sm	0,36
24	Vitória	PM da Ilha do Papagaio	10.309	> 15 sm	0,36
25	Vitória	PNM Von Schilgen	30.569	> 15 sm	0,27
26	Vitória	PM Pedra da Cebola	39.623	> 10 a 15 sm	0,18
27	Vila Velha	APP do Morro do Moreno	17.015	> 15 sm	0,18
28	Fundão	PNM do Goiapaba-Açú	> 426	0 a 3 sm	0,00
29	Vitória	Parque Botânico da Vale	38.020	> 10 a 15 sm	0,00

A Figura 2 apresenta os nós (principais e secundários) e as conexões da RPM. Parte das conexões físicas, referentes ao sistema viário (vermelhas) estão incompletas, apontando ausências principalmente na malha cicloviária e em arborização urbana.

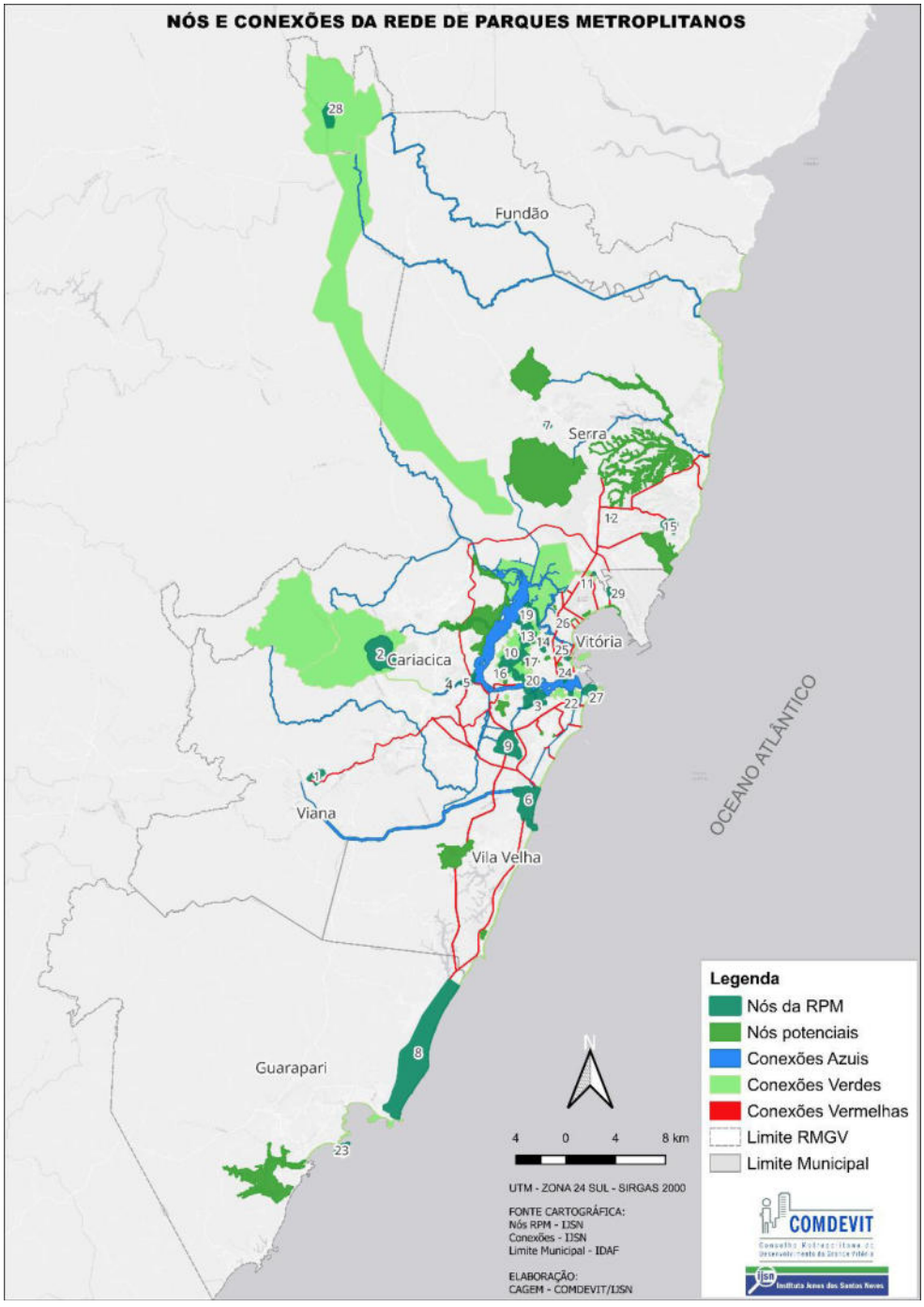


Fig. 2 Nós e conexões da Rede de Parques Metropolitanos

4 DESDOBRAMENTOS E PENDÊNCIAS

Partir dos espaços já protegidos possibilita atuar de forma assertiva uma vez que apoiada em institucionalidades já existentes. Manter o lócus de gestão de cada espaço identificado permite focar a ação da governança metropolitana da RMGV principalmente na estruturação

sistêmica da rede, o que inclui a forte sinergia ocorrida a partir da existência do Grupo Técnico interfederativo. Mas o projeto é fortemente dependente da disposição dos gestores para a cooperação metropolitana, tanto no nível dos municípios, quanto do governo estadual.

Ao final do Projeto Rede de Parques, o Grupo Técnico seguiu trabalhando e deixou definido um plano de trabalho para o ano de 2019, composto por etapas e definição de cronograma com estimativa de custos, que, no entanto, não teve continuidade. Há que se considerar o impacto da Pandemia de Covid-19, que concentrou a maior parte dos esforços públicos entre 2020 e 2021, mas não há elementos para concluir que este teria sido o único fator de descontinuidade.

Não obstante, as bases de dados e o georreferenciamento criados podem subsidiar tanto a gestão metropolitana, quanto os municípios na elaboração dos projetos específicos e auxiliar a captação de recursos para a implementação. A priorização pode e deve ser revista e aprimorada, com a avaliação da possibilidade de obtenção de dados primários e/ou com a análise mais detida da possível correlação entre indicadores sintéticos utilizados por esta versão.

Entretanto, a análise permitiu alertar para o fato de que a proteção das áreas não está, na prática, tão assegurada quanto esperado. Fragilidades na gestão mesmo das categorias enquadradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação demonstram que há muito a ser feito para se garantir a permanência no território metropolitano. Exemplo disto, as discussões e informações das áreas prioritárias em Cariacica, por exemplo, resultaram na efetiva estruturação, dos parques municipais O Cravo e a Rosa e do Manguezal de Itanguá, que inclui a implementação da conexão verde composta pela orla adjacente, mesmo que fora da estratégia coletiva do Rede de Parques Metropolitanos.

A caracterização das atividades conflitantes pode e deve ser aprofundada com o uso de métodos e técnicas específicas para o diagnóstico social, que permitam identificar redes locais de comércio e serviços, bem como inserir na análise informações tanto sobre o emprego formal, quanto sobre a economia da informalidade. Não menos importante é estabelecer formas de aplicação de tecnologias sociais, assegurando a participação direta dos moradores nos (re)desenhos dos parques da rede e em seus usos específicos.

Outros estudos devem ser aprofundados, por exemplo a respeito do conjunto de paisagens identitárias capaz de conferir alguma resistência à volatilidade das pautas no campo da disputa política, de modo a contribuir para a construção e/ou fortalecimento de uma consciência cidadã metropolitana.

A proximidade de nova legislatura nos municípios metropolitanos em 2024 e o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas que afetam mais fortemente os assentamentos vulneráveis se apresentam como oportunidade de retomada e implantação efetiva da proposta. Para tanto é necessária a recomposição do Grupo de Trabalho responsável, nos moldes da solidariedade e cooperação interfederativa.

5 REFERÊNCIAS

Andersson, E. (2006). Urban landscapes and sustainable cities. **Ecology and Society** 11(1): 34. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art34/

Brasil, (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.

Brasil, (2012) Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o Novo Código Florestal Brasileiro**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.

Dai, D. (2011). Racial/ethnic and socioeconomic disparities in urban green space accessibility: Where to intervene?, **Landscape and Urban Planning** 102, 234– 244

Espírito Santo, (2017). Lei Complementar nº 872, de 07 de dezembro de 2017. **Institui o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado.** Diário Oficial do Estado do Espírito Santo.

Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agroalimentares da Universidade do Porto (ICETA). (2009) **Rede de Parques Metropolitanos na Grande Área Metropolitana do Porto.** (Relatório Técnico). Porto.

IJSN. Instituto Jones dos Santos Neves. (2018). **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória:** instrumentos e políticas. V. 4. Vitória: IJSN.

Jennings, V., Gaither, C. J. e Gragg R. S. (2012) Promoting Environmental Justice Through Urban Green Space Access: A Synopsis, **Environmental Justice**, 5 (1), 1-7. DOI: 10.1089/env.2011.0007

Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T. e Branas, C. C. (2018) Urban Green Space and Its Impact on Human Health, **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 15 (3), 445. Doi:10.3390/ijerph15030445 www.mdpi.com/journal/ijerph

Lira, P., Laranja-Monteiro, L.B., Magalhães, L. Índice de Bem-estar Urbano - IBEU da Região Metropolitana da Grande Vitória - RMGV: avaliação das condições de vida urbana. (2013). In: Indice de Bem-estar Urbano [online] Rio de Janeiro: Observatório das Metrópoles. Disponível em: https://ibeu.observatoriodasmetropoles.net.br/ibeu-vitoria/ [acessado em: 15 de fevereiro 2024].

Magnaghi, A. (2017) **A biorregião urbana. Pequeno tratado sobre o território, bem comum.** Tradução de Fátima Vieira. Coordenação Editorial Rosa Alice Branco.

Nesbitt, L., Meitner, M, J., Girling, C., Sheppard, S.R.J., Lu, Y. (2019) Who has access to urban vegetation? A spatial analysis of distributional green equity in 10 US cities, **Landscape and Urban Planning**, 181, 51–79.

Ribeiro, L. C. de Q. e Ribeiro, M. G. (2013) **Ibeu: Índice de Bem-Estar Urbano**, Letra Capital, Rio de Janeiro.

Scott, J. (2017). **Social network analysis**. Sage, Londres.

Taylor, L e Hochuli, D. F. (2015) Creating better cities: how biodiversity and ecosystem functioning enhance urban residents' wellbeing, **Urban Ecosyst** 18, 747–762. DOI 10.1007/s11252-014-0427-3

Tomàs, Mariona. (2016) Metropolitan trends in the world. In: **Metropolis Observatory**. Issue Paper 01. University of Barcelona, Barcelona.

O LUGAR DAS VÁRZEAS NA PRODUÇÃO DAS CIDADES: PAISAGENS DE RESILIÊNCIA E DIVERSIDADE NAS IMEDIAÇÕES DO RIO BAURU

A. S. C. CABRAL e S. A. Alves

RESUMO

Este artigo aborda a condição de apagamento ou supressão de elementos naturais, frequente em médias e grandes cidades brasileiras. O foco se dirige à persistência de cursos d'água e aos modos como se manifestam, ainda que fortemente alterados, em espaços livres residuais. Embora marginalizados, esses elementos se associam a dinâmicas ecológicas significativas e mobilizam diversos usos e apropriações pelas comunidades locais, cujo potencial é pouco reconhecido ou valorizado. O estudo dessas iniciativas, que podem amplificar a resiliência e a biodiversidade em múltiplas escalas, tem como objetivo reconhecer e valorizar paisagens invisibilizadas e contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas participativas e inovadoras na gestão de espaços livres. O material apresentado corresponde aos resultados preliminares de uma pesquisa-extensão voltada às várzeas urbanas do município de Bauru, no interior do estado de São Paulo. Apresenta-se o caso da Vila Santa Filomena, uma comunidade situada à margem esquerda do Córrego Água da Grama.

1 INTRODUÇÃO

As paisagens decorrentes da produção das cidades frequentemente apresentam sinais de apagamento ou desfiguração do sítio urbano. Procedimentos de retificação, tamponamento ou dessecamento de corpos d'água, complementados por operações de corte e aterro em prol de avenidas de fundo de vale, entre outros dispositivos de infraestrutura, são reconhecidos à exaustão. Dessas ações sobram terrenos não aproveitados ou propriamente descartados, de diversos tamanhos e formas, quais sejam refugos da produção urbana, posto que a eles não se dirigem intenções de manejo ou programação de usos. Em contrapartida, acolhem tudo aquilo que não encontra destinação nas cidades e que é igualmente relegado às margens, em sentido literal ou figurado, sejam práticas ou modos de frequentação não programados, sejam objetos ou seres desprovidos de tratos.

Nas situações de solo exposto não ocupado, baldio, à margem dos rios, por exemplo, ou em terrenos reservados a áreas verdes públicas ainda não implantadas, esses espaços se aderem clandestinamente à malha urbana e se oferecem à ação do tempo, das intempéries e ao acaso da vegetação subespontânea, acolhendo dinâmicas ambientais ainda pouco consideradas em ações de planejamento. Embora a compleição desses espaços muitas vezes se dilua genericamente na designação do "mato", como sinal de desleixo ou infortúnio a ser evitado,

sua distribuição fragmentária na malha urbana concorre para o fluxo de diferentes espécies florísticas e da fauna, bem como à permeabilidade do solo e à circulação das águas e dos ventos. Em certos casos, transformam-se em pequenos jardins, cultivados por iniciativa de frequentadores, o que permite tanto discutir o papel desses espaços na vida cotidiana como destacar a pertinência de considerá-los em ações de habitação e planejamento de espaços verdes no contexto de cidades em transição.

Com vistas à aferição das qualidades de resiliência e diversidade em terrenos residuais (CLÉMENT, 2005) e de suas contribuições para a compreensão de dinâmicas ecológicas, apresentam-se resultados de estudos voltados às várzeas do rio Bauru e de seus afluentes, situados no perímetro da cidade a que o rio empresta o nome. Sediada nas terras roxas do Planalto Ocidental Paulista, no entorno de um entroncamento ferroviário oitocentista, Bauru se organiza em bairros hipodamicamente traçados sobre colinas relativamente suaves entre fundos de vale bem encaixados. Os loteamentos que margeiam cada um dos nove córregos afluentes, sejam conjuntos habitacionais de interesse social recentemente instalados, sejam vilas dos primeiros operários, invariavelmente terminam em ruas sem saída, por onde se descarregam as enxurradas do verão. Muitas delas se conectam a vielas e passeios improvisados junto às águas, informalmente articulados ao sistema de espaços livres (WHYTE, 2002).

Com especial atenção às relações de memória, pertencimento e afetividades latentes, tendo em vista os aportes epistemológicos e metodológicos daí advindos à compreensão das cidades e à área do planejamento urbano, a pesquisa se baseia fundamentalmente em trabalho de campo e diálogos com a comunidade, processamentos cartográficos e levantamentos florísticos. O artigo analisa o potencial de inovação em técnicas de leitura do espaço urbano e seus rebatimentos em políticas socioambientais participativas a partir de resultados parciais da pesquisa.

A fim de apresentar o contexto urbano em estudo, sua compleição paisagística e os aspectos de resiliência e diversidade que ali se insinuam, o artigo é organizado em três seções. De início, observam-se tópicos centrais do histórico de conformação urbana da cidade de Bauru, com especial atenção às relações dicotômicas estabelecidas em relação às áreas de várzea e à caracterização de processos de apagamento e negação da paisagem. Em seguida, apresentam-se características gerais do bairro de Vila Santa Filomena, adjacente ao córrego Água da Grama, a que se voltam os procedimentos de investigação de que resultam este texto. Por fim, discute-se a relevância de tais procedimentos com vistas ao prosseguimento da presente pesquisa e suas contribuições metodológicas para a leitura do espaço urbano e para o desenvolvimento de políticas públicas em âmbito participativo, a serem adotados em diferentes cidades brasileiras.

2 A CONFORMAÇÃO URBANA E AS VÁRZEAS DE BAURU (SP)

Dos processos de urbanização decorrem resíduos correspondentes a espaços de diversas formas, dimensões e temporalidades, eventualmente amalgamados ao tecido urbano, mas que permanecem à margem das ações de gestão e dos esforços de ordenamento. Trata-se de espaços que permanecem, em grande medida, disponíveis a manifestações de elementos naturais alijados do cotidiano urbano e a práticas de espaço não programadas (CERTEAU, 2012), intimamente associadas aos modos pelos quais o território das várzeas é habitado, em apropriações espontâneas existentes ou a serem favorecidas. Proporcionando campo para investigações em cartografias e para a revisão crítica de seu uso em ações de planejamento

e desenvolvimento de políticas públicas integradas, estas condições dos espaços residuais associados a várzeas urbanas constituem o tema da pesquisa aqui apresentada.

Na condição de sobras inconclusas da conformação urbana, esses espaços podem ser reconhecidos como lacunas entreabertas a manifestações de elementos e dinâmicas naturais que perfazem silenciosamente a cidade – como pode ser aferido nas imediações das linhas férreas e dos cursos d'água que atravessam a cidade de Bauru, perfazendo a memória e o histórico de urbanização da cidade. Se, na reconstituição de paisagens bauruenses anteriores à urbanização, os fundos de vale podem ser reconhecidos como um fator de permanência, correspondendo aos limites das fazendas pioneiras da região, os processos de loteamento e ocupação urbana convergem, historicamente, para a ausência de usos nas áreas de fundos de vale, compreendidas como "vazios entre os lugares" (CONSTANTINO, 2005).

Enquanto rasgos entreabertos à ortogonalidade da malha urbana de Bauru, as imediações dos cursos d'água se apresentam como faixas de terra ociosas, desprovidas de intencionalidades ou destinações de uso, permanecendo abertas a modos de frequentação, práticas de espaço ou cultivo não programadas e a interações naturais profusas. A urgência da preservação ambiental e da atualização de seu debate vinculado às ações de planejamento urbano e às questões da paisagem remontam, de partida, a cada brotação pioneira, na qual a potência da natureza se insinua sob formas sensíveis nesses hiatos do enredo urbano. A validade da noção de resíduo (LEFEBVRE, 1967) para a compreensão dos espaços a serem investigados e das paisagens que lhes correspondem pode ser reforçada pelo caráter atemporal dessas situações, que atravessam diferentes momentos ou estágios da urbanização associando-se à persistência de vestígios de uma naturalidade originária e em contínua transformação. A despeito de intervenções que venham a ocorrer nesses espaços, as manifestações dessa naturalidade se mostram refratárias aos esforços de eliminação ou controle pleno, atualizando-se nos modos de ocorrência e desenvolvimento da vegetação, do solo e das águas (figura 1).

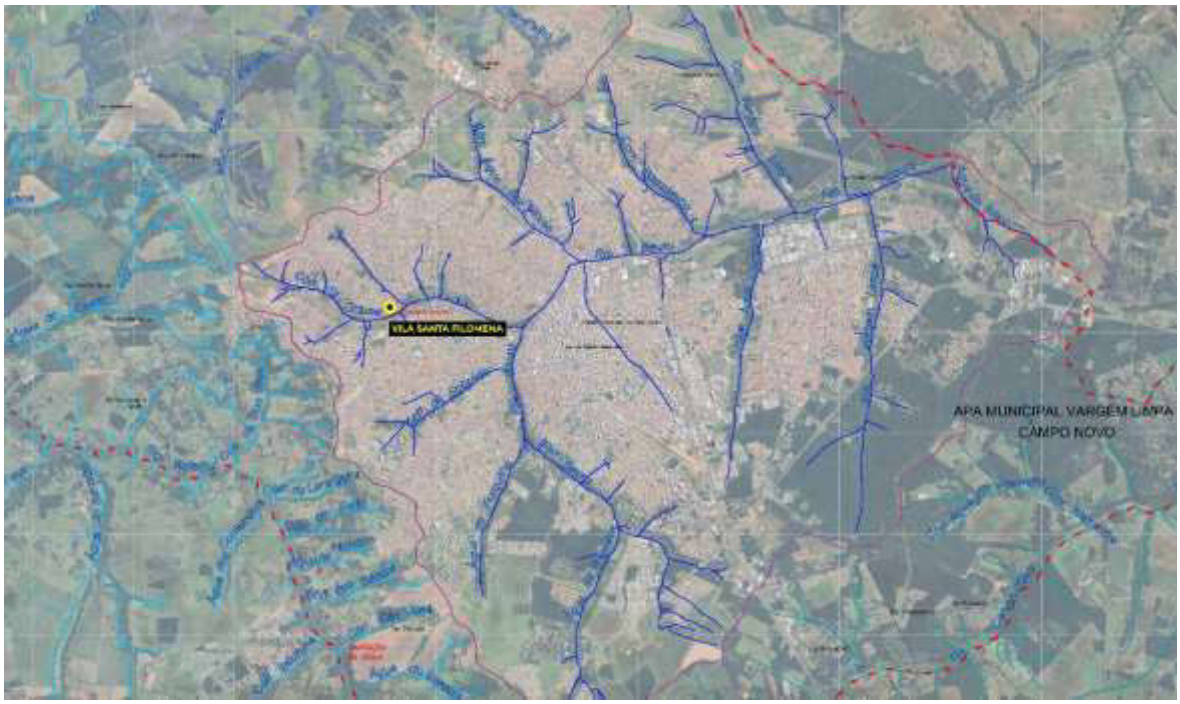


Fig. 1 Bacia hidrográfica do Ribeirão Bauru

(fonte: Imagem de satélite Google Earth e Mapa Hidrográfico de São Paulo, editados pelos autores)

A configuração geomorfológica e a compleição ambiental do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, de um lado, e os aspectos gerais pelos quais se caracterizam os processos de urbanização das cidades do Centro-Oeste Paulista, de outro, corroboram a existência de espaços urbanos residuais e mobilizam estudos acerca de seu potencial paisagístico. Em linhas gerais, as diferenças discretas de relevo e a topografia relativamente suave decorrentes dos processos erosivos que rebaixaram grande parte do Planalto Ocidental Paulista favoreceram a opção recorrente pelo traçado hipodâmico nos planos iniciais de urbanização empreendidos nessa região. Mobilizada pela expansão da economia cafeeira e, sobretudo, pelo acúmulo de capital dela resultante no transcurso do século XIX, a ferrovia surge no Oeste Paulista como um meio de transporte que fornecia o "aparelho técnico" voltado à realização de um sistema de produção exportador.

A exemplo de diferentes cidades do Centro-Oeste Paulista, a estruturação urbana de Bauru se vê organizada, nas primeiras décadas do século XX, pela instalação de linhas férreas junto às margens de cursos d'água. Seus traçados se valem das condições favoráveis de declividade no relevo suave das várzeas. No breve período observado entre 1905 e 1910, a cidade se transformaria no maior entroncamento férreo do interior do país (GHIRARDELO, 2020), configurado pela confluência das ferrovias Noroeste, Sorocabana e Paulista. Afora as alterações significativas impostas às dinâmicas dos espaços livres públicos e à distribuição de usos nas regiões centrais da cidade, a chegada dos trilhos reforçou a disjunção entre o tecido urbano e os baixios bauruenses, historicamente apartados das atividades urbanas, "onde apenas certos valores residuais parecem se manter" (SARTORI; CONSTANTINO, 2020: 300). A aferição do potencial paisagístico dessas extensas faixas residuais e as possibilidades de seu reconhecimento e revalorização na atualidade configuram as questões centrais deste estudo.

A decadência do uso das ferrovias, somada à perspectiva privilegiada do automóvel no pensamento moderno e nos processos de expansão da cidade, corrobora a marginalização dos fundos de vale e a negação de suas paisagens. Os valores paisagísticos, ambientais e ecológicos associados à existência do ribeirão Bauru e de alguns de seus afluentes foram silenciados de modo paradigmático quando da implantação da Avenida Nações Unidas, mediante a canalização gradual do córrego das Flores, desde os anos 1950, até a conclusão do tamponamento de suas águas sob o asfalto de vias expressas, no final dos anos 1980. Preservadas no Parque Vitória Régia, suas nascentes derramam num pequeno brejo, onde o desenvolvimento sub-espontâneo de plantas palustres hoje atrai a presença de garças e outros pássaros. Alguns metros adiante, o curso d'água alimenta um pequeno lago que envolve um anfiteatro encaixado à topografia, no qual o palco e a plateia se dividem sutilmente pelas águas. Configurando um lugar de convívio público frequentado por pessoas de toda a cidade, o projeto paisagístico de Jurandyr Bueno Filho assume o protagonismo das águas, e os planos de manejo do Parque Vitória Régia têm contribuído para dinâmicas ecológicas no meio urbano, especialmente observadas na diversidade de plantas ruderais, de avifauna e dos arranjos florísticos espontaneamente configurados junto ao brejo, à disposição da frequentação pública.

Imediatamente a jusante, contudo, o córrego das Flores desaparece em galerias pluviais sob a avenida, até despejar por meio de um tubo no ribeirão Bauru, parcialmente retificado e canalizado no canteiro central da Avenida Nuno de Assis. Outros fundos de vale,

correspondentes a zonas de urbanização mais recente, como é o caso dos córregos do Castelo e Água da Grama, configuram hoje faixas extensas de terrenos indestinados, desprovidos de programações de uso, mas abertos a formas espontâneas de apropriação dos espaços livres públicos (KAIMOTI, 2009) e a manifestações de resiliência da natureza no meio urbano. Os processos de loteamento implicados na expansão da cidade, sobretudo a partir de 1960, reproduzem o desenho e a organização espacial de padrões hipodâmicos, em grande medida alheios às formas do relevo e às paisagens locais. Em certos bairros, as vias de circulação e a disposição de áreas verdes públicas se reduzem ao quantitativo mínimo exigido por lei, no caso de loteamentos regulares, sem qualquer atenção à configuração de centralidades urbanas e à composição de espaços livres. A implantação de praças, quando ocorre, se mostra indiferente à trama capilar de pequenos córregos, às formas do relevo e às possibilidades de conexão entre fragmentos de vegetação significativa, entre outros aspectos do sítio urbano e dinâmicas ecológicas que perfazem os interstícios das cidades.

Em contrapartida, os modelos de urbanização observados na cidade de Bauru permitem aferir a produção de espaços residuais, especialmente associados às bordas de loteamentos, onde a malha urbana de matriz reticular se vê interrompida por meandros de cursos d'água. A demarcação de Áreas de Preservação Permanente, assegurada legalmente desde a promulgação do Código Florestal Brasileiro, em 1965, se mostra insuficiente considerando as condições de fragilidade ambiental observadas na atualidade. O potencial de regeneração do meio natural e suas interações incessantes, em prol da sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis, vêm à tona de modo originário em expressões fortuitas do vegetal e das águas, em consonância às formas do relevo, que se apresentam em espaços indestinados dos interstícios urbanos.

2.1 O caso da Vila Santa Filomena junto ao Córrego Água da Grama

Com a pesquisa acerca do potencial paisagístico dos espaços residuais dilatados ao longo dos fundos de vale de Bauru, investigam-se modos de experimentação relacionados à imersão corpórea (BÖHME, 2010) em ambientes marginalizados das cidades, em procedimentos que sinalizam oportunidades de aproximação entre paisagem, cidade e educação. Assumindo que os terrenos indestinados podem constituir campos abertos a modelos participativos de gestão articulados ao desenvolvimento de pedagogias plurais atinentes a aspectos socioambientais da produção do meio urbano, os procedimentos de pesquisa e os resultados esperados encontram afinidades extremamente significativas com iniciativas de extensão universitária a serem desenvolvidas junto às comunidades locais, em diálogo com o Centro de Referência da Assistência Social (CRAS) "Nova Esperança" de Bauru, ao longo dos vales secundários do ribeirão Bauru.

As atividades iniciais de levantamento de campo e as interlocuções com a equipe do CRAS permitiram a prospecção do caso de Vila Santa Filomena como estudo piloto da pesquisa, em articulação a ações de extensão universitária correlatas. Correspondente a um pequeno loteamento situado entre o Córrego Água da Grama e um ramal da ferrovia Noroeste do Brasil, a Vila Santa Filomena foi implantada na década de 1960, consolidando-se ao longo dos anos seguintes. A partir dos anos 1980, mobilizada pela vinda de migrantes do interior de São Paulo e de outras regiões, com destaque para a formação de uma comunidade pernambucana, a ocupação do bairro passa a se estender pelas terras lindeiras ao curso d'água com a construção informal de moradias. A figura 2 apresenta transformações significativas na conformação urbana do bairro no período compreendido entre 2004 e 2024.



Fig. 2 Bacia hidrográfica do Ribeirão Bauru
(fonte: Imagens de satélite Google Earth editadas pelos autores)

No ano de 2004, nota-se a existência de edificações enfileiradas a poucos metros do Córrego Água da Grama, à sua margem esquerda. A ocupação informal se organizava em terrenos de largura similar à dos lotes oficiais, embora sua profundidade variasse de acordo com os meandros do curso d'água. Destaquem-se as paulatinas alterações no desenho do córrego. Passados doze anos, na imagem de satélite de junho de 2016, nota-se um significativo incremento na vegetação arbórea na porção posterior desses terrenos e nas imediações do córrego, cujo traçado sofreu alterações relevantes nesse mesmo período. Relatos de moradores confirmam a realização de aterros sucessivos implementados, em alguns casos, com anuência da municipalidade a fim de desviar o curso d'água original e minimizar os efeitos das recorrentes inundações. Observa-se, nesta mesma imagem, um conjunto de edifícios em fase final de construção em terreno contíguo à vila. Trata-se do Residencial San Sebastian, empreendimento do programa Minha Casa Minha Vida inaugurado em agosto de 2016, que recebeu, entre outras, as 48 famílias residentes em situação irregular junto ao Córrego Água da Grama, removidas entre junho e setembro daquele ano.

2.2 Oficinas participativas

"Agora você está entrando no meu barraco", apontou uma das moradoras do Residencial San Sebastian ao atravessar uma pequena clareira onde ciscavam galinhas. Uma trilha em terra batida se estende à meia sombra de um bosque heterogêneo, que reveste as margens do Água da Grama. Um emaranhado de cipós, lianas e arbustos impede o vislumbre das águas e recomenda disposição a quem aprazer acessá-las (figura 3). Entre pomares e hortas improvisadamente cercados, a caminhada prosseguiu naquela tarde de terça-feira, 26 de março de 23. A experiência do caminhar (BESSE, 2014), combinada à ocasião de conversas informais entre pesquisadores, assistentes sociais e frequentadores daqueles espaços, trouxe à tona *indícios* de uma especial relação com o lugar, em alguns casos impregnados de lembranças, mas igualmente alusivos às condições atuais de uso e ocupação e, especialmente, às dimensões do cultivo e do cuidado que ali se entretecem. As anotações

desses relatos, em outras palavras, permitem aferir que se trata de um lugar propriamente *habitado*, nas várzeas de um rio, em meio à cidade.



Fig. 3 Pomares e hortas cultivados pelos moradores nas imediações do Córrego Água da Grama
(Fonte: os autores, 26 de março de 2024)

A elaboração de desenhos imediatamente após a caminhada foi igualmente relevante para conferir expressão à experiência vivida, quais sejam esboços de um inventário paisagístico (BESSE, 2014). Evitando induzir respostas prontas, o exercício propôs aos participantes, moradores e/ou frequentadores da Vila Santa Filomena, que imaginassem instantes de ócio e lazer, que fossem cultivados segundo suas preferências nos espaços livres da comunidade. Os desenhos expuseram expectativas e desejos os mais diversos, destacando-se uma convergência significativa de imagens (DURAND, 2012) correspondentes à realidade e às possibilidades advindas de uma zona paludosa, embebida e habitada pelo fluir das águas. O material resultante mobilizou a realização de uma segunda roda de conversa com a comunidade, no dia 16 de abril, mais uma vez com a participação da equipe do Centro de Referência da Assistência Social "Nova Esperança", de Bauru (figura 4).



Fig. 4 Reunião com moradores da Vila Santa Filomena, aplicação do método Mapa Cognitivo por meio de desenhos e do método Grupo Focal
(fonte: os autores, CRAS, 16 de abril de 2024)

Os diálogos com os moradores suscitaram a abordagem de aspectos memoriais associados aos movimentos iniciais de ocupação do bairro. No sentido de uma recriação do passado a partir das lembranças dos moradores mais velhos, como aquela proposta por Ecléa Bosi (2023), os depoimentos demonstraram a possibilidade de reconstituição de um mapa afetivo, no qual torna-se patente o lugar daquelas várzeas para as pessoas que as habitam. Seus rebatimentos na condição atual da comunidade serão debatidos nas oficinas participativas subsequentes, a serem realizadas entre os anos de 2024 e 2026.

3 DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL À ECOLOGIA URBANA

Nos limites da pesquisa que se apresenta, é possível compreender as expressões paisagísticas das várzeas urbanas como "matéria prima" a ser considerada em exercícios de projeto, de leitura e análise da paisagem, de percepção e experimentação compositiva de paisagens possíveis por meio de práticas pedagógicas plurais. Trata-se de expressões de elementos naturais frequentemente ignoradas ou ainda pouco reconhecidas no vigor de sua persistência, que ocorrem em espaços residuais sem desenho ou formas prévias, conferindo ocasiões para a eclosão da imaginação a partir de um especial envolvimento com uma dimensão natural pioneira, que se insinua em territórios marginalizados da cidade. Com efeito,

> ao parar para olhar a paisagem como o objeto da atividade humana, prontamente descobre-se (será um descuido do cartógrafo, uma negligência da política?) uma quantidade de espaços indecisos, privados de funções, aos quais é difícil colocar um nome. Este conjunto não pertence nem ao território da sombra nem ao da luz. Ele está localizado nas bordas (CLÉMENT, 2005: 10 – 11).

Compreendida na chave de um coenvolvimento direto com o mundo, a experiência estética dos espaços residuais, considerando as transformações contínuas dos elementos naturais ali existentes em interação com as populações residentes no entorno, estabelece relações significativas com a noção de "Terceira paisagem", proposta pelo paisagista Gilles Clément para referir-se ao conjunto de espaços que, por motivos diversos, não têm (ou deixaram de ter) destinação de uso. Situados às margens entre natureza e cultura, os terrenos incultos constituiriam um território fragmentário de refúgio à diversidade (CLÉMENT, 2005), frequentemente eliminada em outros espaços. Em seus textos e projetos paisagísticos, Clément propõe a experimentação de meios pelos quais seja possível "alçar a indecisão a ponto de conferir-lhe dignidade política. Colocá-la em equilíbrio com o poder" (Idem: 59).

Compreendendo a "Terceira Paisagem" como "o único território de resistência da mescla planetária", Clément (2005: 21) enfatiza a abertura dos terrenos baldios a manifestações de dinâmicas naturais contínuas e fortuitas, comumente interrompidas ou cerceadas no meio fortemente artificializado das cidades. Partindo dessa perspectiva, pressupomos que os espaços indestinados associados a córregos urbanos oportunizam o contato direto com o vigor das existências e das agências pelas quais a paisagem se processa em movimentos contínuos, se considerarmos que

> onde há vida, há movimento. Nem todos os movimentos, no entanto, sinalizam vida. O movimento da vida é especificamente tornar-se, ao contrário de estar, é de renovação ao longo de um caminho ao invés de deslocamento no espaço. Cada criatura, à medida que brota

> e deixa rastros, se move de uma maneira diferente [...] as árvores estão vivas, por causa da forma peculiar com que seus galhos balançam ou suas folhas sacodem ao vento, e por causa dos sons que elas produzem ao fazer isso (INGOLD, 2013: 18-19).

O reconhecimento dessas dinâmicas em manifestações da vegetação, das águas e do solo em interface direta com as populações residentes em áreas adjacentes não apenas contribui ao revigoramento crítico de repertórios urbanísticos e paisagísticos, como oferece ocasião à experimentação de práticas de projeto e de gestão partilhada do espaço que considerem o reconhecimento fruitivo da paisagem e a percepção ambiental como ponto de partida.

A abordagem das questões centrais da pesquisa e a sistematização dos dados produzidos demandam enfoques multiescalares e envolvem diretamente a investigação em procedimentos cartográficos. Trata-se de espaços que raramente são representados em profundidade nas cartografias oficiais da cidade. Quando muito, constam nos mapas como áreas vazias, como lacunas ainda em branco em meio ao urbano, à espera de serem preenchidas. Suas características transitórias, a vegetação que nelas existe, a presença de elementos minerais, quase nunca são contemplados em tais representações. Na percepção cotidiana da cidade tais aspectos dos espaços abandonados tampouco costumam ser percebidos. A vegetação subespontânea que se desenvolve em espaços residuais, quando notada, é costumeiramente compreendida como sinal de desleixo por parte do poder público ou de seus proprietários. Sua presença é frequentemente associada a imundícies, criadouros de animais peçonhentos ou pragas urbanas. Mesmo nos casos em que os terrenos ociosos não são murados, cerceados por gradis ou cercas, são diversas as interdições que, na objetividade do cotidiano, costumam impedir afetividades em relação a essas áreas que não sejam de repulsa ou asco.

Entretanto, tais espaços podem ser repositórios únicos à imaginação de quem se dispuser a reconhecê-los de maneiras distintas. Se as aparências rudimentares desses terrenos podem frustrar ou repelir o olhar interessado em identificar neles qualquer traço de urbanidade, por outro lado, o princípio de natureza que neles se instala anima uma infinidade de imagens materiais quando, em tais espaços, se permite qualquer oportunidade de fruição, de meditação. Até mesmo uma pequena brecha na calçada por onde insistem em brotar ramos de uma gramínea qualquer pode abrigar a imensidão de uma floresta escura a quem, em tal brecha, se deixar habitar.

As possibilidades de se estabelecer esse tipo de relação com a natureza no caso das várzeas urbanas demanda, primeiramente, uma alteração no modo como, comumente, se percorre a cidade. Quando se circula pelos espaços urbanos no cotidiano, eles não costumam ser, senão um intervalo muito brando, muito pouco perceptível entre o ponto de onde se sai e o ponto aonde se chega. A percepção das intensidades dos diferentes lugares e de suas variações atenua-se ante o fazer pragmático que permite a existência do dia a dia. Reside nesse contato prosaico, contudo, a possibilidade de desvelamento dos resíduos fragmentários onde resistem na cidade as feições da natureza. Para tanto, cumpre investigar modos pelos quais os espaços residuais associados às várzeas urbanas podem ser vivenciados e, analogamente, modos de representação dessa vivência, para a qual as investigações em procedimentos cartográficos se mostram indispensáveis.

A articulação entre os dados produzidos em pesquisa de campo, baseados em aspectos da percepção ambiental, e a elaboração de mapas analíticos se baseia de modo central no

conceito de hodologia, cunhado pelo historiador e teórico da paisagem John Brinckerhoff Jackson (1909-1996), a partir do qual o geógrafo Jean-Marc Besse (2001) desenvolve estudos sobre a espacialidade hodológica e sobre o conceito de inventário paisagístico. Em linhas gerais, trata-se da perspectiva que assume o deslocamento pelos espaços como modo de reconhecê-los e que admite a realidade sensível de um espaço em movimento não como algo que preexiste ao caminho, mas que se produz no plano da realidade efetiva e no plano da percepção, a um só tempo, durante o ato de caminhar.

Num primeiro momento, visa-se ao reconhecimento, pela percepção direta, dos fenômenos associados aos cursos d'água em meio às várzeas bauruenses especialmente associados ao desenvolvimento da vegetação, aspectos do relevo e modos de frequentação desses espaços pelos habitantes do entorno. No prosseguimento da pesquisa, os dados levantados serão registrados em fotografias, desenhos, textos e coletas botânicas, o que permitirá constituir um material baseado em imagens de naturezas diversas. Produzidas por diferentes técnicas expressivas, as imagens não serão consideradas como representações estanques, mas confrontadas e associadas umas às outras, em sua incompletude, favorecendo modos possíveis de alusão à experiência direta da paisagem. A orientação teórico-metodológica que balizará as análises dessas imagens provém, fundamentalmente, das teorias do imaginário atinentes à fenomenologia bachelardiana, com ênfase nos estudos dedicados por Gaston Bachelard (2013) à imaginação da matéria e à mobilidade das imagens, e da hermenêutica durandiana, notadamente nos estudos desenvolvidos por Gilbert Durand (2012) acerca da imaginação simbólica.

Soma-se a realização de entrevistas e grupos focais, a serem empreendidos, especialmente, em centros comunitários e escolas situadas na área de estudo. O método Grupo Focal engloba uma ação participativa de um grupo social para abordar um tema relacionado ao objeto de estudo, no qual a discussão é moderada pelo pesquisador e dela se extrai um conjunto de informações que permitem compreender vivências e percepções cognitivas sobre a imagem do lugar. É um método participativo democrático que facilita a coleta de informações e opiniões sobre a ambiência e a percepção ambiental, utilizado em pesquisa qualitativa. A percepção ambiental suplanta a abordagem meramente visual do espaço e incorpora o conceito de ambiência, ao colocar as pessoas como protagonistas da experiência corporal que vivencia a paisagem e com ela interage por meio de mecanismos cognitivos, que envolvem os cinco sentidos.

A percepção ambiental é um processo mental de conexão do indivíduo com o ambiente, que conecta aspectos afetivos, simbólicos, de conhecimentos prévios, valores, entre outros. A duração de tempo dessa técnica é determinada pelo conjunto de perguntas elaboradas pelo pesquisador e pode ainda incorporar o emprego do método de mapa mental, se necessário. O número de pessoas que participam do grupo focal (ou dos grupos focais) é definido pelo pesquisador, de acordo o roteiro de discussão e, preferencialmente, com poucos itens, mas que possibilitem surgir novos temas a partir da participação ativa dos membros do grupo. Para isso, recomenda-se que os participantes possuam vivência com o lugar que está sendo tema de análise.

Por fim, o material resultante da pesquisa de campo será cotejado ao processamento de dados cartográficos e matrizes socioambientais georreferenciadas, beneficiando-se da utilização de softwares de licença livre, o que favorecerá a disseminação do material produzido, à disposição de outros pesquisadores. Visa-se, como desafio central, à investigação de modos de representação que contemplem desde a escala da percepção ambiental imediata de

pequenos espaços visitados à visão integrada das várzeas bauruenses, por meio de cartografias que contribuam a práticas de planejamento e políticas públicas coerentes com uma compreensão ecológica das cidades. Além disso, a aferição dos resultados obtidos se baseará em literatura concernente à história ambiental, assumida como campo híbrido do qual pode-se destacar, dentre outras, a temática relativa à presença de espaços livres comuns ou residuais no meio urbano e às diferentes compreensões da noção de natureza ao longo da história e em diferentes sociedades.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se os esforços de planejamento, os interesses do mercado, e a dedicação dos projetistas permanecem voltados, via de regra, a situações de exceção, isto é, às poucas áreas intencionalmente reservadas ao contato com a natureza no meio urbano, caberia aferir, a contrapelo, o potencial de situações triviais, nas quais o natural se infiltra de modo quase sempre sub-reptício, mas com a obstinação que caracteriza suas criações e transformações incontidas. Os objetivos gerais da pesquisa e a justificativa do recorte espacial proposto, nesse sentido, assumem a posição de que o projeto de espaços livres públicos não pode prescindir de uma profunda compreensão da cidade real e dos modos pelos quais o meio urbano é cotidianamente experienciado.

Embora o material que se apresenta resulte de etapas preliminares da pesquisa, sua consecução, até o momento, sinaliza a pertinência dos métodos adotados, walkthrough, mapa cognitivo (desenhos) e grupo focal, suscitaram em resultados que despontam a percepção dos moradores concernente à área de estudo e contribuiu para auferir as expectativas frente ao potencial oferecido pela intersecção entre meio urbano e natureza. A associação de métodos ensejou o reconhecimento das formas de uso, frequentações e apropriações do espaço, bem como para entrever as inter-relações pessoa-ambiente, bastante oportuno para definir a inserção de outras metodologias de aferição da compreensão da paisagem, do sentido de lugar e sobretudo para envolver os habitantes na tomada de decisões atinentes a políticas públicas para a preservação ambiental, e suas contribuições a práticas de planejamento.

Relevante a diferentes campos disciplinares, a temática dos rios urbanos demanda, hoje, articulações entre enfoques ambientais, sob paradigmas da sustentabilidade, aspectos conceituais e metodológicos do paisagismo e estudos da organização do espaço exterior que considerem, com especial interesse, as populações residentes no entorno. A proposta pressupõe o cotejamento entre essas áreas e o aprofundamento em conhecimentos específicos, contribuindo à aferição dos valores de vigor e persistência de elementos naturais que, embora negados pelas cidades, comparecem com a obstinação que caracteriza suas criações e renovações incontidas em espaços urbanos intersticiais. Assumindo como objetivo central conferir visibilidade às expressões de elementos naturais ocultos ou desfigurados no meio urbano, as etapas subsequentes da presente pesquisa visam, ainda, possibilitar mudanças nos modos pelos quais eles são considerados e subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas socioambientais integradas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa “Várzeas Urbanas: resiliência e diversidade em paisagens latentes” (processo nº 405908/2023-7).

6 REFERÊNCIAS

Bachelard, G. (2013) **A água e os sonhos**: ensaio sobre a imaginação da matéria, Martins Fontes, São Paulo.

Besse, J-M. (2001) Cartographier, construire, inventer. Notes pour une épistémologie de la démarche de projet, **Les Carnets du paysage**, 7, Ecole nationale supérieure du paysage, 126-145.

_____. (2014) **O Gosto do Mundo**. Exercícios de Paisagem, EdUerj, Rio de Janeiro.

Böhme, G. (2010) **Atmosfere, estasi, messe in scena**. L'estetica come teoria generale dela percezione, Christian Marinotti Edizioni, Milão.

Bosi, E. (2023) **Memória e sociedade**: Lembranças de velhos, Cia. Das Letras, São Paulo.

Certeau, M. (2012) **A invenção do cotidiano**: artes de fazer, Vozes, Petrópolis.

Clément, G. (2005) **Manifesto del Terzo paesaggio**, Quodlibet,. Macerata, 2005.

Constantino, N. R. T. (2005) **A construção da paisagem de fundos de vale**: o caso de Bauru, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Durand, G. (2012) **As estruturas antropológicas do imaginário,** WMF, São Paulo.

Ghirardello, N. (2020) **Bauru em temas urbanos**, ANAP, Tupã.

Ingold, T. (2013) Repensando o animado, reanimando o pensamento. **Espaço Ameríndio**, 7(2), Porto Alegre, 10-25.

Kaimoti, N. L. A. (2009) **Paisagens vivenciadas**: apropriações públicas dos Fundos de Vale e sistema de espaços livres. Estudo de caso no Município de Bauru-SP. Universidade de São Paulo.

Lefebvre, H. (1967) **Metafilosofia**: prolegômenos, Civilização Brasileira, Rio de Janeiro.

Sartori, M. F. S. e Constantino, N. R. T. (2020) **A cidade como palimpsesto**: a região central de Bauru. Anais do IV SiBOGU - Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana, Bauru, Unesp, 294-308.

Whyte, W. (2002) **The Last Landscape,** University of Pennsylvania Press, Pensilvânia.

CONEXÕES REGIONAIS DA INFRAESTRUTURA VERDE COMO FATOR DE RESILIÊNCA URBANA ECOLÓGICA: O CASO DA CUESTA BASÁLTICA DE BOTUCATU-SP

K. A. Mattos, M. A. R. Franco

RESUMO

A busca pela resiliência urbana passa, mesmo em cidades brasileiras de pequeno e médio porte, por um embate, já que deve superar práticas tradicionais das políticas urbanas, embasadas em decisões simplistas, monofuncionais e que desprezam os elementos naturais. Assim, torna-se um desafio, para planejadores e gestores, pensar atuações que considerem a natureza e garantam qualidade de vida. O trabalho tem como objetivo estudar a bacia do Ribeirão Lavapés, Botucatu (SP), verificando sua relação com o território e possíveis conexões regionais a partir da infraestrutura verde. Para isso, exploram-se os resultados de uma investigação qualitativa, de multimétodos. Constata-se que: a área apresenta grande valor histórico e ambiental; a complexidade de funções e interações favorece abordagens multidisciplinares de resiliência e conexões; e a perspectiva de resiliência urbana em Botucatu necessita superar limites fixados na mentalidade e na cultura do planejamento tradicional, abrindo um novo olhar para esse momento de transição das cidades.

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca pela qualidade de vida urbana e pela preservação ambiental, bem como por estratégias para atenuação dos impactos do desenfreado processo de urbanização, tem contribuído para discussões de como as cidades, principalmente de pequeno e médio porte demográfico do Estado de São Paulo, no Brasil, estão lidando com os inúmeros processos de transição de seu planejamento e de suas ações. Buscando melhores condições sociais, econômicas e ambientais e, tentando afastar-se de problemas como congestionamento, enchentes, poluição, entre outros, muitos moradores dos grandes centros urbanos aceleram o processo de migração para o interior paulista. Por consequência, um dos principais desafios de planejadores e administradores é, justamente, responder a esse processo de crescimento atrelado a um desenvolvimento que não resulte nos mesmos problemas já presentes nos grandes centros.

Dados da ONU-Habitat (Organização das Nações Unidas, 2023) sobre o crescimento populacional urbano indicam que haverá uma mudança de 56% do total global em 2021 para 68% em 2050, mesmo diante do processo de desaceleração da urbanização em nível global nos últimos anos, em decorrência da pandemia do Vírus SARS-CoV-2, o COVID-19. Já o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) indica que aproximadamente 61% da população brasileira vive em áreas urbanas. Tal processo, associado a falta de consideração dos aspectos biofísicos e naturais durante as ações antrópicas, caracterizando um profundo desequilíbrio entre Homem e Meio Ambiente, bem como as alterações climáticas da Terra,

faz com que ações urgentes sejam fundamentais para garantir um futuro habitável, já que são constantes os desastres naturais que assolam as pessoas e os ecossistemas. Com isso, buscam-se ações, norteadas atualmente pela Agenda 2023 elaborada pela Organização das Nações Unidas, que aumentem a urbanização inclusiva, sustentável e resiliente, de modo a incentivar ações entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, que proporcionem um planejamento em escalas local, regional, nacional e, se possível, mundial.

A promoção do desenvolvimento da resiliência urbana[1] e climática, atrelada ao planejamento conjunto entre infraestrutura física, natural e social tornam-se fundamentais, principalmente nas cidades do interior paulista. Diante de tal conjuntura, bem como da importância da valorização dos elementos naturais, como rios urbanos, relevo e áreas de proteção ambiental, é imprescindível compreender também os valores históricos e sociais desses locais, de modo a possibilitar a construção de estratégias e políticas de conservação e valorização que permitam o planejar e o projetar com a paisagem, enquanto importante interação entre Homem e Natureza (Assunto, 2011; Serrão, 2011, 2014; Besse, 2014).

Isto posto, para que as cidades estejam preparadas, de fato, para enfrentar eventos extremos atrelados, principalmente as mudanças climáticas, é preciso criar uma nova relação da cidade com os elementos naturais, e, um dos caminhos para isso é através da infraestrutura verde. O planejamento, o projeto e a implantação de sua estrutura, em múltiplas escalas territoriais, acarreta em uma rede interligada de áreas verdes e abertas, que conservam importantes funções ecossistêmicas e proporcionam importantes valores ambiental, econômico e social (Benedict; McMahon, 2006; Franco, 2019). Atrelado a essas áreas, o elemento água, através de cursos d´água, nascentes, lagos, entre outros, contribui para o sistema, sendo, deste modo, denominado também infraestrutura verde-azul.

A partir de conceitos da Ecologia da Paisagem, como manchas, corredores e matrizes (Dramstad *et al.,* 1996), a infraestrutura verde, por meio de *link*, *hub* e *site* realiza a ´´antropização´´ desses princípios em ´´sítios-ligações-núcleos, tornando a ecologia e seus processos aplicáveis ao planejamento da cidade e suas redes, intraurbanas e interurbanas´´ (Franco, 2019, p. 14). De diversos tamanhos, os núcleos apoiam as redes de infraestrutura verde, proporcionando espaços para fauna e flora, sendo a origem e o destino dos processos ecológicos. As ligações, importantes linhas de conexão, possibilitam a junção dos núcleos e a aproximação dos sítios, que são menores e muitas vezes encontram-se desconectados. A proteção da biodiversidade, a conservação dos elementos naturais, a criação de trilhas e áreas de lazer, conforto ambiental, mobilidade, conexão entre os espaços verdes, garantia dos serviços ecossistêmicos, equilíbrio do ciclo da água, promoção da sustentabilidade urbana, contato entre o homem e natureza, promoção da saúde e do bem-estar, entre outros, são alguns dos inúmeros benefícios da infraestrutura verde que podem contribuir para a criação de cidades mais sustentáveis, e, principalmente, resilientes.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo realizado na Bacia do Ribeirão Lavapés, com ênfase no trecho urbano que permeia o centro da cidade de Botucatu, na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo (Brasil), verificando algumas das principais ações de planejamento para a área, bem como a sua relação com o território e suas possíveis conexões regionais a partir da infraestrutura verde, como fator de resiliência urbana ecológica.

[1] Para o presente trabalho, consideram-se os conceitos de resiliência urbana de Newman, Beatley e Boyer (2009). Newman, Peter; Beatley, Timothy; Boyer, Heather. Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Change. Washington, DC: Island Press, 2009.

2 METODOLOGIA

O processo metodológico deste trabalho, a partir do objetivo proposto, constituiu-se em três principais etapas, a partir de multimétodos: Na primeira etapa, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, foram embasados os conceitos primordiais para a investigação, bem como levantadas algumas das principais legislações consideradas por planejadores e gestões para as ações de projeto e construção da paisagem do município e da região. Para compreender a conjuntura atual, recorreu-se também a pesquisa histórica e iconográfica, em fotografias e jornais antigos, de modo a compreender o processo de expansão da ocupação no interior do oeste paulista, no entanto, tais fatos não serão detalhados no presente estudo.

A segunda etapa ocorreu por meio de estudo de campo e cartografia, de modo a captar as dinâmicas e as apropriações da área de estudo. Para isso, ao considerar a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lavapés como unidade de planejamento, realizou-se uma leitura por meio de um trânsito de escalas, partindo da observação e sobreposição de mapas de geomorfologia, vegetação, hidrografia, entre outros, até o palmilhar do território, de modo a compreender as questões objetivas e subjetivas dessa importante paisagem do interior paulista. Algumas das principais dinâmicas analisadas foram sua inserção na malha urbana, a relação entre os espaços verdes e abertos e espaços construídos e suas reais e possíveis redes intra e interurbanas.

Para finalizar, na terceira etapa, por meio da sistematização dos dados obtidos, realizou-se uma análise crítica das informações, de modo a compreender as possibilidades de conexões regionais da infraestrutura verde como fator de resiliência urbana entre uma cidade de médio porte, como Botucatu, com as cidades de pequeno porte do seu entorno, todas com importantes condicionantes físicas, sociais e ambientais e, com reais potenciais de conservação do ecossistema local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 O município de Botucatu e sua inserção na Cuesta Basáltica: aspectos físicos e ambientais do território

Seguindo as tendências de povoamento e expansão da economia do final do século XIX e início do século XX, o munícipio de Botucatu surgiu, assim como muitos outros do interior do Estado de São Paulo e Norte do Paraná, a partir de ações de ocupação do território em busca de novas oportunidades, em um processo denominado ´´marcha para o oeste´´ (Monbeig, 1984, p. 104.). A princípio, entre o século XVI e XVIII, a região era predominantemente utilizada como local de passagem, com percursos que possibilitaram a penetração e a expansão de domínio do território, sendo um dos mais conhecidos o caminho ´´Peabiru´´[2]. Por volta de 1835 as primeiras construções começaram a ocupar o alto da *cuesta*, ao longo do Ribeirão ´´dos Costas´´, atual Ribeirão Lavapés (Pinto, 1994, p. 23), dando início a ocupação efetiva do município de Botucatu (Figura 01).

[2] O caminho do ´´Peabiru´´ foi um importante percurso indígena pré-colonial atribuído aos Guarani, que cortava o continente de Santos e São Vicente, no litoral, até a costa do Pacífico, na Cordilheira dos Andes, e tinha como objetivo a busca por alimento e pela *yvy marãey* (“terra sem males”) (Donato, 1985, p. 29; Griese; Mello, 2012, p. 18).



Fig. 1 Localização do município de Botucatu no Estado de São Paulo e planta do macrozoneamento, com destaque para Macrozona de Proteção Ambiental (verde); Macrozona Rural (área cinza e roxa) e Macrozona de Consolidação Urbana e de Expansão Urbana Controlada (rosa e laranja)[3]

Embora considerados os aspectos físicos e ambientais em um primeiro momento, o processo contínuo de ocupação e dominação do território, ao longo das décadas, desprezou os elementos da natureza, bem como importantes aspectos geomorfológicos, através de um processo desenfreado de expansão na *cuesta*, inserção nas matas e apropriação das margens dos cursos d´água, acarretando em um ecossistema fácil, com erosões, supressão de espécies nativas, enchentes e alagamentos, entre outros.

Situada em uma área de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental, no eixo central do Estado de São Paulo, a Cuesta Basáltica apresenta vertentes bastante íngremes voltadas para a depressão e mais suaves para o planalto, caracterizando-se por um terreno bastante acidentado, ´´os únicos acidentes de maior saliência no dorso ondulado do Planalto Meridional em São Paulo´´, conforme observa-se na Figura 02 (Ab´Sáber, 1956, p. 18). O município de Botucatu apresenta em sua extensão o ´´Topo da Cuesta, onde localiza-se a sede, com altitudes que variam de 756 a 920m, a ´´Baixada´´ e a ´´Frente da Cuesta´´, que correspondem, respectivamente, ao Planalto Ocidental Paulista, a Depressão Periférica e a zona de transição entre elas (Maroni *et al.,* 2006, p. 12).

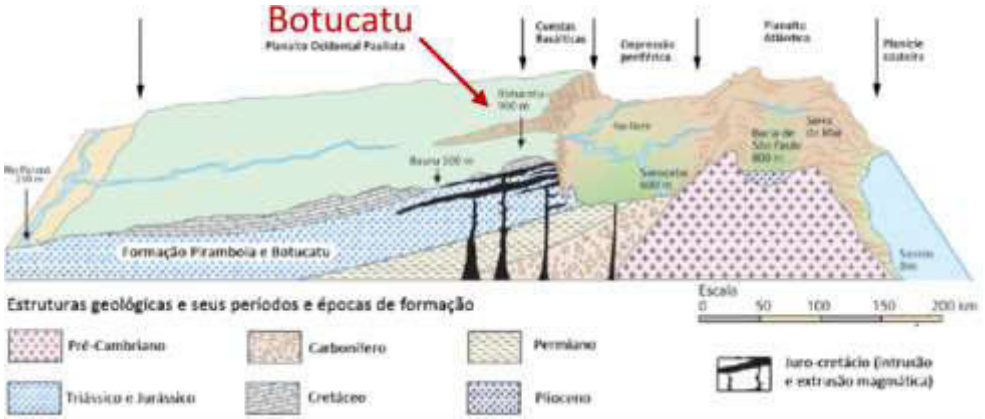


Fig. 2 Perfil do Revelo do Estado de São Paulo, com destaque para a localização do município de Botucatu no ´´Topo da Cuesta´´[4]

[3] Fonte: Mapa da Secretaria de Habitação e Urbanismo de Botucatu, com intervenção da autora. Disponível em: https://www.botucatu.sp.gov.br/portal/secretarias-paginas/2/mapas/

[4] Griese; Mello, 2012, p.13, com intervenção da autora.

Nos limites de Botucatu, alguns municípios também inseridos na região da *cuesta*, como Pardinho, ao Sul, Bofete, a Leste, e São Manuel, a Oeste, apresentam altitudes que variam de 550 a 950m e integram o *Pólo Cuesta*[5], importante consórcio turístico criado em 2001, com o objetivo de fomentar o turismo regional e sustentável e incentivar a preservação dos recursos naturais existentes, como, por exemplo, o ´´Gigante Adormecido´´ e as ´´Três Pedras´´, importantes morros testemunhos localizados em Bofete (Figuras 03 e 04).



Fig. 3 O Gigante Adormecido e as Três Pedras, localizados em Bofete (SP) e contemplados a partir do mirante do Vivan, em Pardinho (SP), em 2022

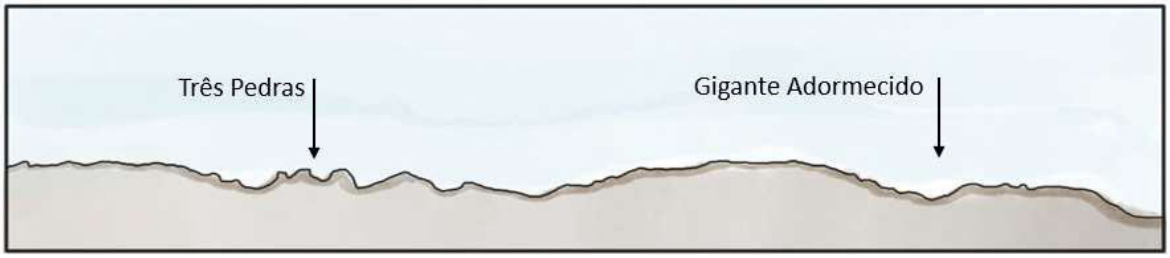


Fig. 4 Croqui da autora, com destaque para o Gigante Adormecido e as Três Pedras

Em relação a geologia, observa-se a presença das Formações do Grupo São Bento – Formação Pirambóia, Formação Botucatu e Formação Serra Geral – e do Grupo Bauru – Formação Marília e Formação Adamantina (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981; Serviço Geológico do Brasil, 2006; Andrade; Lupinnacci, 2021, p. 79 e 80), sendo a Zona Urbana de Botucatu localizada quase que totalmente na Formação Adamantina (Santos, 2017). O solo procedente de basalto e diabásio do Grupo São Bento é bastante rico e, em conjunto com as características climáticas e os recursos hídricos locais, favorece a prática de diferentes atividades agropecuárias.

Inserida entre as bacias hidrográficas dos rios Tietê e Paranapanema, a região da *cuesta* apresenta inúmeros cursos d´água que nascem nessa área e desaguam em um desses dois importantes rios, como é o caso do Ribeirão Lavapés, que percorre uma grande área de Botucatu e chega até o Tietê, nas proximidades da Represa de Barra Bonita.

[5] Os municípios que compõem o Pólo Cuesta são: Anhembi, Avaré, Bofete, Botucatu, Itatinga, Pardinho, Pratânia e São Manuel.

Deste modo, o município de Botucatu, especificamente, pertence ao Comitê de Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê (CBH-SMT) em função de sua sede, e por apresentar parte de seu território também na região do Médio Paranapanema, ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CHB-MP). Sob esse sítio da *cuesta* encontra-se, ainda, o Aquífero Guarani, ´´a segunda maior reserva subterrânea de água do mundo´´, que prolonga-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina (Griese; Mello, 2012, p.13).

Todos esses elementos estão inseridos em meio ao Ecótono da Cuesta, uma área de transição de dois importantes biomas, a Mata Atlântica e o Cerrado, que permite o desenvolvimento de espécies vegetais da Floresta Estacional Semidecidual, do Cerrado (Sensu Lato) e do Cerradão (Maroni *et al.,* 2006, p. 12-13) e que estão localizados, respectivamente, descendo o front da *cuesta*, onde encontram-se diversos cursos d´água, e nas áreas da depressão periférica. A grande biodiversidade da fauna e da flora local faz com que esses dois biomas sejam uns dos mais ricos, proporcionando, deste modo, grandes riquezas naturais para a população e para o meio ambiente, tanto em escala local quanto regional. No entanto, são também bastante ameaçados, o que justifica a preservação e conservação da biota e da paisagem, principalmente nesta região, com outros importantes recursos.

A criação da Área de Proteção Ambiental do Estado de São Paulo – APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá (Perímetro Botucatu), em 1983, através do Decreto Estadual nº 20.960 (São Paulo, 1983), tem justamente esse objetivo, o de proteger a região, seus elementos ambientais e os conjuntos paisagísticos, entre eles o da *cuesta*. Ademais, prevê-se ainda a proteção das áreas de nascente e de recarga do Aquífero; a fauna e a flora local; bem como as belezas cênicas e o patrimônio cultural e arqueológico do interior paulista. No entanto, na contramão de todas as propostas contemporâneas, que visam um olhar sistêmico e uma administração conjunta de importantes áreas ambientais, o Governo do Estado de São Paulo, na gestão 2023-2026, através do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA), da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, considerou favorável o desmembramento dos perímetros da referida APA. Com a nova proposta, fragmenta-se em APA Cuesta Corumbataí; APA Cuesta Paranapanema; e APA Cuesta Guarani, no perímetro Botucatu[6].

Em Botucatu, a porcentagem de remanescentes da vegetação nativa é de apenas, aproximadamente, 9,8% (Griese; Mello, 2012, p. 28), muito por conta das ações agrícolas e de pecuária, da abertura de estradas e rodovias, dos diversos loteamentos indiscriminados, que expandem a malha urbana dos municípios para além dos limites recomendados, atendendo, muitas vezes, interesses econômicos particulares, e das políticas de fragmentação do território.

Isto posto, diante de tantos recursos e belezas naturais que possibilitam um sistema equilibrado, estável e autossuficiente, observa-se a importância de uma rede de áreas verdes que conservem os valores e as funções do ecossistema natural e não o desmembramento e desconsideração dos elementos a partir da permanência da ação humana.

[6] Até maio de 2024, data de desenvolvimento deste artigo, a proposta aguardava a assinatura dos decretos pelo Governador e publicação oficial no Diário Oficial do Estado. As minutas de decreto para o desmembramento podem ser acessadas através do *site* Fundação Floresta, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, disponível em: https://fflorestal.sp.gov.br/criacao-e-ampliacao-de-unidades-de-conservacao/desmembramento-da-area-de-protecao-ambiental-corumbatai-botucatu-tejupa/minutas-de-

3.2 Infraestrutura verde em Botucatu: as potencialidades e os desafios das conexões regionais

Nas últimas décadas do século XX, mudanças significativas foram realizadas pelo Homem, em diferentes localidades, mundo a fora, sobretudo decorrentes da degradação ambiental e da expansão desenfreada das áreas urbanas. A partir de uma visão sistêmica da Terra, onde observa-se que tudo está conectado, é notório que modificações como essas podem influenciar em muitas outras regiões do planeta. Casos recentes da ação humana sobre o meio ambiente comprovam essa conexão, como a pandemia do Vírus SARS-CoV-2, o COVID-19, que assolou a todos a partir de 2020; os efeitos das mudanças climáticas, as recentes ondas de calor, as secas intensas, os incêndios, os efeitos catastróficos do El Niño, as tempestades devastadoras, como as que destruíram o Estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, em maio de 2024; entre outros.

Mesmo com todas as especificidades e potencialidades territoriais, muitas cidades perderam, ao longo de seu processo de construção e consolidação, a oportunidade de integrar a intervenção humana ao ambiente, pensando, efetivamente, no desenho ambiental e na conexão entre as áreas urbanas, periurbanas e rurais, ampliando o planejamento para diferentes escalas. Em Botucatu e região, não é diferente, uma vez que nem todos os recursos e potencialidades da paisagem da *cuesta* são aproveitados como parte de um sistema interligado, que proporciona diversos benefícios ecológicos não só locais, mas globais.

Com grande parte do seu tecido urbano quadriculado inserido na Bacia do Ribeirão Lavapés, inclusive a área central, Botucatu ainda amarga as decisões tecnicistas de ocupação do território, principalmente durante os períodos de chuva. Com sua principal nascente na área do Parque Municipal Zoobotânico, o Ribeirão Lavapés tem vários afluentes e percorre 35km, até sua foz, na Represa de Barra Bonita, pertencente a Bacia do Rio Tietê. Os aproximadamente 40% de ocupação da bacia com Zona Urbana (Santos, 2017, p. 56), mostram como o homem foi dominando o território ao longo desse importante elemento natural, comprometendo de forma significativa seus recursos, apesar das diversas intervenções realizadas pela gestão pública para requalificação da área, principalmente após as chuvas de 2020, que inundou ruas, destruiu pontes e casas e assolou a cidade, deixando-a em estado de calamidade (Figuras 05 e 06).



Fig. 5 Área livre ao longo do Ribeirão Lapavés destruída pelas chuvas de 2020 (a esquerda) e em 2023, após intervenção (a direita)

ecreto-para-o-desmembramento-da-apa-cbt/conservacao/desmembramento-da-area-de-protecao-ambiental-corumbatai-botucatu-tejupa/minutas-de-decreto-para-o-desmembramento-da-apa-cbt/



Fig. 6 Área ao longo do Ribeirão Lapavés com casas destruídas pelas chuvas de 2020 (a esquerda) e em 2023, após desapropriação e intervenções (a direita)

Apesar das obras de drenagem, canalização e recuperação do Ribeirão Lavapés, que possibilitaram o alargamento do leito, a desapropriação de construções para ampliação de áreas verdes e permeáveis nas margens, assim como a inserção de alguns poucos equipamentos, como bancos, para a população, bem como a proposta de um parque linear, é notório que essas intervenções não foram planejadas enquanto infraestrutura verde, assim como não ocorre a valorização de seus princípios, como a conectividade com outras importantes áreas; a consideração do contexto; a conexão com atividades da comunidade e do entorno; a promoção de benefícios para a natureza e para as pessoas; a manutenção e a promoção da biodiversidade, entre outros

Mesmo com as potencialidades e as mudanças de paradigma em relação a essa região, o que existe é um projeto local, tradicional e embasado na infraestrutura cinza, que desconsidera a multiescalaridade, a multifuncionalidade e a conectividade, principalmente se considerar a proximidade e o isolamento em meio a malha, de importantes elementos tanto no perímetro urbano quanto no seu entorno, como os limites da Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, Botucatu e Tejupá, as áreas de Atenção Ambiental e a Faixa de 250m do Front da Cuesta.

Deste modo, as áreas verdes existentes ao longo do Ribeirão Lavapés e de seus afluentes possibilitam a conectividade do sistema, como *links* ou corredores, responsáveis pela ligação com áreas maiores, possibilitando a permanência dos processos ecológicos vitais, bem como a ligação de ecossistemas e paisagens e bem-estar e recreação para a população, como pode-se observar na Figura 07. Essas áreas possibilitam ainda a conexão com vias arborizadas adjacentes, bem como a inserção de meios de transporte não motorizados e não poluentes, que permitem e incentivam percursos a pé ou com transporte cicloviário. Em uma escala regional, essa conexão ocorre através das áreas rurais do município até a Represa de Barra Bonita e o Rio Tietê. Responsável por valores ecológicos, turísticos e econômicos, passa pelas áreas de Proteção Ambiental, Atenção Ambiental 1, Atenção Ambiental 2 e linha do front da *cuesta,* consideradas *hubs* ou núcleos, e pelas áreas da APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá, como pode-se observar no mapa de Botucatu, com essas áreas destacadas (Figura 7). Esses núcleos são responsáveis por sustentar a infraestrutura verde, sendo a origem e o destino da vida selvagem e dos processos ecológicos. No caso dessas áreas em Botucatu e na região da *cuesta,* possibilitam benefícios tanto na escala municipal quanto regional e nacional. Por fim, as demais áreas, menores, denominadas *sites* ou sítios, mesmo não conectadas ao sistema, muitas vezes, possibilitam importantes funções e valores sociais e

ecológicos, como espaços de lazer, preservação do patrimônio cultural e paisagístico, entre outros. Um exemplo é a Fazenda Experimental Lajeado, utilizada como parque urbano pela população e como área de ensino e pesquisa pela Faculdade de Ciências Agronômicas (FAC) da Universidade Estadual Paulista ´´Júlio de Mesquita Filho´´ (UNESP), que apresenta uma área de aproximadamente 938,96ha e um acervo arquitetônico e paisagístico de uma antiga fazenda de café do século XIX, com museu, terreiro de secagem de café, maquinários, importantes maciços vegetais, entre outros.

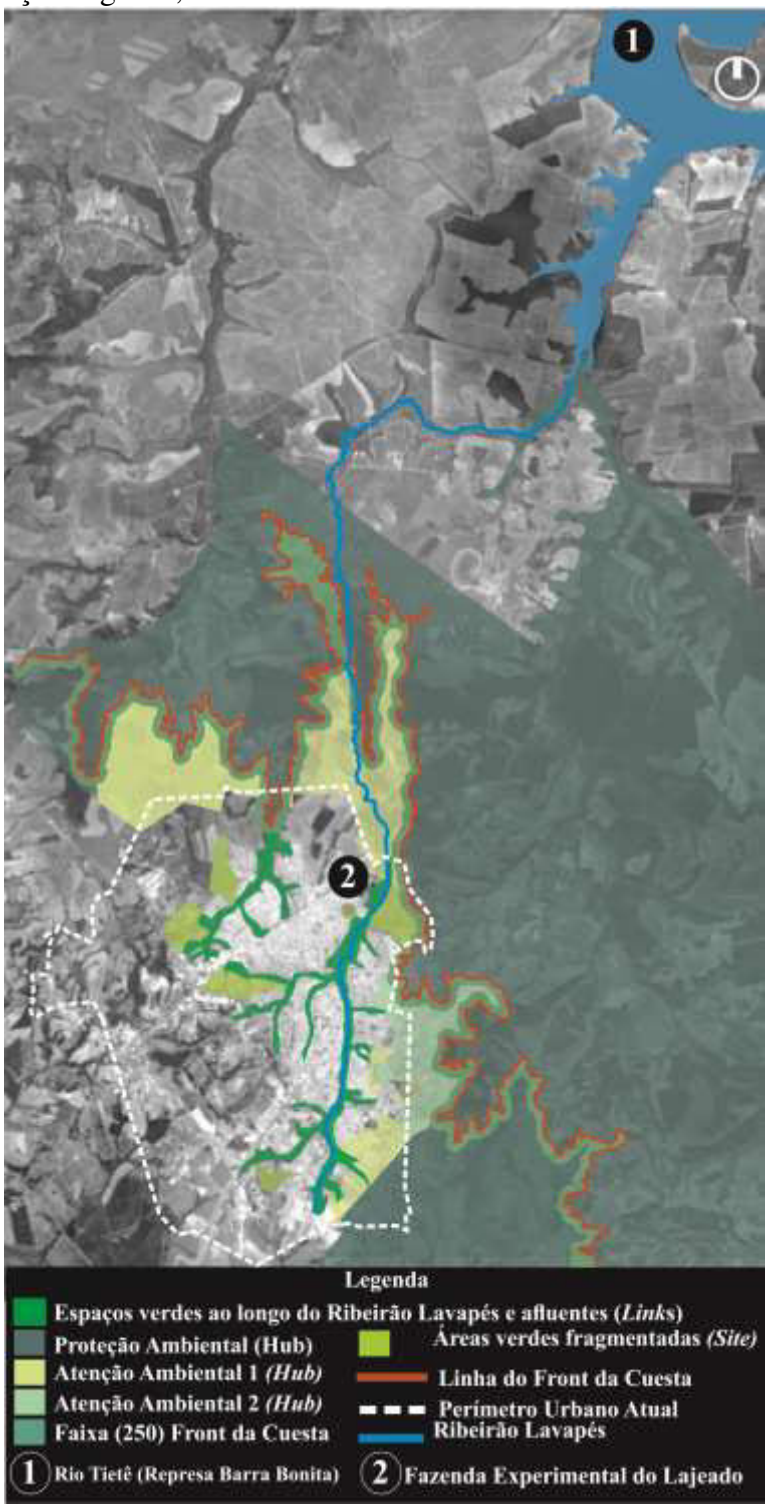


Fig. 7 Mapa de Botucatu e a proposta de conexões da infraestrutura verde e azul[7]

[7] Elaborado pela autora a partir de imagens do Google Earth e Mapa de Macrozoneamento de Botucatu.

Deste modo, são diversas as possibilidades de desenho estratégico de infraestrutura verde para Botucatu e região, de modo a mitigar os problemas ambientais, equilibrar a relação do homem com o meio, bem como de conservar o importante ecossistema da *cuesta.* Além das conexões intraurbanas possíveis, norteadas pelas áreas de fundo de vale e seus cursos d´água, como o Ribeirão Lavapés, o Córrego Tanquinho e Córrego Água Fria, as ligações podem ocorrer também através da arborização de importantes vias perpendiculares a essas áreas e que permeiam as principais praças da cidade (Figura 8)



Fig. 8 O município de Botucatu e proposta de sua conexão com a infraestrutura verde e azul[8]

No caso do Ribeirão Lavapés, além da conexão local, é possível criar uma rede regional com as áreas rurais que também permeiam esse curso d´água e que são responsáveis por diferentes atividades agropecuárias da região. Por fim, a conexão interurbana permite a conservação do ecossistema, a partir de uma visão sistêmica de ações com as cidades adjacentes, que também usufruem desses recursos naturais, através da revalorização dos corpos d´água, conectando-os a infraestrutura verde, de modo a possibilitar a resiliência urbana e ecológica da região.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate sobre temas como resiliência urbana, infraestrutura verde e mudanças climáticas, atrelado ao Planejamento e Desenho Ambiental Urbano, mostra-se cada vez mais necessário, principalmente diante de tantas catástrofes ambientais, sociais, políticas e econômicas. Diante disso, o grande desafio, atualmente, para planejadores e gestores é a quebra de paradigma em relação a suas ações. Projetos pontuais, de recuperação ou de mitigação de efeitos negativos, hoje, devem se transformar em projetos de paisagem, que permitam uma real relação entre homem e meio ambiente, de modo a conservar importantes recursos naturais. Não é possível pensar e planejar, deste modo, apenas na escala local.

No caso de Botucatu e região, por exemplo, é evidente a necessidade de um planejamento que considere a escala regional e, principalmente, nacional e global dos elementos que compõem a área da *cuesta*, uma vez que conta com importantes fontes de vida, como a água, presente através do Aquífero Guarani, que, além de responsável pelo abastecimento de diversas cidades do interior paulista, estende-se por outros países vizinhos; e os biomas de Cerrado e Mata Atlântica, com valiosa biota regional. Deste modo, planejar um sistema

[8] Proposta desenvolvido pela autora, a partir de croqui disponível em http://www.ybytucatu.net.br/historia/serra.html.

estável e autossuficiente, portanto, é preservar não apenas as riquezas da *cuesta* basáltica, mas também as formas de ocupação e de permanência de toda uma sociedade.

5 REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. (1956) A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, (23), 5-38.

Andrade, R. V. A. e Lupinacci, C. M. (2021) Proposta para a cartografia de faixa de proteção do reverso das Cuestas: um estudo de caso em Botucatu (SP), **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, 43 (2), 75-96.

Assunto, R (2011) Paisagem-Ambiente-Território. Uma tentativa de clarificação conceptual, in A. V. Serrão (Coord.), **Filosofia da Paisagem. Uma antologia,** Lisboa, Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 126-129.

Benedict, M. A. e McMahon, E. T (2006) **Green Infrastructure: linking landscapes and communities,** Washington, Island Press.

Besse, J. M. (2014) **O gosto do mundo:** exercícios de paisagem, Rio de Janeiro, EDUERJ.

Serviço Geológico do Brasil (2006) **Mapa geológico do Estado de São Paulo**, São Paulo.

Dramstad, W.E.; Olson, J. D. e Forman, R.T.T. (1996) **Landscape Ecology – Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning**, Harvard, Island Press/ASLA.

Donato, H. (1985) **Achegas para a história de Botucatu**, Botucatu, Banco Sudameris Brasil, Prefeitura Municipal de Botucatu, (3).

Griese, J. e Mello, M. G. De (Org.) (2012) **Atlas da Cuesta**, Instituto Itapoty, Botucatu, FEPAF.

Franco, M. A. R. (Org.) (2019) **São Paulo nas Mudanças Climáticas: cenários ambientais para a resiliência urbana,** São Paulo, Annablume.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. **Agência de Notícias IBGE**, 2023.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981) Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT, (1).

Maroni, B. C.; Di Stasi, L. C. e Machado, S. R. (2006) **Plantas medicinais do cerrado de Botucatu – Guia Ilustrado**, São Paulo, Editora UNESP.

Monbeig, P. (1984) **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**, São Paulo, Editora Hucitec, Editora Polis.

Organização das Nações Unidas (2023) **Relatório Anual da ONU-Habitat tem experiência interativa**.

Pinto, S. A. (1994) **No Velho Botucatu,** São Paulo, Editora Paulicéia, (2).

Santos, J. B (2017). **Modelagem hidrológica HEC-HMS da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lavapés, Botucatu-SP,** Tese de Doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem), da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista ´´Júlio de Mesquita Filho´´, Botucatu.

São Paulo (1983) **Decreto n. 20.960, de 8 de junho de 1983**, São Paulo.

Serrão, A.V. (2014) Paisagem e ambiente: uma distinção conceptual, **Enrahonar: quaderns de filosofia**, (53), 15-28.

Serrão, A.V. (Coord.) (2011) **Filosofia da Paisagem. Uma antologia,** Lisboa, Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa.

JARDINS DE CHUVA: ESTUDO EXPERIMENTAL COM ESPÉCIES NATIVAS DO BRASIL

M. F. N. Santos, M. S. G. C. Fontes, J. R. Oliveira

RESUMO

Existem muitos benefícios no uso da Infraestrutura Verde (IV) para o manejo das águas pluviais urbanas. Porém, uma lacuna para o desenvolvimento dos projetos paisagísticos de IV consiste na escolha de espécies adequadas às diferentes tipologias existentes e particularidades regionais. Nesse contexto, esta pesquisa objetivou avaliar o potencial de uso de espécies nativas do Brasil em jardins de chuva através de um estudo experimental, em Bauru-SP, com protótipos que simularam o funcionamento de um jardim de chuva com 4 diferentes espécies: *Commelina erecta*, *Distimake dissectus*, *Neomarica caerulea e Syngonium angustatum*. Cada uma delas foi avaliada quanto aos requisitos de plantio, manutenção, comportamento ao estresse hídrico e crescimento ao longo de 15 meses, através do cálculo do Percentual de Cobertura Verde (PCV). Os resultados indicam que as espécies são resistentes aos alagamentos provocados pelas chuvas frequentes que foram submetidas, visto o seu desempenho mesmo durante o período mais chuvoso.

1 INTRODUÇÃO

Os jardins de chuva constituem uma das tipologias da Infraestrutura Verde (IV) urbana, que vem sendo empregada como uma das práticas de manejo de águas pluviais, integrada a outras técnicas de biorretenção (Li *et al.*, 2019). No Brasil, o termo adquire diferentes significados em função do contexto utilizado e, de acordo com um estudo desenvolvido por Santos e Enokibara (2021), se consolidou como uma significativa área de estudo dentro da Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo a partir da publicação de Cormier e Pellegrino (2008). Esses autores apresentam a IV como uma rede de áreas naturais e outros espaços abertos interconectados que conservam valores e funções dos ecossistemas naturais.

Dentro do escopo da IV, além práticas para o manejo integrado das águas pluviais (jardins de chuva, biovaletas, canteiros e lagoas pluviais, entre outras), também incluem os jardins verticais, os tetos verdes, pavimentos permeáveis, arborização urbana, entre outras (Santos e Enokibara, 2021). Apesar dos inúmeros benefícios, a implementação dessas práticas para o manejo de águas pluviais requer maior conhecimento técnico para o desenvolvimento dos projetos de IV que otimizem seu desempenho.

Uma das lacunas pouco exploradas, segundo Yuan e Dunnett (2018), se refere à escolha das espécies para uso nas tipologias de IV vegetadas, como os jardins de chuva. Ainda segundo esses autores, a carência de recomendações técnicas nos manuais acarretam a

escolha de espécies inadequadas e sem uma vegetação bem desenvolvida, ocorre o colapso do desempenho hidrológico.

Apesar de escassos, entre os estudos internacionais sobre o tema destacam-se os desenvolvidos recentemente por Zhao *et al.* (2024), Champagne-Caron *et al*. (2024), Zhang *et al.* (2024), e os trabalhos de Laukli *et al.* (2022), Nelson *et al*. (2018), Yuan e Dunnet (2018) e Dylewski *et al.* (2011). Dentre estes, apenas Zhao *et al.* (2024) não realizaram estudo experimental, mas avaliaram 36 espécies vegetais a partir de análise multicriterial, resultando em um *ranking* que apresentou espécies mais indicadas para a utilização em jardins de chuva. Entre os demais, os estudos de Champagne-Caron *et al*. (2024) e Laukli *et al.* (2022) se evidenciam por não ficarem restritos às experimentações em vasos e protótipos, pois avaliaram o uso e o desempenho de espécies vegetais em jardins de chuva na escala real.

Esses estudos experimentais, apesar de utilizarem uma quantidade significativa de espécies (94 espécies dentro de 54 gêneros botânicos), foram desenvolvidos em países do hemisfério norte (China, Canadá, Estados Unidos e Noruega) com climas frios e temperados e, por isso, as espécies utilizadas podem não ser adaptadas ao clima tropical do Brasil.

No âmbito nacional, destacam-se os trabalhos de Melo *et al.* (2014), Reis e Ilha (2014; 2019), Teixeira e Silva (2019), Parra *et al.* (2021) e Mendes e Pina (2023). Melo *et al.* (2014) e Reis e Ilha (2014; 2019) envolvem estudos experimentais com a construção de jardins de chuva, no entanto, sem o objetivo de avaliar o desenvolvimento e o potencial de uso das espécies utilizadas; Teixeira e Silva (2019) investigam o tipo de vegetação adequado para a técnica em clima subtropical; no entanto, sem realizar estudo experimental prévio, partindo apenas de orientações da literatura para a sugestão de espécies; Parra *et al.* (2021) usam 5 espécies herbáceas para jardins de chuva, em um loteamento residencial, entretanto se restringem à dimensão projetual, sem o objetivo de fazer experimentação com as mesmas. Enquanto que o estudo de Mendes e Pina (2023) é relevante por se tratar de um estudo experimental com o objetivo de apresentar o processo de planejamento, implantação e resultados preliminares do uso de três técnicas de IV, incluindo os jardins de chuva, no período de três anos. Uma das observações foi quanto ao desenvolvimento das macrófitas selecionadas, com análise de sua adaptabilidade climática, desenvolvimento e dominação de espécies sobre outras.

Dentro desse contexto, esta pesquisa busca contribuir com maior conhecimento sobre o uso de quatro espécies vegetais nativas do Brasil para uso em jardins de chuva, através de um estudo experimental com protótipos em vasos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial do uso de espécies nativas do Brasil (C*ommelina erecta* L.; *Distimake dissectu*s (Jacq.) A.R. Simões & Staples; *Neomarica caerulea* (Ker Gawl.) Sprague e *Syngonium angustatum* Schott) em jardins de chuva, uma tipologia de IV cujo repertório vegetal ainda é pouco explorado.

3 METODOLOGIA

O estudo experimental com jardins de chuva contemplou 3 etapas metodológicas: i. Planejamento e projeto dos protótipos de jardins de chuva e escolha das espécies; ii. Construção dos protótipos dos jardins de chuva e iii. Monitoramento do desenvolvimento mensal das espécies, com base no estudo conduzido por Munõz (2019), que avaliou espécies vegetais em fachadas verdes, uma tipologia de IV.

3.1 Planejamento, projeto dos protótipos dos jardins de chuva e escolha das espécies

A escolha do modelo do protótipo dos jardins de chuva foi definida a partir de uma revisão bibliográfica sobre o tema, além de considerar as particularidades da localidade de implantação da técnica, o município de Bauru, no estado de São Paulo, Brasil (Figura 1), que apresenta clima Cfa (subtropical, com verão quente). Segundo o IPMet - Centro de Meteorologia de Bauru - Unesp, as precipitações no período mais chuvoso, que corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, são de 226, 291 e 211 mm, respectivamente (IPMet, 2024).

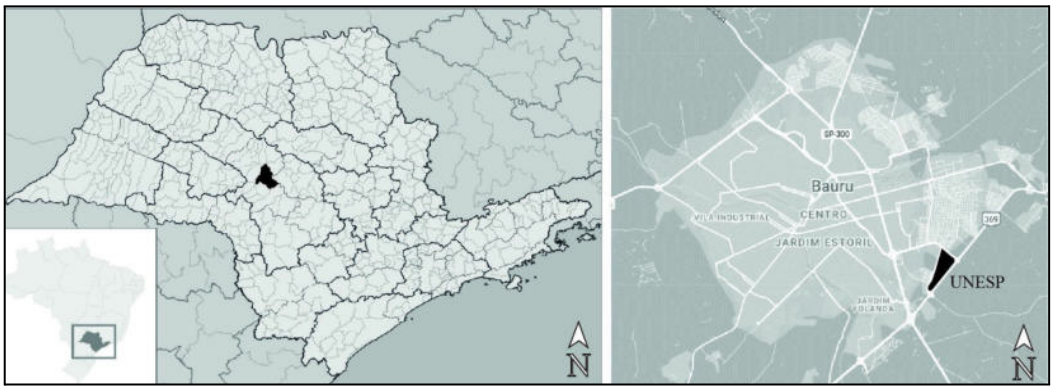


Fig. 1 Localização do estado de São Paulo, da cidade de Bauru e campus da Unesp. sem escala. Fonte: Adaptado de Abreu, 2006 e Google Maps, 2024

Para a seleção dos materiais de construção do protótipo dos jardins de chuva considerou-se: i. Adequação dos materiais para as condições do projeto; ii. Disponibilidade de aquisição do material e iii. Relação custo-benefício dos materiais. Assim, foram utilizados vasos plásticos para mudas da marca Ecovaso®, com dimensões de aproximadamente 45 cm de altura, 48 cm de diâmetro e capacidade total de 55 litros.

Após o dimensionamento do volume de armazenamento necessário para o jardim de chuva, o projeto do protótipo foi desenvolvido conforme descrição de Yuan *et al.* (2017), que especifica uma camada superficial de vegetação; uma camada de substrato para o suporte da vegetação (geralmente uma mistura de solo natural, areia e composto orgânico); uma camada contendo um elemento filtrante (geralmente uma membrana geotêxtil) e uma camada de armazenamento das águas pluviais (geralmente preenchida com pedras, como seixo ou brita). Além disso, quando o jardim de chuva não é utilizado como uma estrutura de infiltração direta no solo, é necessária uma camada extra de impermeabilização (com o uso de uma lona plástica, por exemplo) e instalação de um tubo extravasor, para a evacuação das águas pluviais excedentes.

Deste modo, o projeto do protótipo teve uma configuração final de cinco camadas: lâmina livre: camada de 5 cm deixada livre, para possibilitar o armazenamento inicial das águas pluviais; substrato: camada de 15 cm de profundidade na qual a vegetação foi plantada, e que fornece suporte para seu o desenvolvimento. Para isso, foi utilizada uma mistura de solo natural (20%), terra vegetal (30%) e areia (50%); filtro: camada de 5 cm de profundidade preenchida com areia grossa, que atua tanto como filtro, quanto na redistribuição da água no solo; geotêxtil: foi utilizada uma manta de geotêxtil que também atua como filtro do escoamento, para evitar a colmatação da camada de armazenamento; Armazenamento: de 20 cm de profundidade preenchida com brita n. 3, onde é realizado o armazenamento da água, considerando a porosidade do material como 30%.

Além disso, para garantir um adequado desenvolvimento inicial das espécies, foi projetado um sistema de irrigação artificial, que determinou a instalação dos protótipos próximo a uma fonte de água. O sistema de irrigação foi constituído de mangueiras, conexões, cabos, caixa de inspeção, válvulas e gotejadores (dois para cada vaso) da marca Rain Bird® com vazão de 8 l/h. A irrigação foi automatizada para funcionar duas vezes ao dia, durante 5 minutos, o que resultou em aproximadamente 2,65 litros de água por protótipo ao dia.

Por fim, foi efetuada a seleção de espécies nativas para uso nos jardins de chuva (Figura 2), com base em experiências prévias em tipologias de IV e na realização de visitas e entrevistas com técnicos, avaliando os requisitos: i. Adequação da espécie para as condições do projeto; ii. Experiências prévias promissoras de uso da espécie em tipologias de IV e iii. Disponibilidade de obtenção das mudas.

Duas das espécies escolhidas, a herbácea *Commelina erecta* (trapoeraba) e a trepadeira *Distimake Dissectus* (flor-de-madeira), apresentam ampla distribuição e ocorrência no território nacional, incluindo o bioma presente no local de implantação do experimento, o Cerrado. Essas espécies são caracterizadas como espontâneas, com grande facilidade de multiplicação, podendo tornar-se indesejadas e raramente são utilizadas com fim ornamental em projetos paisagísticos (Lorenzi, 2015; 2008). As outras duas espécies herbáceas, *Syngonium angustatum* (singônio) e *Neomarica caerulea* (falso-íris), possuem menor ocorrência natural confirmada no território nacional, presente em poucos estados e biomas , no entanto são comumente empregadas e indicadas para projetos de IV (Moura, 2013; Pinheiro, 2017), e serviram como grupo de controle, com o fim de fornecer parâmetros de comparação com as demais espécies.



Fig. 2 Espécies selecionadas para o estudo experimental

3.2 Construção dos protótipos dos jardins de chuva

Para a construção dos protótipos foram consideradas 5 unidades para testar cada uma das 4 espécies selecionadas, que totalizou 20 protótipos. O local de implantação foi o pátio da

Central de Laboratórios da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC). Apesar de ser um local aberto (Figura 3), o pátio tem o acesso protegido, além de possuir a estrutura necessária à instalação do sistema de irrigação. As atividades de construção dos protótipos ocorreram no período de 5 dias, a partir de 04/11/2022.



Fig. 3 Local de implantação e imagem do experimento.
Fonte: Adaptado de Google Maps, 2024

3.3 Monitoramento do desenvolvimento mensal das espécies

O monitoramento dos protótipos de jardim de chuva foi realizado com o intuito de:
i. Acompanhar o crescimento das espécies selecionadas através do registro fotográfico para a quantificação do Percentual de Cobertura Verde (PCV), conforme descrito em Munõz (2019). De acordo com a autora, o cálculo do PCV deve ser realizado mensalmente, a partir do dia do plantio. A cada mês, devem ser realizados registros fotográficos da vegetação e as imagens são analisadas no software AutoCad®. No ambiente de trabalho do *software*, a fotografia original é inserida e delimitada a área de análise. Em seguida, utilizando a ferramenta *Polyline*, a fotografia é vetorizada para criar uma máscara sobre a área foliar, separando a massa verde da estrutura do vaso. Após a criação da máscara são aplicadas hachuras, através da ferramenta *Hatch*, tanto na área de análise delimitada quanto na área da folhagem delimitada pela máscara. Por último, as áreas de cada hachura devem ser calculadas, sendo que a área de análise corresponde a 100%, e por meio da correlação com a área ocupada pela vegetação, determina-se o PCV para cada espécie (Figura 4);



Fig. 4 Procedimento para determinação do PCV

ii. Observar a necessidade de manutenção dos protótipos, conforme recomendações de Hunt *et al.* (2015) para técnicas de biorretenção, com atenção à: presença de água superficial no protótipo mais de 24 horas após um evento pluvial, o que pode indicar

acumulação de sedimento no elemento filtrante do sistema, ou mesmo que o elemento filtrante não é suficientemente permeável; morte da vegetação, o que pode ser devido à presença de água excessiva no protótipo (drenagem muito lenta do sistema), ou devido à escassez de água no protótipo (drenagem muito rápida) ou, ainda, devido à necessidade de adubação do substrato; presença de mosquitos no protótipo, que pode ser em decorrência da presença de uma lâmina de água por um período muito longo (superior a 24 horas), ou devido à existência de resíduos ou outros elementos do jardim que sirvam de abrigo, além da ocorrência de extravasamento de água do protótipo em eventos pluviais menores que a chuva de projeto, o que pode indicar que o tubo extravasor do sistema está muito próximo da superfície do solo, ou mesmo que essa tubulação possa estar entupida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento dos protótipos dos jardins de chuva permitiu registrar o desenvolvimento das espécies selecionadas e o impacto gerado pela escassez, excesso hídrico e uso de fertilizantes. De maneira geral, o modelo de vaso escolhido para o desenvolvimento dos protótipos mostrou-se resistente à exposição às intempéries e permitiu a correta execução de todas as camadas necessárias para simular um jardim de chuva.

4.1 Desenvolvimento das espécies selecionadas

Durante o acompanhamento mensal das espécies (que ocorreu de dezembro de 2021 a fevereiro de 2023) foi possível verificar o desenvolvimento distinto de cada uma. A distinta morfologia vegetal, com variação de tamanho e formato de folhas, presença ou ausência de floração, quantidade de flores, presença ou ausência de ramos e hastes, entre outras características, contribuiu para variações no cálculo do PCV.

Por exemplo, a espécie herbácea *Commelina erecta* (Figura 5), por possuir menores lâminas foliares, apresentou um baixo PCV no mês subsequente ao plantio, variando de 5-9%. No entanto, a espécie apresentou um desenvolvimento lento, que atingiu 10-17% no mês de abril e 4-15% no mês de maio de 2022. Ressalta-se que, a espécie sofreu influência de pragas nesse período que comprometeram o seu desenvolvimento, sendo necessária a aplicação de inseticida a base de Deltametrina, e para reverter os danos causados pelas pragas, foi aplicado fertilizante NPK (10-10-10) e corretor de solo (calcário), ainda em maio de 2022. O resultado foi um grande desenvolvimento da espécie que atingiu entre 36 a 84% de cobertura no mês de junho de 2022, mas seguida de decaimentos constantes nos meses seguintes. No mês de novembro de 2022 foi feita uma nova aplicação do fertilizante e o mesmo comportamento pode ser observado: um crescimento significativo em dezembro (cujo PCV chegou a 62-73%), com novas quedas nos meses posteriores.

No caso da planta trepadeira *Distimake dissectus* (Figura 6), a espécie apresentou um PCV de 4-7% no mês seguinte ao plantio das mudas, com crescimento constante até o mês de maio de 2022 (15-38%), quando também foi aplicado fertilizante e corretor de solo nos protótipos, que resultou em um PCV de 32-78% no mês de junho. O mês de julho apresentou estabilidade, no entanto quedas nos valores começaram a acontecer no período de agosto a novembro de 2022, quando a espécie apresentava 19-44% de cobertura. Após a segunda aplicação de fertilizante o PCV em dezembro de 2022 variou de 94-99%, mas com queda nos meses seguintes.

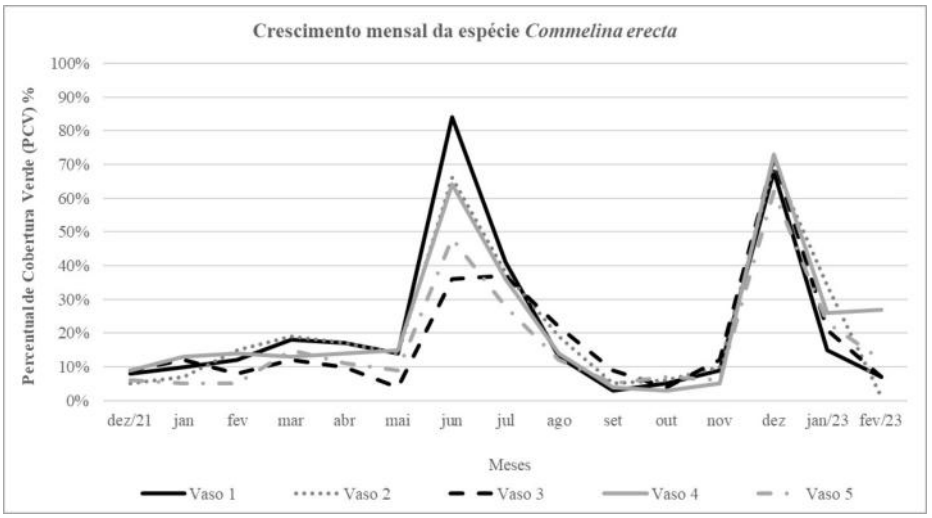


Fig. 5 Crescimento mensal da espécie *Commelina erecta* em cada vaso

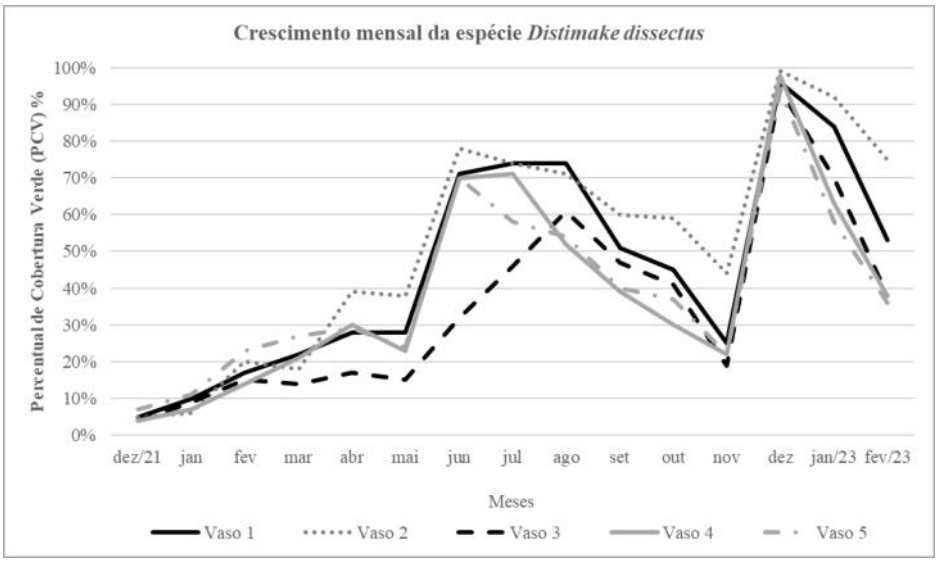


Fig. 6 Crescimento mensal da espécie *Distimake dissectus* em cada vaso

Um aspecto importante a ser destacado é a resposta significativa dessas duas espécies (*Commelina erecta e Distimake dissectus*) à aplicação de nutrientes, que apresentaram picos no desenvolvimento seguido de quedas posteriores. Fato que pode estar associado a um desequilíbrio nutricional para as espécies após fertilização e, portanto, é necessária a verificação do ocorrido em estudos posteriores.

A espécie *Syngonium angustatum* (Figura 7) foi a que apresentou maior valor inicial de cobertura, que variou de 36-50%, Essa característica pode ser explicada pelo grau de desenvolvimento das mudas e morfologia da espécie, que apresenta maiores folhas. Todavia, a espécie apresentou redução nos valores de PCV nos meses seguintes devido à adaptação ao novo local, com diferentes condições (especialmente a insolação) do viveiro no qual foram adquiridas as mudas, chegando a 27-34% de PCV no mês de fevereiro de 2022. Em março a espécie (já adaptada) passou a apresentar um crescimento positivo, sem grandes picos em junho (diferente das espécies anteriores) quando foi aplicado o fertilizante e a correção de solo. Neste mês a espécie apresentava PCV de 57-75%. Os

meses subsequentes foram de aumento constante na cobertura, chegando a valores de 90-98% no mês de outubro de 2022. Nos mês seguinte, a espécie apresentou queda no desenvolvimento e atingiu valores entre 82-89%, além de folhas queimadas e murchas. Uma possível explicação foi a ocorrência de uma frente fria atípica, na primeira semana de novembro, que atingiu temperatura mínima de 10,5°C, uma vez que a espécie não é tolerante às baixas temperaturas. Assim como nas demais espécies analisadas, uma nova rodada de aplicação de fertilizante foi efetuada, que resultou em valores de PCV entre 98-100%, que se mantiveram constantes até o fim do monitoramento.

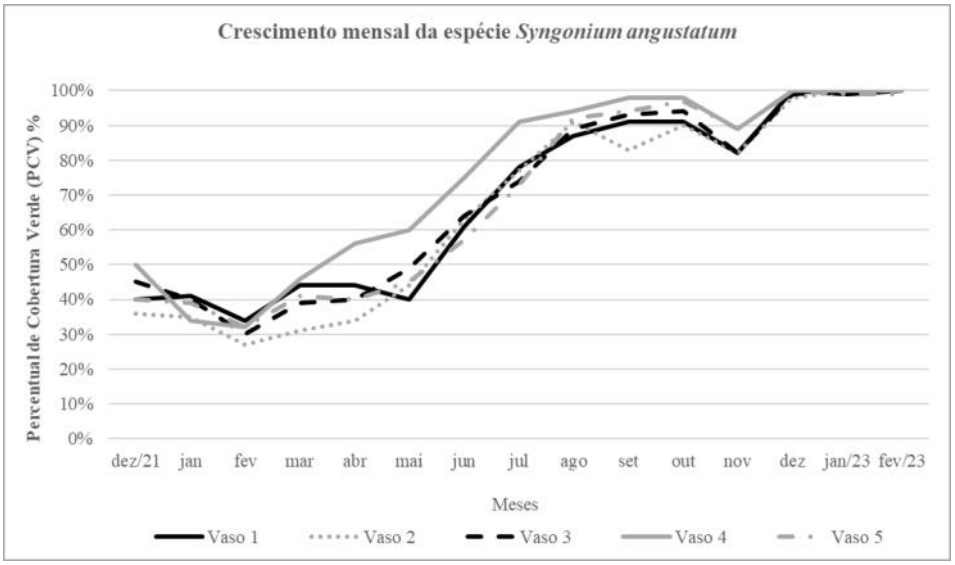


Fig. 7 Crescimento mensal da espécie *Syngonium angustatum* em cada vaso

Por fim, a herbácea *Neomarica caerulea* (Figura 8) apresentou PCV que variou entre 8-24% em dezembro de 2021, mas com redução para 10-19% no mês seguinte (janeiro de 2022), em função de problemas de adaptabilidade ao novo local, assim como ocorreu com o singônio. Os dois meses seguintes foram de crescimento, com leve decaimento no terceiro (abril), devido ao ataque de pragas e, por isso, também foi aplicado o mesmo procedimento utilizado para a espécie *Commelina erecta.* O mês de maio de 2022 foi marcado pela inserção de novas mudas nos protótipos, visto que a espécie apresenta folhas lanceoladas e laminares dispostas em leque, com pouco potencial forrageiro, o que estava impactando negativamente em seus valores de cobertura. Neste mês o PCV ficou entre 19-31% e também foi aplicado o fertilizante e calcário (como nas demais espécies). Assim como o *Syngonium angustatum*, essa espécie não apresentou um salto brusco de cobertura após procedimentos, uma vez que o PCV em junho de 2022 foi de 32-43%. O crescimento da espécie foi positivo até o fim do monitoramento, e atingiu valores de 62-88% no último mês. Assim como as demais espécies, o singônio também recebeu a segunda aplicação de fertilizante e corretivo do solo em novembro de 2022.

Quanto à manutenção, não foi observada morte de vegetação por excesso de água nos protótipos e nem a formação de lâmina d'água com presença de mosquitos após os eventos pluviais, conforme apresentado por Hunt *et al.* (2015) como um indicativo de necessidade de substituição das espécies. Outros fatores que também fazem referência ao cuidado e manutenção das espécies e podem ser destacados foram a retirada de folhas secas e a necessidade de condicionamento dos ramos da trepadeira *Distimake dissectus*.

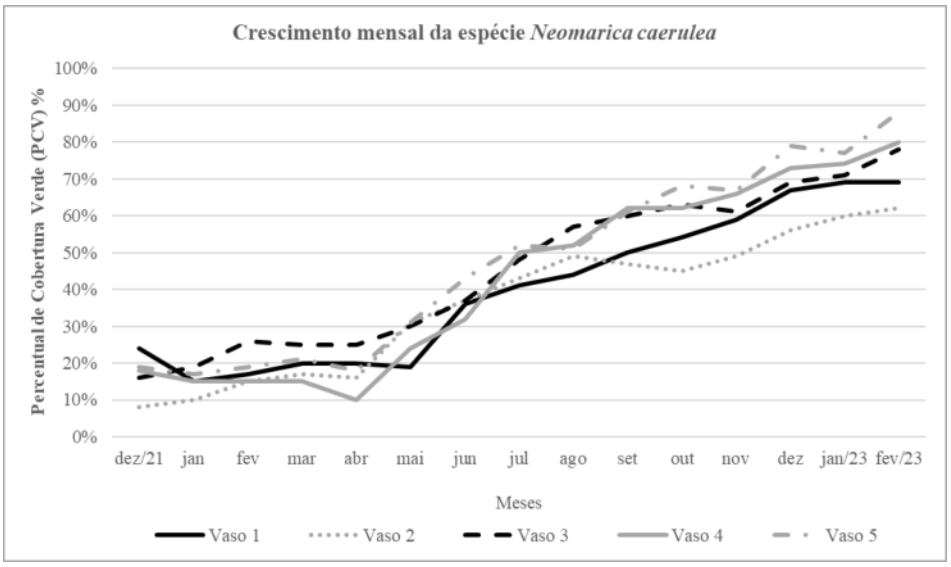


Fig. 8 Crescimento mensal da espécie *Neomarica caerulea* em cada vaso

4.2 Relação entre desenvolvimento médio mensal das espécies com escassez/excesso pluvial

O gráfico apresentado na Figura 9 mostra os valores médios mensais do PCV e de precipitação mensal acumulada, obtidos a partir dos boletins meteorológicos do IPMet (2024). A partir dele, é possível observar que, durante o monitoramento, as espécies estiveram suscetíveis a dois momentos de condições de tempo distintas: meses de inverno e verão, com menores e maiores volumes de chuva, respectivamente. Esses dados estão em conformidade com a caracterização climática de Bauru (Cfa - subtropical com verão quente), que possui um verão quente e úmido e inverno ameno e seco.

Nessas condições de tempo, as espécies experimentadas tiveram pouco impacto de crescimento relacionadas a escassez ou excesso de chuvas, uma vez que os picos e quedas de crescimento da *Commelina erecta* e *Distimake dissectus* ocorreram tanto em meses secos quanto chuvosos. Dados estes, que indicam que a aplicação do fertilizante(nos meses de maio e novembro), pode ter sido o principal fator que desencadeou este comportamento no desenvolvimento. Outro aspecto a ser destacado é que, durante os meses secos, as espécies continuaram a receber irrigação diária, o que não permitiu a avaliação do comportamento destas em condições de total escassez hídrica.

As maiores médias de PCV para as espécies *Syngonium angustatum* e *Neomarica caerulea* foram registradas ao fim do acompanhamento em fevereiro de 2023 (100% e 75%, respectivamente), em um mês que apresentou 269,7 mm de precipitação acumulada, enquanto os maiores valores médios para as espécies *Commelina erecta* e *Distimake dissectus* ocorreram em dezembro de 2022 (69% e 96%, respectivamente), após aplicação de fertilizante, mas também em um mês com maior quantidade de precipitação acumulada durante todo o período de acompanhamento (399,9 mm). Ressalta-se, ainda, que a irrigação diária continuou funcionando mesmo durante os meses chuvosos, e que as quatro espécies apresentaram boa tolerância às condições de alagamentos frequentes à que foram submetidas neste período.

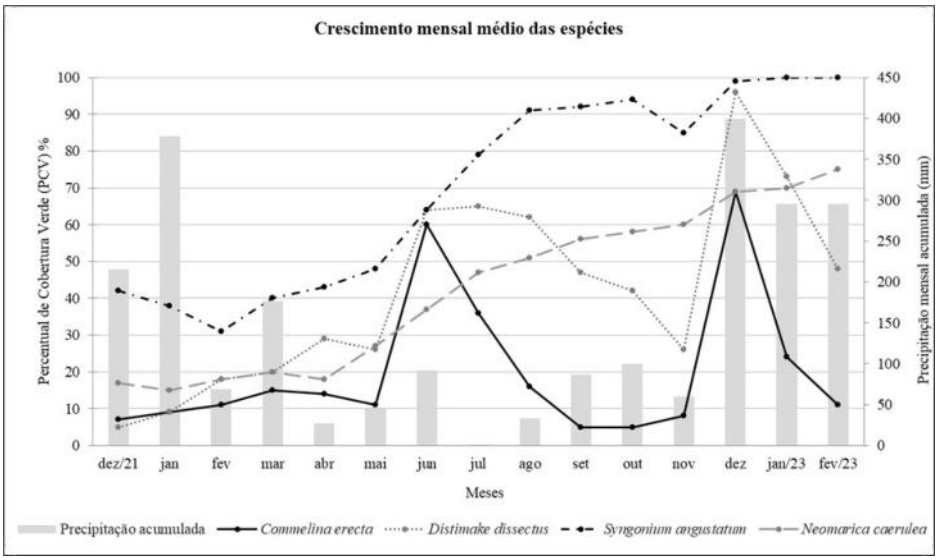


Fig. 9 Crescimento médio mensal das espécies

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados, é possível verificar que as quatro espécies testadas possuem potencial para utilização em jardins de chuva. Embora as espécies *Syngonium angustatum* (singônio) e *Neomarica caerulea* (falso-íris) tenham apresentado maiores valores de PCV de forma contínua, as demais espécies também se mostraram adequadas, haja visto a sua tolerância aos alagamentos constantes à que foram submetidas nos protótipos, ainda que tenham apresentado um crescimento mais irregular. Outro resultado obtido com o estudo experimental foi a verificação de que o falso-íris e a trapoeraba demandam uma maior quantidade de mudas por m² para recobrimento adequado dos jardins de chuva, enquanto o singônio e a flor-de-madeira se desenvolvem bem com uma menor quantidade de mudas.

Enquanto limitações do estudo, é importante frisar a necessidade de complementação da metodologia de Muñoz (2019) para estudos futuros de avaliação de espécies vegetais, uma vez que o cálculo do PCV se mostrou adequado para o acompanhamento inicial do desenvolvimento das espécies (até o momento que a vegetação cobre 100% da área, pois a partir deste ponto, é necessário avaliar outros critérios, como o volume e a altura da vegetação).

Por fim, enquanto pontos de destaque do estudo experimental, evidencia-se o uso de réplicas como procedimento essencial para pesquisas que objetivam testar espécies para IV. Deste modo, busca-se evitar o risco de resultados enviesados, baseados em fatos isolados e/ou individuais, que podem ocorrer no caso do uso de um único protótipo. Neste estudo, os resultados apontaram um comportamento muito similar no desenvolvimento das plantas dos cinco vasos da mesma espécie, possibilitando elaborar hipóteses e extrair conclusões.

Outras recomendações para estudos posteriores são: investigar o potencial de fitorremediação de cada espécie, além de aspectos estéticos e a aceitabilidade social; observar a promoção da biodiversidade, a partir da atração de polinizadores para obter dados que legitimem a indicação das mesmas; bem como realizar experimentações no meio urbano em escala-real, a fim de verificar diferenças de comportamento das espécies nessas situações, conforme os estudos de Champagne-Caron *et al*. (2024) e Laukli *et al.* (2022).

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Coordenadoria de Permanência Estudantil da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" através da bolsa COPE CONECTA (EDITAL Nº 02/2021).

7 REFERÊNCIAS

Abreu, R. L. **Localização de Bauru em São Paulo.** 2006. Acessado online: https://pt.wikipedia.org/wiki/Bauru#/media/Ficheiro:SaoPaulo_Municip_Bauru.svg. (acessado em 17 maio 2024).

Champagne-Caron, J., Frédette, C., Poulin, M., e Grégoire, G. (2024). Plant survival and growth in bioretention cells under a cold climate. **Ecological Engineering**, 202, 107239.

Cormier, N. S., e Pellegrino, P. R. M. (2008). Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, (25), 127-142.

Dylewski, K. L., Wright, A. N., Tilt, K. M., e LeBleu, C. (2011). Effects of short interval cyclic flooding on growth and survival of three native shrubs. **HortTechnology**, 21(4), 461-465.

Google Maps. 2024. Acessado online: https://www.google.com.br/maps/preview. (acessado em 17 maio 2024).

Hunt, W. F., Lord, B., Loh, B., e Sia, A. (2015). **Plant selection for bioretention systems and stormwater treatment practices** (p. 59). SpringerBriefs in Water Science and Technology.

IPMet. 2024. Acessado online: https://www.ipmetradar.com.br/2relatosMensais.php. (acessado em 16 maio 2024).

Laukli, K., Vinje, H., Haraldsen, T. K., e Vike, E. (2022). Plant selection for roadside rain gardens in cold climates using real-scale studies of thirty-one herbaceous perennials. **Urban Forestry & Urban Greening**, 78, 127759.

Li, C., Peng, C., Chiang, P. C., Cai, Y., Wang, X., e Yang, Z. (2019). Mechanisms and applications of green infrastructure practices for stormwater control: A review. **Journal of hydrology**, 568, 626-637.

Lorenzi, H. (2008) Merremia dissecta (Jacq.) Hallier f. in **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum (4a ed.)

Lorenzi, H. (2015) Commelina erecta L. in **Plantas para jardins no Brasil: herbáceas,arbustivas e trepadeiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum,(2a ed.)

Melo, T. D. A. T. D., Coutinho, A. P., Cabral, J. J. D. S. P., Antonino, A. C. D., e Cirilo, J. A. (2014). Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais

urbanas. **Ambiente Construído**, 14, 14.

Mendes, M. E. R., e Pina, S. A. M. G. (2023). Soluções baseadas na natureza para gestão de águas urbanas: aplicação de jardins filtrantes, jardins de chuva e biovaletas. **Revista Foco**, 16(3), e1382-e1382.

Moura, N. C. B. (2013). **Biorretenção: tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva** (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Muñoz, L. S. (2019). **Potencial amenizador térmico de jardim vertical do tipo fachada verde indireta: estudos com diferentes espécies de trepadeiras.** (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru

Nelson, R. S., McGinnis, E. E., e Daigh, A. L. (2018). Rain garden sedges tolerate cyclical flooding and drought. **HortScience**, 53(11), 1669-1676.

Parra, G. G., Teixeira, B. A. D. N., Masiero, É., e Rodrigues, T. B. M. (2021). Possibilidade de uso de técnicas compensatórias de drenagem urbana como unidades de lazer para ampliação de áreas públicas em loteamentos. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 13, e20200208.

Pinheiro, M. B. (2017). **Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies** (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo.

Reis, R. P. A., e Ilha, M. S. D. O. (2014). Comparação de desempenho hidrológico de sistemas de infiltração de água de chuva: poço de infiltração e jardim de chuva. **Ambiente Construído**, 14, 79-90.

Reis, R. P. A., e Ilha, M. S. D. O. (2019). Influência das condições de instalação do sistema predial de água pluvial nas soluções de drenagem na fonte. **Ambiente Construído**, 19, 129-141.

Santos, M. F. N., e Enokibara, M. (2021). Infraestrutura verde: conceitos, tipologias e terminologia no Brasil. **Paisagem e Ambiente**, 32(47), e174804-e174804.

Teixeira, B. K. e Silva, A. S. Ç (2019). Tipos de vegetação para medidas compensatórias de controle pluvial na fonte em zonas subtropicais. **Revista LABVERDE**, 9(2), 103-127.

Yuan, J., e Dunnett, N. (2018). Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species. **Urban forestry & urban greenin**g, 35, 57-65.

Zhang, J., Song, F., Xu, X., Xia, T., Zhang, X., Dong, L., e Yin, D. (2024). Comprehensive evaluation of morphological and physiological responses of seventeen Crassulaceae species to waterlogging and drainage under temperate monsoon climate. **BMC Plant Biology**, 24(1), 6.

Zhao, Z., Chen, J., Han, S., Ding, L., Zhao, X., Liu, X., e Deng, H. (2024). A Study on Plant Selection for Low-Carbon Rain Gardens Based on an AHP-TOPSIS Model. **Sustainability**, *16*(5), 2097.

AS ÁREAS NATURAIS NO CONTEXTO URBANO E RURAL DE MACATUBA-SP

T. F. Souza, N. R. T. Constantino

RESUMO

As cidades do centro-oeste paulista, fundadas a partir da metade do século XX, apresentam diversas semelhanças urbanísticas quanto ao seu traçado, formação urbana e relação com as áreas naturais existentes, configurando uma paisagem urbana característica. Neste artigo, analisa-se a cidade de Macatuba, município de pequeno porte banhado pelo Rio Tietê e com o crescimento orientado a partir do Córrego Bocaiúva e do Ribeirão Tanquinho. O artigo busca apresentar a paisagem do município e a possibilidade de implantação de corredores verdes que conectem o núcleo urbano à zona rural até o Rio Tietê. A metodologia consiste na elaboração de cartografias a partir da sobreposição de dados. As considerações finais destacam a possibilidade da implantação dos corredores verdes a partir dos corpos hídricos, que costuram a paisagem urbana à rural, além dos múltiplos objetivos que estes podem ter para o município.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cidade simbiótica: as relações urbano-naturais.

Ao longo do desenvolvimento urbano das cidades e nos mais diversos estudos relacionados as conceituações, interpretações e problemáticas características dos núcleos urbanos, um dos principais campos abordados é o da paisagem urbana. Segundo Berque (2023) a paisagem pode ser definida como a relação que o homem tem com seu ambiente. A paisagem aborda neste contexto as relações antrópicas dentro da cidade e fora dela a partir das áreas naturais existentes, trabalhadas intencionalmente ou não pelo homem. Moisset (2006) apresenta que a composição da paisagem urbana é fundamentada em três elementos naturais (a terra, a água e a vegetação) e um artificial (estruturas e elementos artificiais introduzidos pelo homem). Sob essa perspectiva, tem-se que as áreas naturais no ambiente urbano, podem ser entendidas como aquelas que apresentam a terra, a vegetação e / ou a água. Assim, o campo urbano é constituído pela relação simbiótica entre as áreas naturais e as artificiais - um meio natural híbrido (Besse, 2014).

Analisando o desenvolvimento urbano é possível identificar uma dissociação dos elementos naturais, como se a cidade devesse se sobrepor aos primeiros, sendo um dos principais indícios desse modelo o tamponamento dos corpos hídricos, o apagamento do elemento natural em função do elemento artificial e consequentemente, a exclusão do elemento natural

da paisagem urbana e um empobrecimento desta, pois é a complexidade do sítio paisagístico que torna rica a paisagem (Costa, 2006).

O desenvolvimento das cidades brasileiras teve como primórdio a questão da ocupação extensiva (isso desde o início da colonização, o que explica a maior parte da ocupação territorial no Brasil ser no litoral), sendo que as áreas naturais eram entendidas como limites ou pontos a serem conquistados. Com o avanço das legislações, as áreas de interesse ambiental foram consideradas como limitantes dos espaços urbanos (Tardin, 2010), reforçando a dialética do urbano x natural.

No tangente à legislação, a Lei Federal nº 9.985/2020 traz que os corredores ecológicos são:

> [...] porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e recolonização de áreas degradadas, bem como manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior que aquelas das unidades individuais. (Artigo 2ª, inciso XIX).

Os corredores verdes constituem infraestruturas verdes que ocorrem dentro das cidades e tem como principais objetivos a salvaguarda de áreas de importante valor ambiental e ecológico, a criação de espaços que contribuam para a paisagem urbana e a qualidade de vida das pessoas (Ferreira, 2010). Schlee (2015) entende que a demarcação de corredores verdes deve ocorrer após um aprofundamento em estudos multidisciplinares que devem avaliar desde a vocação até a sua localização. Para a autora, os corpos hídricos da cidade constituem importante papel na paisagem urbana, sendo responsáveis por costurar o tecido urbano. Os corredores verdes, apresentam-se com espaços abertos lineares com polivalência de usos e vocações. A implantação dos mesmos deve considerar não apenas os aspectos ecológicos visando a proteção de áreas ambientais, mas também seu valor social atrelado à atividade humana, contribuindo para melhoria da qualidade de vida da população (Ferreira, 2010). Estes espaços se apresentam como nova possibilidade de ocupação e reconfiguração da paisagem urbana existente, enriquecendo-a e também trazendo à luz os corpos hídricos escondidos ou abandonados na história urbana.

Segundo Pellegrino et al. (2006), para a implantação de corredores verdes devem ser observadas três características: sua estrutura (a organização dos elementos da paisagem); sua função (o movimento ou o fluxo de animais, plantas, água, vento, materiais e energia, através da estrutura); e sua transformação (a dinâmica do modelo espacial e da função em um determinado tempo, através dos processos naturais e das atividades humanas). Kageyama & Gandara (2000) completam dizendo que as funções dos corredores verdes compreendem: possibilitar a diversidade de habitat e tornar-se um condutor de águas, animais, plantas, pessoas. Podem também ter uma função de barreira; filtro (para evitar o assoreamento e a contaminação); fonte de água ou de espécies para áreas adjacentes; ou ainda servir de recipiente de nutrientes ou de sedimentos.

O Código Florestal Brasileiro de 1965 (Lei Federal nº 4.771/65) estabeleceu as Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos cursos d'água e nascentes entre outros, apresentando ainda medidas específicas às faixas das APPs, a depender da largura do curso d'água e ainda a possibilidade de declarar áreas como APP em casos específicos (como para mitigar efeitos de erosão e interesses públicos). Assim, os parcelamentos urbanos aprovados após o período deveriam contemplar estas áreas. A Lei Federal nº 12.651/12, que revogou o

Código Florestal de 65, apresenta a questão das áreas ambientais no âmbito rural e define regras para sua exploração, com uma definição mais sucinta das nomenclaturas existentes.

Na análise da paisagem urbana sob a ótica das grandes metrópoles, as dinâmicas envolvendo o urbano-natural podem apresentar maiores graus de complexidade e reforçam mais intensamente a dicotomia entre o natural e o urbano. Esse tipo de relação, no campo territorial e no imaginário, pode ser atribuído como a relação entre as grandes cidades e as cidades interioranas de menor porte, em que as dinâmicas urbanas ainda se apresentam, mas com complexidades diferentes. Silva (2007) traz que os principais estudos desenvolvidos pelas ciências sociais se debruçam sobre as grandes metrópoles e seus complexos problemas, em contrapartida a uma ideia pré-concebida de que as cidades de pequeno porte representam o atraso, com pouco dinamismo em suas relações urbanas.

O objeto de estudo deste artigo é o município de Macatuba, que está inserido no interior do estado de São Paulo. A cidade nasceu a partir de um pequeno povoado e faz parte do grupo de cidades que surgiram a partir de da primeira metade do século XX, um processo de uma forte política expansionista impulsionada pelo aumento do sistema ferroviário e influenciado e financiado pela indústria cafeeira paulista que buscava novas terras para expansão de suas atividades e encontrava no oeste paulista (Ghirardello, 2010), o "sertão desconhecido" (Constantino, 2010), a possibilidade de atender essa demanda. Constantino (2010) traz que este período é um marco no planejamento urbano brasileiro, sendo seu propósito essencial a ocupação territorial a partir da lógica capitalista da indústria cafeeira, de forma que as cidades do período apresentam padrões morfológicos semelhantes entre si.

2 METODOLOGIA

A metodologia aplicada foi dividida em três fases bem definidas: Embasamento teórico-científico, coleta de dados, organização e análise dos dados e desenvolvimento de mapas temáticos da situação e da proposta.

Na Fase 1 – Embasamento teórico-científico, com foco levantamento bibliográfico pertinente ao tema e a pesquisa sobre as legislações pertinentes.

Na Fase 2 – Coleta de dados, foi realizado pesquisa de campo para o levantamento de dados. Parte dos dados utilizados foram coletados na pesquisa de Souza (2019), em que foram realizados fichamentos dos parcelamentos aprovados no município, com informações relacionadas aos Sistemas de Lazer e Áreas Verdes. O restante dos parcelamentos foi coletado junto a Prefeitura Municipal de Macatuba, através da consulta dos projetos de parcelamentos aprovados posteriormente, até Dezembro/2022 e os fichamentos foram complementados. Para as informações das áreas rurais, foram realizadas pesquisas junto aos sites oficiais do governo, como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), através dos dados disponíveis do Cadastro Ambiental Rural (CAR), onde foi possível encontrar informações relacionados às APPs, Vegetação Nativa, Reserva Legal e Uso Restrito. Todos estes dados foram coletados em formato digital com extensão *shapefile (.shp)*. Foram coletados também os dados relacionados ao município de Macatuba e do Estado de São Paulo, a partir do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) em relação a sua divisão política e os arquivos digitais em formato *.shp* desenvolvidos por Souza (2019) em relação ao perímetro urbano[1] [1]e às áreas verdes e sistemas de lazer

[1] Perímetro urbano: o perímetro urbano adotado é o de Souza (2019). Em 2022 houve uma atualização do perímetro urbano, no entanto não foi possível acessar os dados digitais.

identificados nos parcelamentos. Os dados relacionados à hidrografia foram coletados através dos arquivos disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2023), também em formato digital com extensão *.shp*. Os dados coletados foram organizados através do *software* de georreferenciamento Qgis, escolhido por possuir licença de uso gratuita, com utilização de base de mapa digital do Google Maps. Com os dados coletados organizados dentro do *software* foi possível realizar a análise a partir da criação mapas de situação.

Na Fase 3 – Proposta, os mapas de situação desenvolvidos foram sobrepostos, para possibilitar identificar as áreas que apresentam uma vocação para a formação de corredores verdes, que se estendem da malha urbana até a área rural.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

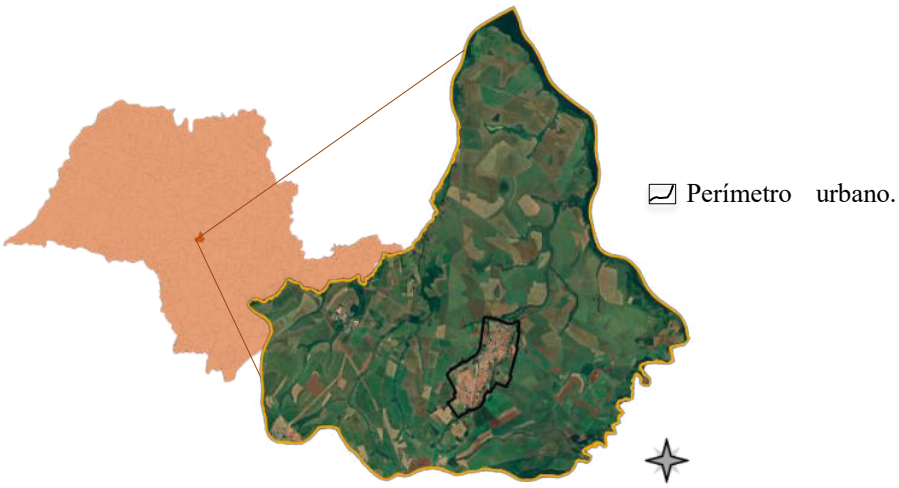


Fig. 01: O município de Macatuba no Estado de São Paulo. Fonte: IBGE (2022) e Souza (2019), com edição das autoras.

Macatuba está situada na região centro-oeste do paulista (Figura 01) e é classificada como cidade de pequeno porte por possuir uma população inferior a 20.000 habitantes de acordo com os dados e a classificação do IBGE (São Paulo, 2023), sendo que o município possui 16.829 habitantes (IBGE, 2024).

A cidade encontra-se inserida na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) nº 13, na Sub-bacia Rio Lençóis-Ribeirão dos Patos e afluentes diretos do Rio Tietê (Instituo Pró-Terra, 2023). É banhada na área rural pelo Rio Tietê, mas não possui um desenvolvimento econômico atrelado ao mesmo. O povoado surgiu próximo ao Córrego Bocaiúva (Oeste) e Ribeirão Tanquinho (Leste), próximo à forquilha dos dois córregos, e a cidade se expandiu com espraiamento da malha urbana no sentido NE-SO. A presença dos córregos limitou a expansão do traçado par ao sentido oposto, entretanto foram fundamentais para o desenvolvimento do povoado e posteriormente da cidade. O principal acesso do município se dá pela Rodovia Estadual – SP 261 (Rodovia Osni Mateus). Na Figura
02 é apresentado o município a partir do perímetro urbano[1], com demarcação do núcleo inicial da cidade, do Córrego Bocaiúva e do Ribeirão Tanquinho, da Rodovia Estadual e seus principais acessos. É possível observar a proximidade do traçado inicial do núcleo urbano ao Córrego Bocaiúva.



Fig. 02: O município de Macatuba. Fonte: Souza (2019), São Paulo (2024) e Google (2023), adaptado e editado pelas autoras.

Dentro da malha urbana, foram identificados e organizados os espaços livres públicos: sistemas de lazer, áreas verdes e praças. Estes foram as nomenclaturas encontradas durante a análise dos projetos dos parcelamentos aprovados. Das Praças, foi possível identificar que estas se relacionam com os parcelamentos mais antigos do município, sendo que a principal é a Praça Santo Antônio. Em fotos históricas do município, na década de 1920, foi possível identificar o espaço que posteriormente seria a Praça Santo Antônio, em frente a Paróquia Santo Antônio. A morfologia e traçado urbano das cidades fundadas durante a primeira metade do século XX tem como características o traçado retilíneo das quadras, com um edifício religioso (da Igreja Católica) instalado em um ponto mais alto e à frente a instalação de um largo, uma praça pública (Ghirardello, 2010). Macatuba não foge ao padrão comum às cidades do oeste paulista implantadas na mesma época.

A distribuição dos espaços livres públicos pode ser observada na Fig. 03. Nesta Figura não foram demarcadas as APPs, mas em alguns parcelamentos estas foram indicadas como Áreas Verdes, a fim de atender as porcentagens mínimas exigidas na aprovação dos parcelamentos com características de loteamento, conforme a Lei Federal nº 6766/79. Os trechos mais contínuos das APPs se estendem em dois pontos ao longo do Córrego Bocaiúva e do Ribeirão Tanquinho, próximos ainda a algumas áreas de Sistema de Lazer. O Córrego Bocaiúva, no trecho em que a malha urbana ultrapassa seus limites, foi tamponado sendo simbólico que o Córrego que viabilizou o surgimento do povoado fosse “escondido” sob asfalto próximo ao núcleo original da formação urbana, resultando no apagamento de sua importância histórica e paisagística urbana.

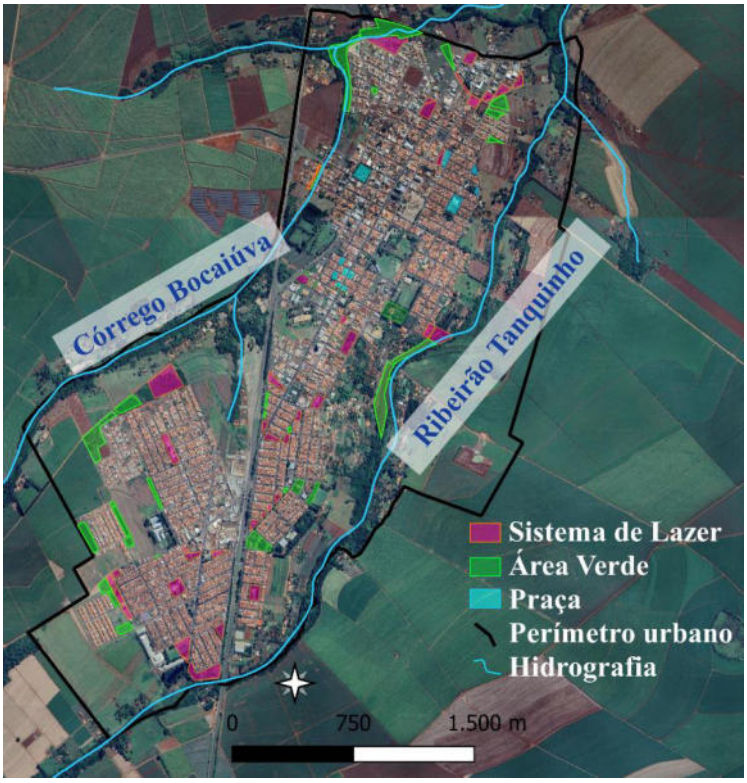


Fig. 03: Área urbana de Macatuba. Fonte: IBGE (2022), Souza (2019) e São Paulo (2024), adaptado e editado pelas autoras.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O mapa ambiental do município, Figura 04, foi elaborado a partir da sobreposição de dados relativos aos aspectos ambientais relacionados à topografia, hidrografia e a relação das APPs, Áreas de Reserva Legal e as áreas de Vegetação Nativa. É possível observar que muitas camadas se sobrepõem umas às outras reforçando os aspectos ambientais e legais que incidem nestas áreas. Em relação à hidrografia, fica perceptível que o município teve suas divisas traçadas a partir dos rios, elementos fundamentais na história e formação do município.

Os limites do município foram traçados, ao Norte, a partir dos Rio dos Pato e do Rio Tietê e a Sudeste a partir do Rio Lençóis. A malha urbana se desenvolveu de forma independente ao Rio Tietê, via de penetração no sertão paulista, que viabilizou a posse do território e possibilitou a criação de povoados. O município apresenta grande concentração de campos cultiváveis ou áreas de pastagens, com poucos maciços de vegetação nativa, sendo que estes se concentram principalmente ao longo dos corpos hídricos, matas ciliares que recortam a paisagem, mas sem grande expressão.

Ao considerar a aptidão de cada espaço e representá-los nesta cartografia, pretende-se inverter a lógica de planejamento, direcionando a expansão para locais mais adequados para esta finalidade e preservando os corredores verdes. A análise do mapa ambiental (Figura 04) permite identificar como os corpos hídricos se comportam, em especial o Córrego Bocaiúva e Ribeirão Tanquinho: eles têm sua nascente na área rural, correm pela malha urbana, até o ponto em que o Córrego Bocaiúva deságua no Ribeirão Tanquinho, que desemboca no Rio Tietê. Foram destacadas as áreas de Detalhe (Detalhe 01 e Detalhe 02), que respectivamente

destacam a malha urbana e os dois corpos hídricos que a permeia e trecho da zona rural que apresenta a continuidade do Ribeirão Tanquinho até seu encontro com o Rio Tietê.

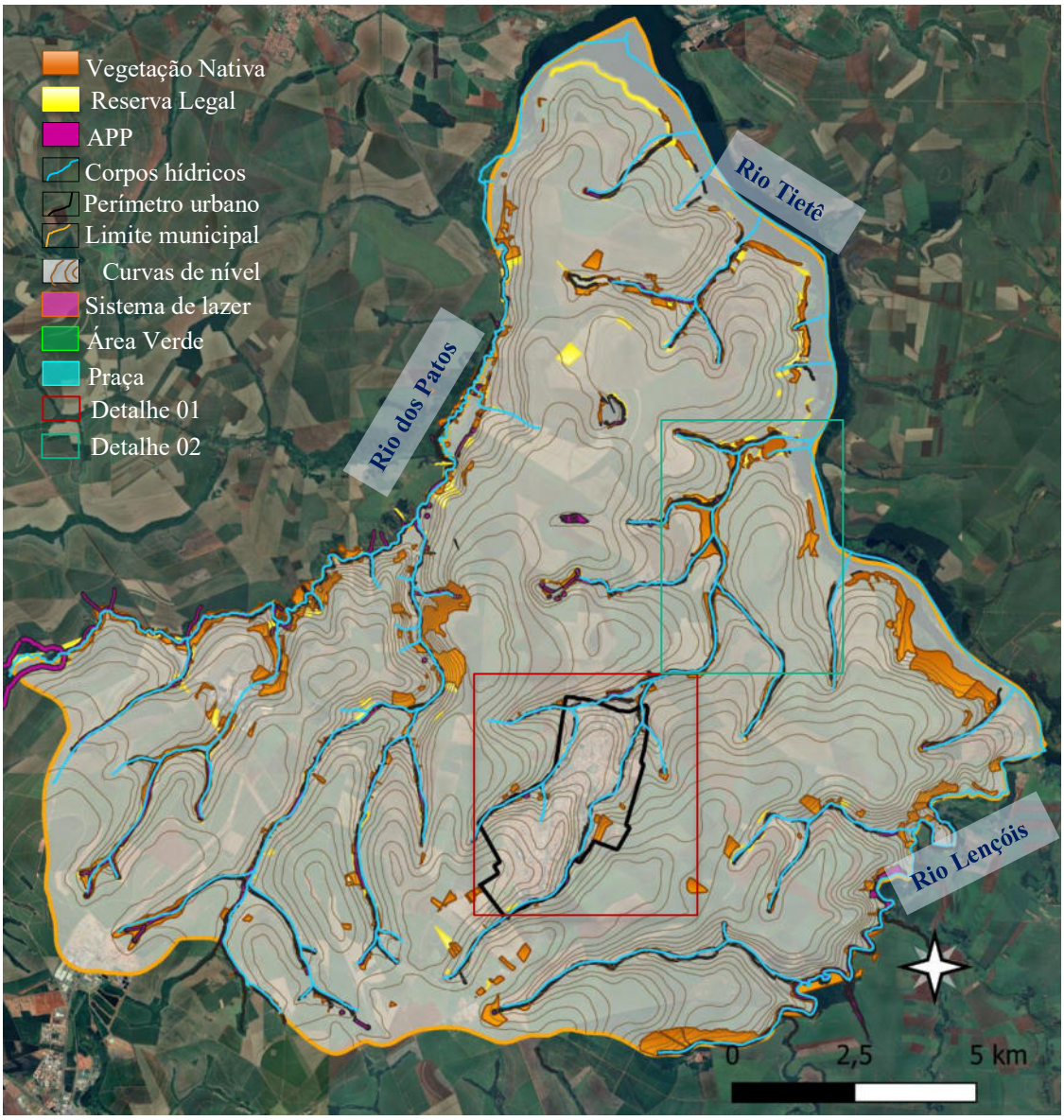


Fig. 04: Mapa ambiental. Fonte: IBGE (2022), Souza (2019), São Paulo (2024) e CAR (2024), adaptado e editado pelas autoras.

A Figura 05 apresenta as áreas com o detalhamento 01 e 02 da Figura 04, sendo possível identificar as áreas de vegetação nativa e matas ciliares existentes no município ao longo dos corpos hídricos até o encontro com o Rio Tietê e a configuração da vegetação do mesmo neste trecho.

Da análise dos mapas e das sobreposições, foi possível identificar que a área escolhida para estudo apresenta duas vocações, sendo uma na malha urbana e outra na zona rural. Na malha urbana não há incidência de vegetação nativa ao longo do Córrego Bocaiúva e Ribeirão Tanquinho, mas que apresentam possibilidade de implantação de um corredor verde, a partir da implantação de parques lineares.

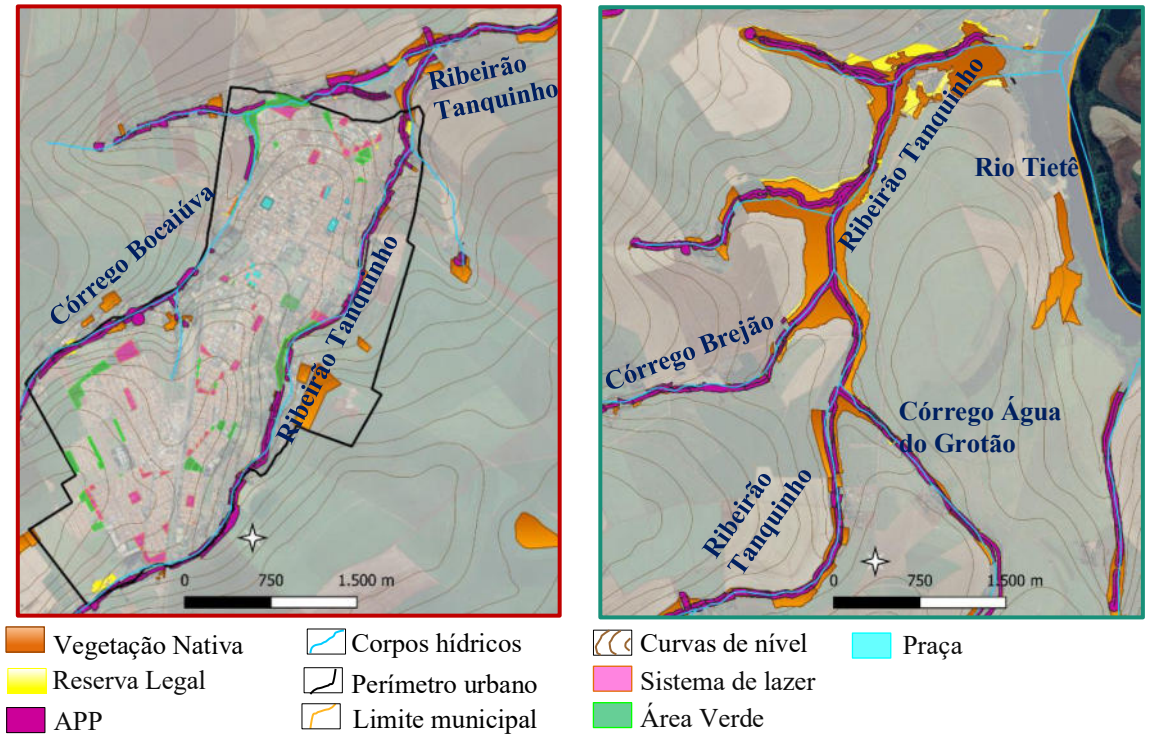


Fig. 05: Detalhe 01 e 02, com destaque para as APPs dos corpos hídricos na malha urbana e para a Vegetação Nativa, já na Zona Rural. Fonte: IBGE (2022), Souza (2019), São Paulo (2024) e CAR (2024), adaptado e editado pelas autoas.

Na Zona Rural, onde o Córrego Bocaiúva se une ao Ribeirão Tanquinho e segue para o rio Tietê, observa-se que há uma vocação voltada à preservação destes espaços, pois apresentam maciços de Vegetação Nativa.

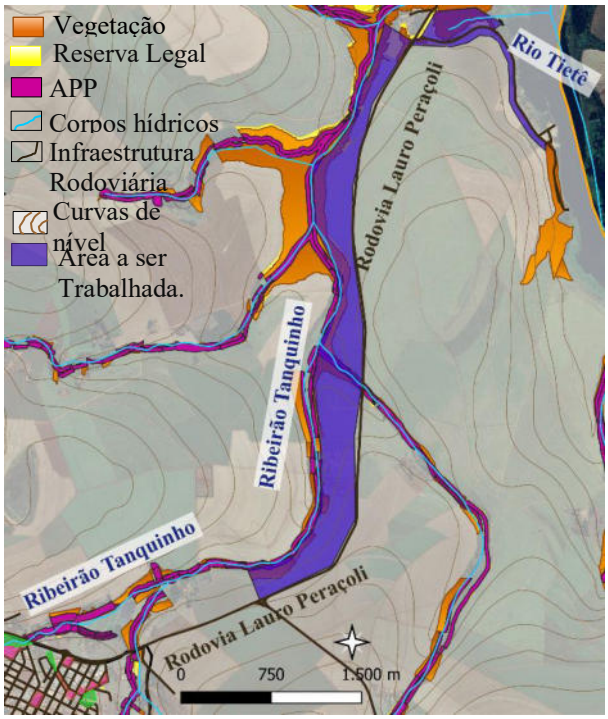


Fig. 06: Área de implantação do corredor verde na zona rural. Fonte: São Paulo (2024) e CAR (2024), adaptado e editado pelas autoras.

Acompanhando o Ribeirão Tanquinho, de forma paralela, há a Rodovia Lauro Peraçoli, sendo que toda a área entre a Rodovia e o Ribeirão Tanquinho pode ser adequada para ampliar o corredor verde e possivelmente a implantação de um grande parque linear, voltado ao ecoturismo. A Figura 06 apresenta a área que pode ser trabalhada, entendendo que todo o este trecho pode ser compreendido como um vetor do crescimento econômico e social para o município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a paisagem deve ser entendida como o "ponto de encontro entre as decisões humanas e o conjunto das condições materiais (naturais, sociais, históricas, espaciais)" conforme Besse (2014, p.45), observou-se que o município de Macatuba apresenta possibilidades de implantar corredores verdes ao longo seus rios. Os rios e córregos costuram a paisagem e interligam uma gama variada de ecossistemas e podem atuar como espinha dorsal da rede de corredores verdes, invertendo a lógica de planejamento, direcionando a expansão urbana para locais mais adequados para esta finalidade.

Nesse sentido, foram levantadas as aptidões de cada espaço representados na cartografia elaborada para o presente artigo, observando que a paisagem é um grande mosaico formado por ecossistemas particulares e diversos usos do solo. Nesse mosaico sobressaem algumas manchas remanescentes de áreas florestadas, mas principalmente campos cultivados de cana-de-açúcar. Os corredores verdes propostos interligando a área urbana e área rural teriam múltiplos objetivos, visando desde a recreação e o embelezamento bem como o habitat da vida selvagem, servindo de filtro e/ou barreira para evitar o assoreamento e a contaminação dos rios e córregos resultando na melhoria da qualidade das águas.

O que se propõe com este artigo é apresentar a potencialidade na implantação de corredores verdes dentro da malhar urbana com expansão para a Zona Rural até o encontro do Rio Tietê e conexão com outros maciços. Considerando que a implantação de um grande parque linear com objetivo apenas ecológico não seja o mais adequado, entende-se que poderia ser proposto o desenvolvimento de atividades voltadas ao ecoturismo, com trilhas para caminhadas a pé ou de bicicleta, visando o desenvolvimento sustentável da região.

6 REFERÊNCIAS

Berque, A. (2023) **O pensamento-paisagem**, Edusp, São Paulo.

Besse, J.M. (2014) **O gosto do mundo: exercício de paisagem,** EdUERJ, Rio de Janeiro.

Brasil (1965), Lei Federal nº 4.771/65, **Institui o Novo Código Florestal**, disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>, acesso em: 01/05/2024.

Brasil (2012), Lei Federal nº 12.651/12, **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**, disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>, acesso em: 01/05/2024.

Brasil (2020), Lei Federal nº 9.985/20, **Regulamenta o art. 225 § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal**, disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>, acesso em: 01/05/2024.

CAR. Cadastro Ambiental Rural (2024), Base de dowloads, disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/estados/downloads>, acesso em: 02/05/2024.

Costa, L. M. S. A (2006) **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro, Viana & Mosley.

Constantino, N. R. T. (2010), A estrutura agrária na formação do tecido urbano nas cidades do oeste paulista. **Da construção do Território ao planejamento das Cidades: competências técnicas e saberes profissionais na Europa e nas Américas (1850-1930)**, São Carlos, RIMa, p. 35-49.

Ferreira, J. C. (2010) Estrutura Ecológica e Corredores Verdes - estratégias territoriais para um futuro urbano sustentável, **Anais Pluris 2010** - 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, Faro.

Ghirardello, N. (2010) **Patrimônios religiosos e formação urbana**, São Paulo, Editora Unesp.

Google (2023), Maps, disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/macatuba/panorama> , acesso em: 11/06/2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2022), **Cidades,** disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/macatuba/panorama>, acesso em: 01/05/2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2022) **Malha Municipal,** disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>, acesso em: 08/10/2023.

Kageyama, P.; Gandara, F.B. (2000) Recuperação de áreas ciliares, in Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**, EDUSP, São Paulo.

Moisset, I (2006) Interaccioncuadricula-naturaleza, in: C. Naselli, C. et al., **Forma Urbana, lecturas y accionesenlaciudad**, I+P Editoral, Córdoba.

Pellegrino, P.R.M.; Guedes, P.P.; Pirillo, F.C.; Fernandes, S.A. (2006), A paisagem da borda: uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas in Costa, L.S**. Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**, PROURB, Rio de Janeiro.

São Paulo, G.E., (2023), Vigilância Socioassistencial, Informações socioterritoriais, disponível em: < https://www.desenvolvimentosocial.sp.gov.br/vigilancia-socioassistencial/informacoes-socioterritoriais/>, acesso em 11/06/2023.

São Paulo, G.E., (2024). **Enquadramento dos corpos hídricos**, disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/, acessado em: 02/05/2024.

Schlee, M.B (2015), A resiliência da paisagem através da vegetação nativa: conceitos, práticas e desafios, in: M.N. Batista; M.B. Schlee; E. Barra, V.R. Tângari. (Orgs.). **A vegetação nativa no planejamento e no projeto paisagístico**, Rio Books, Rio de Janeiro,

Silva, J.M. (2007), Cultura e territorialidades urbanas-uma abordagem da pequena cidade. Revista de História Regional, disponível em: < https://revistas.uepg.br/index.php/rhr/article/view/2109>, acesso em: 27/04/2024.

Souza, T. F. (2019), **Densidade urbana e as pequenas cidades: fatores de impacto,** XXI Encontro de Iniciação Científica Unip, São Paulo.

Tardin, R. (2010) Ordenação Sistêmica da Paisagem, In: I Encontro da Associação Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Arquitetura e urbanismo, **Anais do I ENANPARQ,** UFRJ / PROURB, Rio de Janeiro.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE UM PARQUE URBANO NO ENTORNO CONSTRUÍDO POR MEIO DE SIMULAÇÃO MICROCLIMÁTICA EM CIDADE TROPICAL

E. S. Assis, R. C. A. Francisco

RESUMO

Apresenta-se um estudo de caso na cidade de Belo Horizonte, Brasil, buscando compreender melhor as interações microclimáticas entre um parque urbano com vegetação nativa densa e seu entorno construído. A metodologia utilizada foi a simulação computacional, adotando o modelo microclimático tridimensional ENVI-met, que foi calibrado e validado no estudo com dados experimentais. Além da modelagem da situação local, dois cenários hipotéticos foram produzidos: (a) verticalização construtiva da área, de acordo com o permitido pela legislação urbana para o local, substituindo as casas unifamiliares de baixa altura por edifícios multifamiliares de 6 andares e (b) substituição da vegetação densa de porte arbóreo do parque por gramado. O modelo apresentou um bom ajuste aos dados medidos, apesar da tendência a subestimar as amplitudes. As simulações mostraram uma mútua influência entre a área verde e seu entorno, que depende do tipo de vegetação, das condições de verticalização e também da direção do vento.

1 INTRODUÇÃO

As características da superfície urbana, tais como a impermeabilização excessiva, a supressão da cobertura vegetal e o uso de materiais com grande capacidade térmica, promovem uma alteração local do clima, onde o principal termo de perda térmica, relativo ao fluxo de calor latente, fica comprometido pela diminuição dos processos de evaporação e evapotranspiração (Emmanuel, 2005). Tais processos são basicamente governados pela vegetação e corpos d´água superficiais locais. Assim sendo, a preservação e expansão de áreas verdes urbanas tem sido considerada uma das principais soluções de planejamento para combater a tendência de aquecimento e formação de ilhas de calor.

Em regiões tropicais e subtropicais, a vegetação pode ser um fator importante para a diminuição local das temperaturas durante o dia, período onde ocorrem com mais frequência situações de desconforto térmico (Shinzato e Duarte, 2018). Entretanto, os efeitos das áreas verdes urbanas variam bastante, de acordo com a revisão de Yu *et al*. (2020). Os autores verificaram que há muitas controvérsias e incertezas sobre o efeito de resfriamento local de áreas verdes e parques urbanos, e identificaram como principais fatores de influência: o tamanho e a forma da área; o vigor, porte e complexidade da vegetação; a configuração da paisagem urbana de entorno; o domínio climático onde a cidade se insere e a sazonalidade. Os autores levantaram que o efeito de resfriamento varia, em função dos citados fatores, entre 2ºC a 5ºC e pode se estender de 100m a 740m. Esta região de influência parece estar relacionada à altura e ao tipo do dossel da vegetação, sendo que em regiões tropicais úmidas

os limites mínimos encontrados do tamanho das áreas verdes para haver alguma eficiência do efeito de resfriamento variaram de 0,5ha a 3ha, com região de influência de 200m a 300m, enquanto que em clima subtropical essa área limite pode ser muito maior.

Yu *et al.* (2020) creditam as controvérsias e incertezas ao fato de que a maior parte das pesquisas são estudos de caso em diferentes contextos natural e socioeconômico, dificultando encontrar relações entre tamanho, forma e tipo de área verde, e a eficiência do efeito de resfriamento. Porém, outros autores argumentam que há pouca possibilidade de generalização da eficácia das soluções, sendo mesmo necessário avaliar cada tipo de estratégia de combate ao aquecimento urbano considerando o tamanho da cidade e o clima onde ela está situada (Cartier, 2019).

Outro fato importante a considerar é que o entorno urbano também pode impactar uma área verde, seja pelo tipo de ocupação do entorno e pressões exercidas sobre a área, seja por efeitos de borda, comprometendo a eventual contribuição da área para amenizar as condições microclimáticas locais. Rodrigues *et al.* (2019), estudando o caso de um parque de 15ha em Sorocaba, Brasil (clima Cwa, subtropical quente), identificaram que o adensamento urbano ao longo de 20 anos num raio de 1km dos limites do parque, o aumento da poluição do ar, sonora e hídrica no entorno interferiram negativamente na permeabilidade e estabilidade do solo, no regime de escoamento do rio e lagos que se conectam com a área hídrica do parque e vêm impactando a qualidade ambiental e biodiversidade da área verde. Já Andrade *et al.* (2016) mostraram que ocorre um efeito de borda numa área verde, ocasionado por fatores espaciais do entorno e temporais (sazonalidade climática). Através de medições de temperatura e umidade do ar, durante um ano, em 30 pontos distribuídos dentro e nas bordas de um parque de 77ha na cidade de Cuiabá, Brasil (clima Aw, tropical semi-úmido), os autores observaram que a borda vizinha a largas vias asfaltadas apresentou temperaturas médias 1,4ºC mais altas do que no interior do parque e 1,8ºC mais altas do que na outra borda com edificações lindeiras de cerca de 20 pavimentos, que projetavam sombras no entorno. A umidade relativa média foi menor durante todo o ano na borda do parque em contato com as vias asfaltadas, sendo em média 7% inferior à do interior do parque.

Portanto, os estudos de caso, apesar de seus limites, permanecem válidos e necessários para uma melhor compreensão das interações locais entre as áreas verdes e seu entorno urbanizado. Nesse contexto, este estudo buscou avaliar as condições microclimáticas de um parque urbano e seu entorno construído, bem como a mútua influência entre a área verde e a área urbana, por meio da simulação microclimática usando o modelo ENVI-met.

2 CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O caso estudado corresponde a uma área verde e seu entorno urbano, delimitados de acordo com a escala e capacidade de processamento computacional do modelo microclimático adotado. Foi selecionado o Parque Municipal Lagoa do Nado (PLN), uma área verde de 30ha localizada na região norte da cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). A cidade localiza-se a 19º55’ de latitude sul e 43º56’ de longitude oeste, a uma altitude média de 875 m. O clima da região é classificado como Cwa (subtropical quente, com distinto período seco no inverno – neste caso, devido à altitude), embora a análise dos dados da estação meteorológica padrão da cidade, no período 1937-1982, tenha já resultado na alteração para a classificação Aw, o que foi creditado a mudanças no clima local provocadas pela própria urbanização (Ribeiro e Mól, 1985).

O PLN localiza-se a uma altitude de 770m numa região residencial com edificações predominantemente unifamiliares de 1 a 2 pavimentos e topografia relativamente plana. A vegetação do parque pode ser dividida em 3 tipos de formações: uma área de vegetação arbustiva e gramíneas no centro, um trecho de mata ciliar em torno da lagoa de 2,2ha e as demais áreas com sub-bosques. O quadrado branco delimitado na imagem da Figura 1 corresponde à área modelada para simulação usando o modelo microclimático ENVI-met.

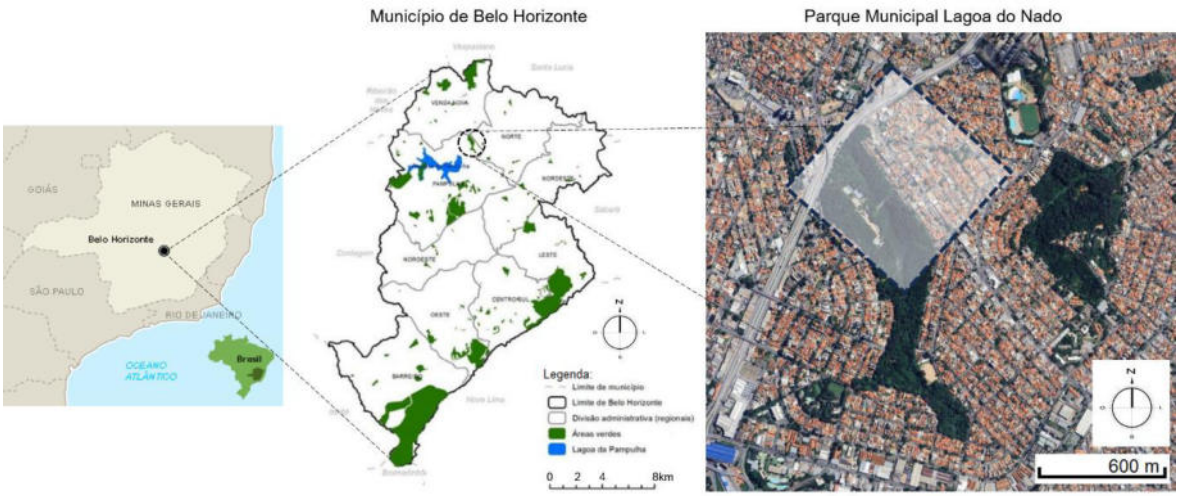


Fig. 1 Localização de Belo Horizonte e do PLN. Localização das áreas verdes do município de acordo com Fernandes e Caldeira (2016)

3 METODOLOGIA

As simulações climáticas de áreas urbanas têm se tornado cada vez mais comuns em estudos ambientais, abrangendo modelos meso e microclimáticos. Tais modelos são complexos, pois representam o sistema atmosfera-superfície-solo e necessitam de um grande número de variáveis que têm influência entre si. Além disso, os modelos precisam reproduzir corretamente as propriedades físicas e os fenômenos, o que deve ser verificado por meio da validação e quantificação da incerteza dos resultados. Para tanto, requer-se a comparação com dados experimentais confiáveis, usando métricas estatísticas relativamente bem conhecidas, testes do tamanho da malha e de sensibilidade do modelo para as variáveis de interesse (Salata *et al.*, 2016; Tominaga *et al.*, 2023). A vantagem do uso desta abordagem em planejamento urbano reside na capacidade computacional de lidar com questões de escala e grande complexidade, auxiliando na avaliação de melhorias ou da piora das condições físico-ambientais ao propiciar que seja testado o desempenho de cenários não existentes ou em projeto, ou mesmo a verificação de fatos difíceis de identificar no mundo real apenas pelas técnicas de observação (Wang, 2002).

Deste modo, o trabalho foi organizado em: (i) parte experimental, que visou à atualização cartográfica da ocupação do solo e altura das edificações, bem como à coleta contínua de dados microclimáticos durante os meses de julho e agosto de 2011 (período de inverno, seco); (ii) modelagem da área de estudo, com a preparação dos dados de entrada e de configuração do modelo, testes do tamanho da malha e validação; (iii) definição dos cenários a serem testados. A seguir são apresentadas cada uma dessas etapas.

3.1 Medições de campo

De acordo com Oke (2006), a montagem e exposição dos instrumentos de medição em áreas

urbanas devem seguir as recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), porém há necessidade de certa flexibilização, de acordo com a escala climática da observação, tendo em vista as especificidades das áreas urbanas a serem representadas. Neste estudo, foram montados dois tipos de instrumentação fixa:

- Torre climatológica (ponto 6): foi adotada a abordagem de localizar os sensores na camada do dossel urbano (UCL) em local com condições representativas do tecido urbano (Oke, 2006). Dois conjuntos de instrumentos foram montados, o primeiro deles à altura padrão de 1,5m (temperatura e umidade relativa do ar), com os sensores de velocidade e direção do vento a 10m de altura e o segundo conjunto acima da altura média das edificações (9m), à altura de 11,5m (temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar global incidente e refletida), com os sensores de velocidade e direção do vento a 20m de altura. O primeiro conjunto de instrumentos é da marca americana ELE *International* e o segundo da marca brasileira Solar; o saldoradiômetro é o CNR4 da marca Campbell. Sendo a instrumentação de fabricantes diversos, passou por um processo de padronização da operação e foi integrada a um sistema automático com um servidor local e servidor web para a recepção, armazenamento e envio pela internet dos dados dos termo-higrômetros e do saldoradiômetro a cada 15 minutos e dos anemômetros a cada 1 segundo.

- Abrigos (pontos 1 a 5): 5 termohigrômetros digitais *dataloggers* da marca Onset, modelo Hobo U12-012 foram pendurados dentro de abrigos feitos de placa de madeira compensada perfurada para permitir a ventilação interna e pintados de branco, seguindo aproximadamente o modelo do abrigo-padrão. Uma placa de isopor foi colada no lado externo de fixação dos abrigos para isolá-los das paredes ou troncos de árvores. Os abrigos foram instalados à altura de 1,5m, sempre voltados para o sul, em locais acessíveis, mas seguros, para evitar roubo ou vandalismo.

A instrumentação, tanto da torre quanto dos abrigos, passou por um procedimento prévio de aferição junto à estação meteorológica padrão de Belo Horizonte. A Figura 2 mostra a localização dos pontos de medição na área de estudo.



Fig. 2 Localização dos pontos fixos de medição na área de estudo. Nas fotos, os círculos vermelhos indicam os abrigos. Fotos: Rúbia C. A. Francisco, 2011.

3.2 O modelo ENVI-met

O modelo ENVI-met pode ser considerado um dos mais comumente usados para avaliar impactos da arquitetura e planejamento urbano sobre as variáveis ambientais e o microclima (Salata *et al.*, 2016). É um modelo de alta resolução espacial e temporal, trabalhando com grade de 0,5m a 10m e passos de tempo de 10 segundos. Desse modo, aplica-se à escala de frações de bairros ou vizinhanças.

A versão usada neste estudo foi a 3.1 Beta 4, de acesso gratuito, que é bem documentada (Bruse *et al.*, 2009). O modelo é tridimensional (3D) em seu núcleo principal e unidimensional (1D) na fronteira, sendo esta composta pela área de aninhamento no plano horizontal e um perfil vertical de mesoescala que vai a 2.500m de altura a partir do nível do mar. Os limites horizontal superior e vertical a barlavento atuam como interface entre os modelos da fronteira 1D e do núcleo 3D. Nesta versão, o modelo não assimila dados, portanto há uma única entrada de dados, a qual descreve as condições iniciais nas várias camadas (solo; superfície – incluindo pavimentação, edificações e vegetação – e atmosfera). Em função disso, o período de simulação deve ser mais curto, variando de 24h a 48h, para evitar a tendência de aquecimento no núcleo tridimensional do modelo, observada nos testes com períodos de simulação superiores a 48h.

Na camada da atmosfera do núcleo 3D, o modelo faz o prognóstico da evolução do vento, turbulência, temperatura potencial, umidade e fluxos de radiação de onda curta e longa, com base nas leis da dinâmica e termodinâmica de fluidos, usando a forma incompressível não-hidrostática das equações de Navier-Stokes, que é considerada mais apropriada para terrenos complexos. O modelo tem fechamento de ordem 1,5 (modelo E-ε), o que permite a simulação da advecção considerando a não-homogeneidade horizontal, desejável para ambiente urbano. Na camada do solo, calcula o perfil vertical de temperatura e umidade desde a superfície em cada ponto da grade, levando em conta processos hidrológicos e termodinâmicos variáveis conforme as propriedades das superfícies (tipos de solos e pavimentos). Na camada da superfície, o sub-programa de vegetação é acoplado ao do solo e considera a interação física e biológica com o entorno, inclusive o processo de fotossíntese. Assim, uma série de parâmetros fisiológicos das plantas deve ser conhecido, como as densidades de área foliar e radicular, a resistência do estômato, o tipo de planta e o albedo da folhagem. Devido à falta de informações sobre a fisiologia das plantas brasileiras, foi considerado na modelagem das áreas de vegetação de porte arbóreo do PLN um tipo de árvore do banco de dados de plantas do ENVI-met: decídua densa, sem folhagem na base, com altura de 15m, albedo da folha igual a 0,20 e resistência estomática mínima de 400 s/m, sem distinção do tipo de copa, tratadas na edição da área como massa de vegetação (árvores não isoladas). Além disso, nesta camada as edificações podem ter alturas variadas, mas são compostas do mesmo material em seu conjunto, havendo a distinção do tipo de envoltória (se paredes ou coberturas), em termos das transmitâncias térmicas e albedos dessas superfícies. A temperatura interna do ar nas edificações é, entretanto, mantida homogênea e constante para todas elas. O modelo desconsidera o estoque de calor nas envoltórias dos edifícios.

O limite lateral do núcleo tridimensional admite três condições: (i) “aberta”, onde os valores do ponto de grade mais próximo da borda são copiados para a borda do núcleo 3D; produz o menor efeito de borda na parte interna do núcleo 3D, mas pode provocar instabilidade no modelo; (ii) “fechada” ou “forçada”, onde os valores da fronteira 1D são copiados para a borda; é o mais estável, usado quando os dados de entrada representam condições médias;

(iii) “cíclica”, onde os valores da borda a sotavento são copiados para a borda a barlavento, recomendado quando o entorno da área de estudo tem uma rugosidade semelhante à dela (Bruse *et al.*, 2009). De acordo com o manual, a condição mais adequada a adotar deve ser encontrada por meio de testes para cada caso de estudo. Neste trabalho adotou-se a condição “forçada” para a temperatura potencial e umidade específica no topo do núcleo 1D e a condição “cíclica” para a energia cinética turbulenta (TKE).

A inicialização do modelo pressupõe condições de atmosfera neutra em termos de estabilidade estática (Bruse *et al.*, 2009), onde a temperatura potencial pode ser considerada constante ao longo da altura da camada de mistura e similar à temperatura do ar na superfície (Stull, 1988). Tais condições ocorrem no período noturno, após o por do sol ou antes do nascer do sol. Tendo em vista que os dados solicitados no topo da atmosfera são obtidos por radiosondagem vertical nos aeroportos, o horário mais próximo à condição de atmosfera neutra corresponde a 00Z (0 hora UTC), o que, no caso de Belo Horizonte, equivale localmente às 21h. Ainda, considerando como referência a altitude onde a torre climatológica foi instalada (785m), os dados no topo da atmosfera foram extraídos das radiosondagens do Aeroporto Internacional de Confins na altura de 1.715m. Este é o aeroporto mais próximo de Belo Horizonte. Estes dados são disponibilizados pelo Dep. Ciências Atmosféricas da Universidade de Wyoming, EUA.

O modelo também solicita dados de temperatura e umidade do solo em três sub-camadas, no mesmo horário de inicialização. São dados difíceis de obter, pois as estações meteorológicas brasileiras localizadas em áreas urbanas geralmente não instalam os termômetros de solo. A alternativa foi usar dados medidos por estações agrometeorológicas do SINDA (Sistema Nacional Integrado de Dados Ambientais), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi selecionada a estação existente mais próxima de Belo Horizonte, com o mesmo tipo de solo argiloso e valores de temperatura e umidade relativa do ar semelhantes nos meses de medição, a saber, a estação de Santa Maria Madalena, a 300km de distância.

3.3 Cenários simulados

O modelo ENVI-met 3.1 usa uma grade ortogonal com células cúbicas escolhida *a priori* entre três versões disponíveis: 100x100x30; 180x180x30 e 250x250x30 (largura x comprimento x altura, em pontos de grade). A altura do domínio (núcleo tridimensional do modelo) e a extensão horizontal da área de aninhamento a partir das bordas do domínio devem ser superiores a duas vezes a altura do edifício ou obstáculo mais alto. Inicialmente, foram feitos os testes do tamanho da malha, avaliando a capacidade de representação da área de estudo com grades horizontais compostas de células de 2m x 2m; 3m x 3m e 4m x 4m. Este último tamanho das células foi escolhido para possibilitar representar uma área de 720m x 720m (51,84ha) que abrangesse a maior parte do PLN e pudesse ser modelada na versão 180x180x30, alcançando um balanço entre o grau de resolução e o tempo de computação. Embora a célula de 2m x 2m proporcionasse menos distorção na representação da área de estudo, não foi observada uma distorção muito relevante com a célula de 4m x 4m neste caso. Para os testes de sensibilidade e calibração, uma área menor de 60m x 60m com células de 3m x 3m foi “recortada” centralizada no ponto 3 (vide Figura 2), diminuindo o tempo de computação para a calibração do modelo, pois a menor versão de grade pode ser usada (100x100x30). A altura da célula em todos os casos foi de 3m, com o modo equidistante de geração da grade vertical. Foram feitos, ainda, testes da melhor composição da área de aninhamento, pois isto influencia no núcleo 3D. Esta área é tratada no modelo como um “xadrez” composto de dois tipos de superfície. Buscando a melhor aproximação para retratar

o entorno da área de estudo, foram testados os conjuntos de solo argiloso-pavimento de concreto; solo arenoso-pavimento de concreto e somente pavimento de concreto, sendo o primeiro conjunto mais coerente com as condições de Belo Horizonte. Para a edição da área de estudo, esta foi rotacionada em 45º em relação ao norte geográfico, de modo que a estrutura urbana ficasse o mais possível alinhada à grade horizontal, diminuindo as distorções na representação do ambiente construído.

Foram modelados 2 cenários variantes do caso de referência (caso 1, que representa a situação local): (i) previsão de verticalização da área de estudo, com base na lei de uso e ocupação do solo vigente no município em 2011, mantendo a área verde e a arborização existente. Substitui as edificações residenciais unifamiliares em cada lote por edifícios multifamiliares de 6 pavimentos (18m de altura) e taxa de permeabilidade do solo de 20% – caso 2; (ii) substituição da vegetação de porte arbóreo do PLN por gramado, mantendo a ocupação existente no entorno – caso 3. A Figura 3 mostra os casos editados no modelo.

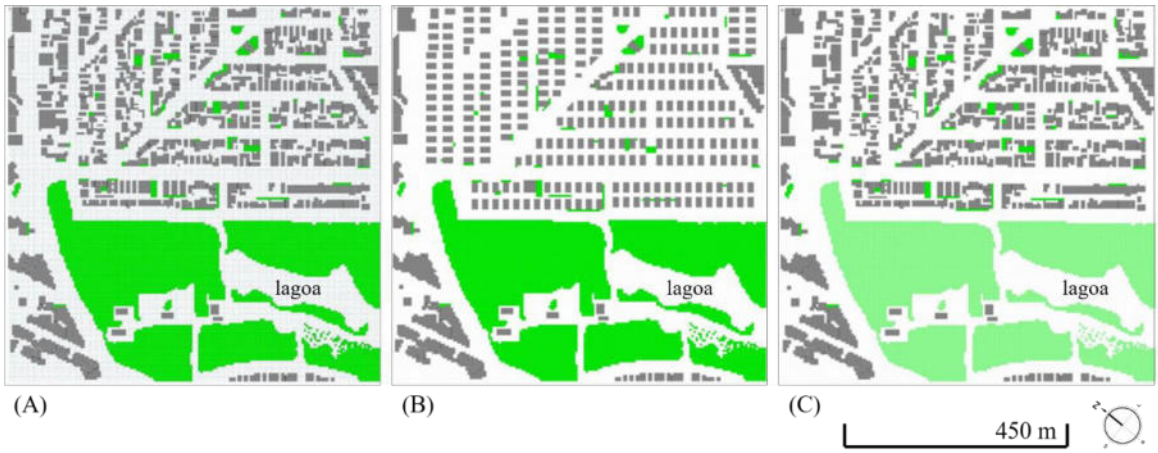


Fig. 3 Casos simulados: (A) situação existente, caso de referência; (B) caso 2 – verticalização do entorno urbano; (C) caso 3 – substituição da arborização por grama

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados de entrada e configuração do modelo ENVI-met

Os dados de inicialização de temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade de vento correspondem às médias no horário de 21h calculadas para uma série de tempo atmosférico estável e com céu claro selecionado no período monitorado. A série é relativa aos dias 12 a 14 e 16 a 19 de agosto de 2011 registrada à altura de 11,5m na torre climatológica instalada próxima à área de estudo. A direção de vento adotada corresponde à moda da mesma série. O comprimento de rugosidade (z_0) da superfície onde a torre foi instalada foi considerado 0,01, por se tratar de pavimento de concreto liso – é importante observar que o valor solicitado pelo modelo não se refere à rugosidade urbana do entorno, mas à rugosidade da superfície onde o anemômetro está instalado. Os dados de umidade específica a 1.715m de altura foram extraídos dos dias estáveis daquele mês de agosto (ou seja, com o comportamento esperado de queda da umidade com o aumento da altitude), tendo variado entre 6gkg^{-1} e 8 gkg^{-1}.

A radiação solar é a forçante principal do sistema atmosfera-superfície-solo, devendo ser cuidadosamente estimada. A rotina “Preview” do ENVI-met possibilita fazer um bom ajuste

por tentativa-e-erro, definindo um "fator de ajuste" da radiação global de onda curta (R_{SW}) que varia de 0,5 a 1,5. A referência usada foi a radiação solar global média incidente sobre o plano horizontal às 12h da série utilizada. Compara-se este valor com o estimado pelo modelo após a configuração de entrada. Havendo diferença, ajusta-se o valor das frações de nuvens na configuração até que o valor estimado da parcela da radiação difusa ao meio dia aproxime-se do valor médio medido, mantendo o "fator de ajuste" da citada rotina igual a 1 durante o processo. Tendo obtido o melhor ajuste da parcela difusa da radiação solar, o valor medido de R_{SW} é dividido pelo valor estimado que resultou do processo de ajuste no modelo, obtendo-se, assim o "fator de ajuste" final. No caso de Belo Horizonte, foi ajustada a fração de nuvens de altura média, pois este é o tipo de nuvens que ocorre com mais frequência na região no mês de agosto.

Os valores de transmitância térmica das edificações foram extraídos da tabela D.3 da Parte 3 da NBR-15220 (ABNT, 2005), considerando as construções típicas de paredes de tijolos furados rebocados e pintados com espessura final de 20cm e coberturas de telhas cerâmicas ou de fibrocimento sobre laje de concreto. Os materiais ou revestimentos das superfícies foram considerados envelhecidos para a seleção dos valores dos albedos. As demais configurações, relativas aos intervalos de tempo dos cálculos e atualizações do modelo, foram mantidas como na configuração padrão. A Tabela 1 sintetiza a configuração de entrada para todas as simulações. O modelo foi rodado para 25 horas para cada simulação iniciando sempre às 21h, com passo de atualização de 30 minutos.

Tabela 1 Configuração de inicialização do modelo

Variáveis		Valores	Fontes
Velocidade do vento a altura de 10m (m/s)		2,5	dados medidos
Direção do vento (graus)		90	dados medidos
Temperatura (potencial) do ar (K)		294,2	dados medidos
Umidade relativa do ar (%)		42,7	dados medidos
Umidade específica do ar (g/kg)		7,0	radiosondagem
Temperatura do solo (K):	0 a 20 cm	293,2	SINDA/INPE
	20 a 50 cm	292,8	SINDA/INPE
	abaixo de 50 cm	293,0	SINDA/INPE
Umidade do solo (%):	0 a 20 cm	25,0	SINDA/INPE
	20 a 50 cm	19,0	SINDA/INPE
	abaixo de 50 cm	15,0	SINDA/INPE
Edificações:	Temperatura interna (K)	293,0	estimativa
	Transmitância das paredes (W/m^2K)	2,5	NBR 15220/2005
	Transmitância das coberturas (W/m^2K)	2,5	NBR 15220/2005
	Albedo das paredes (adimensional)	0,20	Ramírez e Muñoz, 2012
	Albedo das coberturas (adimensional)	0,12	Ramírez e Muñoz, 2012
Nuvens:	Fração baixa (oitavas)	0	estimativa
	Fração média (oitavas)	1	estimativa
	Fração alta (oitavas)	0	estimativa
Fator de ajuste da radiação solar (onda curta)		0,96	estimativa

4.2 Cenário existente e validação

O modelo admite a indicação de "pontos receptores", onde os dados microclimáticos podem ser extraídos para comparação com dados medidos. Foram situados 5 pontos receptores na área modelada coincidentes com os 5 pontos de coleta de temperatura e umidade relativa do ar nos abrigos. As médias horárias dessas variáveis foram calculadas para a série citada, em cada ponto, para comparação com os resultados da simulação. Um dia médio, representando

a série de dados medidos, foi calculado para a simulação, organizando os dados a partir das 22h do dia 12 de agosto até as 22h do dia 13 de agosto (N = 25 horas). A Tabela 2 mostra a estatística descritiva dos dados medidos médios (DM) e dos dados simulados (DS) para todos os pontos, respectivamente para a temperatura e para a umidade relativa do ar.

Observa-se nesta tabela que os dados medidos têm maior amplitude do que os dados simulados, o que tem sido frequentemente relatado na literatura (Salata *et al.*, 2016) sobre a versão 3.1 do modelo. Entretanto, o comportamento dos dados medidos e simulados foi similar, com as mínimas ocorrendo localmente entre as 6h e 7h e as máximas entre as 14h e 15h. Quanto aos testes estatísticos de precisão do modelo, foram calculados o erro médio de estimativa (MBE); a raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE); o coeficiente de Pearson (r) e o índice de concordância de Willmott (d). Seguindo o procedimento usado por Salata *et al.* (2016), para a comparação dos resultados da área total de estudo, os testes foram feitos agrupando-se os dados por tipo de local, ou seja, os dados dos pontos 1 e 2 representando a "área verde" e os dados dos pontos 3 a 5 representando a "área urbana". Os resultados para a temperatura do ar foram, "área verde": MBE = -1,1; RMSE = 2,3; r = 0,91 e d = 0,91; "área urbana": MBE = -1,9; RMSE = 2,9; r = 0,99 e d = 0,87. Para a umidade relativa obteve-se, "área verde": MBE = 6,1; RMSE = 8,9; r = 0,95 e d = 0,91; "área urbana": MBE = 0,53; RMSE = 6,5; r = 0,96 e d = 0,94. Estes resultados são muito bons, quando comparados com o levantamento, feito por Salata *et al.* (2016), de outros 15 trabalhos, além do próprio estudo destes autores. O coeficiente de Pearson mostra que houve uma forte relação linear positiva entre os dados medidos e simulados, sendo que o índice de concordância também ficou próximo de 1 para ambas as variáveis.

Assim, as condições microclimáticas da área de estudo podem ser consideradas bem representadas pelo modelo, mesmo numa versão mais antiga. De fato, Salata *et al.* (2016) compararam os resultados de simulação das versões 3.1 e 4 Beta 2 do modelo ENVI-met, não tendo encontrado muitas diferenças, a menos da melhoria na estimativa da temperatura radiante média. Visto que as condições de configuração permaneceram as mesmas para o caso que estudaram, os autores creditaram a semelhança nos resultados e os bons ajustes obtidos entre dados medidos e simulados aos cuidados citados anteriormente no planejamento do experimento, que também foram tomados no presente estudo.

Tabela 2 Estatística descritiva dos dados medidos médios e simulados

Variável	Ponto	N	Mínimo		Máximo		Média		Desvio padrão	
			DM	DS	DM	DS	DM	DS	DM	DS
Temperatura do ar (°C)	**1**	25	13,9	15,2	29,2	24,7	20,5	19,2	5,3	3,6
	2	25	14,9	15,7	27,4	24,5	20,3	19,4	4,1	3,2
	3	25	16,9	16,9	29,4	25,0	21,7	20,3	4,1	2,8
	4	25	13,9	16,7	34,3	24,7	22,8	20,2	6,7	2,8
	5	25	15,0	16,2	29,3	25,4	21,7	20,1	5,0	3,3
Umidade relativa do ar (%)	**1**	25	26,8	47,4	82,0	81,8	59,9	67,8	18,9	13,3
	2	25	33,1	46,6	78,5	76,1	59,5	63,8	15,3	11,3
	3	25	27,6	39,7	72,6	66,4	55,7	54,4	14,3	9,9
	4	25	24,5	39,7	79,0	67,5	53,7	55,0	19,0	10,7
	5	25	27,2	38,2	76,4	71,4	54,9	56,4	17,2	13,1

4.3 Comparação entre o cenário atual e os hipotéticos

Os cenários hipotéticos foram simulados com a configuração calibrada e validada do modelo

e, assim, passam a ter significância. A Figura 4 mostra os cartogramas de distribuição horizontal da temperatura e da umidade relativa do ar na área de estudo para os três cenários, nos horários onde ocorreram os valores mínimos e máximos (às 7h e às 15h respectivamente). Os cartogramas foram feitos usando a ferramenta "Leonardo" do ENVI-met, para a altura de 1,2m, de acordo com a modulação vertical adotada.

No caso 1 (situação existente, tomada como referência), as menores temperaturas e as maiores umidades ocorreram nas áreas de vegetação arbórea densa do PLN pela manhã; à tarde, observa-se que a borda do parque a barlavento (lembrando que a direção predominante de vento é leste) sofreu a influência do aquecimento da área construída lindeira, tendo permanecido mais fria somente a área da lagoa.

No caso 2, houve um aumento médio das temperaturas noturnas em até 0,9ºC na área urbana e também no PLN em até 0,6ºC. Entretanto, às 15h ocorreu uma redução da temperatura na área construída em até 1,5ºC, provavelmente pelo aumento do sombreamento, chegando a ficar 1ºC mais baixa do que no PLN, exceto nas ruas mais largas. A umidade diminuiu durante a noite e aumentou ligeiramente à tarde, acompanhando a mudança nas temperaturas, mas permaneceu sempre mais alta no PLN, principalmente nas áreas de vegetação arbórea densa e na lagoa, com diferenças da ordem de 17% (7h) e 11% (15h) em relação à área urbana. Houve um aumento médio de 49,7% na velocidade do vento dentro do parque neste cenário, quando comparado ao caso de referência, embora a velocidade média dentro da área urbana tenha diminuído, em função da maior rugosidade devido à verticalização.

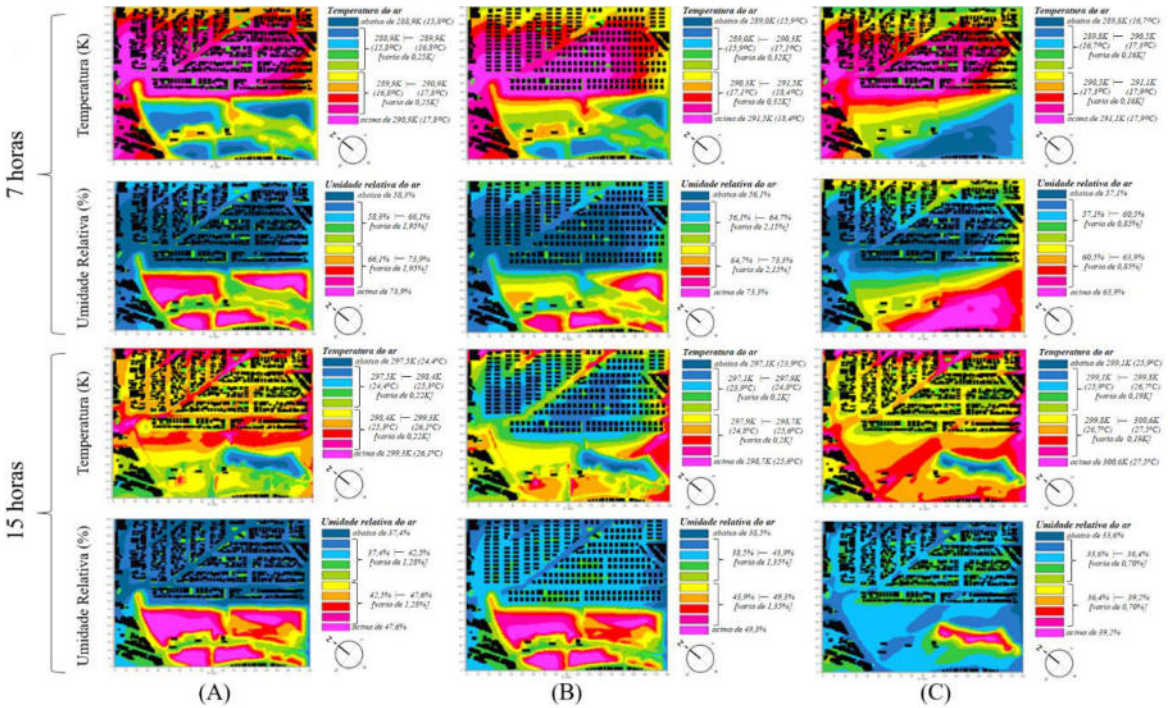


Fig. 4 Resultados simulados às 7h e 15h: (A) caso 1, referência; (B) caso 2 – verticalização do entorno urbano; (C) caso 3 – substituição da arborização por grama. Em azul estão os menores valores e em magenta, os mais altos. Modificado do original elaborado por Rúbia C. A. Francisco, 2011.

Já o caso 3 foi o que teve o pior desempenho, mesmo mantendo o entorno urbano com a ocupação original de habitações unifamiliares de baixa altura. No horário mais quente do dia

a temperatura no PLN ficou 1,9ºC mais alta do que no cenário de referência, chegando a uma diferença de 2,5ºC após o por do sol (19h). Todos os pontos urbanos também apresentaram aumento de temperatura, que foi, em média, de 1,4ºC às 15h (horário mais quente do dia). A umidade relativa na área verde caiu, em média, 7% de manhã e 11,5% à tarde no cenário 3 e cerca de 3% à tarde na área urbana, que não registrou diferenças de umidade na parte da manhã, em comparação com o caso de referência. Nos cartogramas observa-se que a influência urbana sobre a área verde é bem maior, sendo que à tarde as temperaturas e umidades das duas áreas tendem à homogeneização, e a área verde fica, inclusive, um pouco mais quente que o entorno, apenas a lagoa permanece mais fria. Na parte da manhã, a umidade sobre o gramado é maior do que na área urbana em até 7%, porém à tarde ficaram similares, exceto novamente pela lagoa, que mantém uma diferença de 5% em relação ao entorno. Percebe-se, assim, que o tipo e porte da vegetação têm influência nas condições microclimáticas, tanto da área verde, como da área urbana de entorno. O efeito de resfriamento é mais efetivo nas áreas com vegetação densa de porte arbóreo, como verificado também por Shinzato e Duarte (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra o efeito de resfriamento de uma área verde, durante um período de inverno seco na cidade de Belo Horizonte, Brasil. Este efeito parece ficar relativamente restrito aos limites do parque. Neste trabalho não foi possível verificar com certeza se ocorreu a extensão do efeito a sotavento da área verde, como mostram outros trabalhos (Yu *et al.*, 2020), devido aos limites da área modelada. Em geral, ocorreu uma diferença média na temperatura de 1,7ºC e de 5% na umidade relativa entre os pontos situados dentro do parque e aqueles na área urbana, que é consistente com outros resultados em regiões tropicais (Andrade *et al.*, 2016; Shinzato e Duarte, 2018; Yu *et al.*, 2020); porém o modelo ENVI-met não conseguiu representar a magnitude destas diferenças, provavelmente por tender a subestimar as temperaturas e superestimar as umidades, como indicaram os valores dos MBE. Entretanto, a calibração e validação do modelo são de grande importância para a confiabilidade dos resultados da simulação, principalmente ao analisar e comparar cenários hipotéticos. Os resultados dos testes estatísticos de precisão do modelo foram muito bons, comparados a outros estudos, o que se deveu aos cuidados na parte experimental e de calibração.

Percebe-se, na comparação dos cenários estudados, que o efeito de resfriamento variou durante o dia, sendo mais clara a influência do entorno urbano sobre a borda do parque no horário mais quente. O tipo de entorno urbano, bem como o tipo de vegetação influenciam no efeito de resfriamento. Tais resultados podem ser úteis para a preservação de áreas verdes existentes em Belo Horizonte, bem como para o planejamento de novas áreas.

6 REFERÊNCIAS

Andrade, L. P., Novais, J. W. Z., Musis, C. R., Sanches, L. e Pereira, S. P. (2016) Efeitos de borda sobre o microclima de um parque ecológico urbano em Cuiabá, MT, **Estudo & Debate**, 23(2), 180-194.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) **NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações**. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. ABNT, Rio de Janeiro.

Bruse, M. and Team (2009) **ENVI-met 3.1 Manual 1997-2009**, https://envi-met.info/documents/onlinehelpv3/cnt.htm.

Cartier, K. M. S. (2019) No one-size-fits-all way to combat urban heat island effect, **Eos**, 100, https://doi.org/10.1029/2019EO133983. Publicado em 20/09/2019.

Emmanuel, M. R. (2005) **An urban approach to climate-sensitive design – strategies for the tropics**, Spon Press, London and New York.

Fernandes, A. F. e Caldeira, A. B. (2016) Análise espacial das áreas verdes de Belo Horizonte (MG), **Revsbau**, 11(3), 73-92.

Oke, T. R. (2006) **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**, TD 1250, WMO, Geneva.

Ribeiro, C. M. e Mól, C. R. (1985) Avaliação das mudanças climáticas em Belo Horizonte: análise dos parâmetros temperatura e precipitação, **Anais I Simpósio Situação Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte**, ABGE/Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 28-31 maio 1985.

Ramírez, A. Z. e Muñoz, C. B. (2012) Albedo effect and energy efficiency of cities, in C. Ghenai (ed.), **Sustainable Development. Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment**, InTech, Rijeka.

Rodrigues, F. R., Lopes, E. R. N. e Lourenço, R. W. (2019) Análise integral dos impactos urbanos em áreas verdes: uma abordagem em Sorocaba, Brasil, **Revista Ra´eGa**, 46(2), 135-151.

Salata, F., Golasi, I, Vollaro, R. L. e Vollaro, A. L. (2016) Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data, **Sustainable Cities and Society**, 26, 318-343.

Shinzato, P. e Duarte, D. H. S. (2018) Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera, **Ambiente Construído**, 18(2), 197- 215.

Stull, R. B. (1988) **An introduction to boundary layer meteorology**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Tominaga, Y., Wang, L., Zhai, Z. e Stathopoulos, T. (2023) Accuracy of CFD simulations in urban aerodynamics and microclimate: progress and challenges, **Building and Environment**, 243, 110723.

Wang, D. (2002) Simulation and modeling research, in L. Groat e D. Wang, **Architectural Research Methods**, John Wiley & Sons, New York.

Yu, Z., Yang, G., Zuo, S., Jorgensen, G., Koga, M. e Vejre, H. (2020) Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: a threshold-size perspective, **Urban Forestry & Urban Greening**, 49, 126630.

MÉTODO DE ESTIMATIVA DO DÉFICIT HABITACIONAL POR APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO: RIBEIRÃO PRETO-SP, BRASIL

T. A. da Cunha, J. C. da Silva, A. M. de Almeida, P. K. B. Forcel, F. A. Moreno, R. de P. Garcia, E. L. Miyasaka, G. A. Cuerva

RESUMO

Atualmente, o déficit habitacional brasileiro gira a casa das 6 milhões de moradias. Além da magnitude do problema, há uma outra lacuna ao estudá-lo: sua localização na escala intraurbana, especialmente segundo seus 4 componentes essenciais. Diante disso, a presente pesquisa é eminentemente prático-objetiva, ou seja, estimar o déficit habitacional para as áreas de ponderação de Ribeirão Preto, valendo-se de Redes Neurais. Uma vez treinada, a Rede Neural pode ser usada para prever ou tomar decisões com base em novos dados de entrada. Antes, porém, foi necessário comparar ao menos dois modelos para reduzir o banco de dados: 1) através do Índice de Correlação de Pearson e 2) a partir da Análise de Componentes Principais. E, calibrá-la aos valores observados de déficit segundo estas mesmas áreas de ponderação. Os dados permitem refletir a acurácia dos procedimentos como um primeiro passo para estimar o déficit para recortes territoriais ainda menores.

1 INTRODUÇÃO

Estimar o déficit habitacional é uma tarefa crucial para o planejamento urbano e políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento sustentável das cidades. Neste contexto, o uso de técnicas, mais contemporâneas, de análise de dados, como Redes Neurais em *machine learning*, tem demonstrado grande potencial em investigá-lo segundo diferentes porções do espaço intraurbano. Desse modo, o presente artigo propõe uma abordagem baseada em Redes Neurais para estimar o déficit habitacional inicialmente para as áreas de ponderação de Ribeirão Preto como uma primeira etapa para, em seguida, inferi-lo para seus setores censitários, utilizando para tanto os dados agregados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de acordo com o Censo Demográfico de 2010. A metodologia proposta integra técnicas de pré-processamento de dados, construção e treinamento de modelos de Redes Neurais e avaliação da precisão das estimativas obtidas, comparando-as aos dados observados do déficit habitacional ribeirão-pretano.

A qualificação do déficit habitacional é um dos principais desafios enfrentados pelos poderes públicos locais para planejar tanto o modo de ocupação de seus territórios, quanto mensurar a demanda habitacional ao longo do tempo e segundo o perfil de seus residentes. Certamente, essa “cegueira” em nada contribui para a elaboração de Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS) precisos, logo para se compreender a localização e a natureza da defasagem de moradias. Em regiões urbanas como Ribeirão Preto, município localizado no interior do estado de São Paulo, Brasil, o déficit habitacional é uma preocupação que demanda abordagens inovadoras para sua identificação e mitigação. Aliás, a presente pesquisa surgiu de uma demanda específica da prefeitura ribeirão-pretana.

O avanço da tecnologia da informação e o acesso a grandes volumes de dados têm aberto novas possibilidades para abordar problemas complexos por meio de técnicas de análise de dados. Nesse contexto, o *machine learning*, uma subárea da inteligência artificial, tem contribuído com novas perspectivas sobre fenômenos e processos urbanos clássicos a partir de conjuntos de dados heterogêneos e complexos. As Redes Neurais são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, capazes de aprender padrões e relações complexas a partir dos dados de entrada. A utilização de Redes Neurais permite a criação de modelos preditivos para lidar com a complexidade e variabilidade dos dados relacionados ao déficit habitacional.

A abordagem proposta neste artigo consiste em três etapas principais: pré-processamento de dados, redução dimensional do banco de dados, construção e treinamento de modelos de Redes Neurais e avaliação da precisão das estimativas. Utilizou-se os dados agregados por áreas de ponderação e a documentação das variáveis segundo setores censitários para tanto. Partiu-se, inicialmente, de um banco de dados com 84 variáveis. Reduzindo-o, em seguida, para um total de 19 variáveis que se encontram tanto no banco de dados de áreas de ponderação, como no de setores censitários, o que permitiria a perfeita comparação entre ambos. Tratam-se, pois, de um conjunto de variáveis muito básicas, como: total de residentes, população masculina, feminina, total de domicílios particulares permanentes, etc..

Espera-se que os resultados deste estudo contribuam para o avanço do conhecimento sobre o déficit habitacional em contextos urbanos brasileiros específicos e inspirem novas pesquisas e iniciativas na área de planejamento urbano e habitação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Reflexão crítica sobre a definição brasileira de déficit habitacional e sua operacionalização

Cabe ponderar que há inúmeras definições objetivas de déficit habitacional. Operacionalizá-lo, no entanto, não é sinônimo de abarcar a real necessidade habitacional de uma determinada população. Nesse sentido, o déficit se trata de um recorte prático que não exprime as nuances de conteúdo da realidade habitacional brasileira. É o resultado de uma construção social onde conflitos, interesses, disputas e concórdias ao longo do processo histórico contribuíram para moldá-lo. É dizer, definitivamente a acepção de déficit habitacional atual não é gravada em pedra. Ela, portanto, não é inequívoca, sobretudo, se analisada a partir da experiência de diferentes países ou enquadramentos teóricos. Talvez sequer seja tangível, posto que as condições sociais que o orientam estão em permanente transformação.

Destarte, parece necessário lembrar que o presente artigo não pretende estabelecer um arco que contemple todas as maneiras de calcular o déficit habitacional, senão limita-se a aplicar a metodologia consolidada da Fundação João Pinheiro para calculá-lo (de Miranda-Ribeiro, Viana e Azevedo, 2015). Afinal, o objetivo principal aqui é investigar a aplicação das Redes Neurais na estimativa do déficit à escalas intraurbanas de análise do fenômeno.

Ainda assim, e feita essa pequena digressão, alguma descrição sobre o método da FJP se faz necessária. Discussão essa que objetiva esclarecer as potencialidades da estratégia, bem como suas limitações. Embaraços esses que ambicionamos superar ou, no mínimo,

minimizar. Na verdade, que constituem o objeto que estimulou a realização do presente estudo.

Dentro da trajetória histórica de construção do indicador, 2007 é um ano de inflexão para entendê-lo. Antes desse momento, dois dos atuais quatro componentes do déficit habitacional eram, até então, encarados como inadequação habitacional e, logo, não significavam a construção de novas unidades habitacionais, senão sua readequação. Desse modo, tanto o Ônus Excessivo com o Aluguel, famílias com renda de até 3 salários mínimos, residentes em áreas urbanas e que despendiam mais de 30% de sua renda com o pagamento do aluguel, quanto o Adensamento Excessivo de Moradores por Cômodos Considerados Dormitórios em Domicílios Alugados eram, como mencionado, características de domicílios inadequados (de Miranda-Ribeiro, Viana e Azevedo, 2015).

Aliás, é preciso ter em mente que, até essa data, toda forma de coabitação era encarada como déficit habitacional. A partir daquele momento foi possível distinguir entre as famílias conviventes a intencionalidade da coabitação, isto é, se elas realmente desejavam dividir o mesmo teto ou não. Essa mudança foi possível ao se incorporar um quesito específico à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

Nesse sentido, as necessidades habitacionais podem ser separadas em dois grandes domínios; de um lado a necessidade quantitativa de novas unidades habitacionais à incorporação do estoque de moradias brasileiro; de outro, a necessidade qualitativa de aperfeiçoá-lo. À necessidade quantitativa refere-se o déficit habitacional em si. Enquanto que a inadequação habitacional concerne à adequação das moradias existentes sem a obrigatoriedade em se construir imóvel novo.

Assim, atualmente, o déficit habitacional é caracterizado por 4 componentes fundamentais: 1) Habitações Precárias, obtidas pela soma de Domicílios Rústicos, aqueles cujas paredes são de madeira aproveitada, taipa não revestida, palha ou outro material, e Domicílios Improvisados, imóveis e lugares não destinados à habitação (imóveis comerciais, barcos, pontes, vagões de trem, viadutos, barracas, etc.), 2) Coabitação Familiar, compreendida pela soma das famílias conviventes secundárias com intenção de constituir um domicílio exclusivo e das que vivem em cômodo (em geral, cortiços), 3) Ônus Excessivo com Aluguel em Domicílios Urbanos e, por último, 4) Adensamento Excessivo de Moradores por Cômodos considerados Dormitórios em Domicílios Alugados.

Faz-se necessário uma análise crítica especialmente do Ônus Excessivo com Aluguel em Domicílios Urbanos. Como mencionam Miranda-Ribeiro, de Mattos Viana e Salis (2013):

> "A partir de diversas análises e reivindicações dos movimentos dos sem casa, percebeu-se que, para a parcela mais pobre da sociedade, o aluguel não é uma opção, mas a melhor alternativa possível."

Urge ponderar, também, que parcela significativa dos domicílios inadequados é muito precária, basta dizer que há entre eles aqueles sem banheiro, sem energia elétrica, água ou esgotamento adequado. Decerto, são situações mais ou menos reversíveis e remediáveis, porém, talvez parte da inadequação devesse ser encarada como déficit de fato. Não parece ousado afirmar que o déficit é, então, subestimado. Refleti-lo passa, logo, pela análise crítica da combinação entre urgência e necessidade socialmente construída do habitar para um determinado momento e espaço.

Ademais, há um limite inerente à principal fonte de dados utilizada: a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD-IBGE). É verdade que a PNAD é realizada anualmente; sua periodicidade é, portanto, uma grande vantagem, pois permite acompanhar de maneira mais fidedigna a acumulação dos passivos habitacionais ao longo do tempo. Além disso, os quesitos que retratam o déficit habitacional sempre se fazem presentes nas informações básicas da PNAD, diferentemente do que ocorre com outros quesitos de seus suplementos temáticos que são aplicados segundo intervalos de tempo pré-definidos, porém superiores a um ano. Uma qualidade, e ao mesmo tempo uma desvantagem, é o próprio caráter amostral da PNAD. Numa primeira etapa, constrói-se uma amostra de municípios estratificados segundo seus portes populacionais. Uma vez tendo escolhido-os, seleciona-se os setores censitários onde os questionários serão aplicados. Assim, a partir de 2003 a PNAD representa todo o território nacional, entretanto, a partir dos seus critérios de seleção, acaba por enfatizar o caráter urbano da população brasileira. O grande empecilho da PNAD é, então, até onde é possível desagregá-la segundo o tamanho de sua amostra. É possível analisar as informações contidas na PNAD até o nível de Unidades da Federação; no máximo, segundo regiões metropolitanas. Em suma, é impossível calcular o déficit habitacional segundo municípios brasileiros a partir dela. Uma alternativa foi o Censo Demográfico de 2010.

Entretanto, cabe relembrar que a elaboração do Plano Habitacional de Interesse Social (PLHIS) é obrigatória para os municípios que assinaram Termo de Adesão ao Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, uma vez que no ato de adesão eles se comprometeram, entre outras obrigações, a elaborar o PLHIS, considerando as especificidades do local e da demanda. Mas como fazê-lo de modo controlado se não é possível esmiuçar o déficit a partir da escala intraurbana de análise? Por essa razão, o presente estudo se debruça em formas de contornar esse inconveniente.

2.2 Breve recapitulação do conceito de Redes Neurais e sua aplicação aos estudos urbanos

As Redes Neurais têm suas raízes na tentativa de simular o funcionamento do cérebro humano por meio de estruturas artificiais. O termo "Rede Neural" foi introduzido pela primeira vez por Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943 (Boreland, Kunze e Levere, 2023), em seu artigo seminal sobre neurônios artificiais. Eles propuseram um modelo matemático de um neurônio simples que poderia realizar operações lógicas.

Os conceitos evoluíram significativamente com o desenvolvimento da computação e da teoria da informação, sobretudo, a partir das décadas de 1950 e 1960. No entanto, foi na década de 80 que as redes se popularizaram com o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado como o *backpropagation*, que permitiam treiná-las em várias tarefas.

Desde então, os avanços na capacidade de processamento, conjuntamente com a disponibilidade de grandes conjuntos de dados, têm impulsionado o uso de Redes Neurais em uma variedade de domínios, incluindo reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural, visão computacional, etc..

Por sua vez, a aplicação de Redes Neurais nos estudos urbanos tem se configurado como campo de investigação em expansão, com potencial a oferecer revelações valiosas sobre uma série de questões relacionadas ao planejamento urbano, mobilidade, desenvolvimento

sustentável, qualidade de vida e, por que não, projeções de demanda habitacional (Goh, 1998).

Um dos principais usos das Redes Neurais nos estudos urbanos é na previsão de padrões de crescimento urbano e na modelagem da expansão das cidades ao se analisar dados históricos de desenvolvimento urbano, como densidade populacional, uso da terra e padrões de migração e mobilidade residencial.

Para além da investigação sobre o território, outra aplicação importante das Redes Neurais nos estudos urbanos é interpretar dados sociais e demográficos para entender melhor as necessidades e preferências de uma determinada população. Ao analisar grandes conjuntos de dados de redes sociais, pesquisas demográficas e padrões de consumo, as Redes Neurais podem ajudar os planejadores urbanos a identificar áreas de maior demanda por serviços e recursos, possibilitando um planejamento mais eficiente e direcionado.

Particularmente quanto à questão habitacional, ao analisar grandes conjuntos de dados que incluem informações sobre renda, perfil demográfico, padrões e tendências de mobilidade residencial, características da habitação e preços imobiliários, as Redes Neurais podem identificar padrões complexos e, principalmente, não lineares que influenciam a demanda por habitação em diferentes áreas urbanas. Por exemplo, pode-se utilizá-las para prever onde a demanda por habitação provavelmente concentrar-se-á no futuro, permitindo um planejamento mais direcionado de novos empreendimentos imobiliários e investimentos em infraestrutura. Ao simular diferentes cenários, as Redes Neurais podem ajudar a prever como políticas e intervenções específicas podem afetar a oferta e a demanda por habitação (Zainun, Rahman e Eftekhari, 2010).

Em resumo, as Redes Neurais representam uma ferramenta valiosa para analisar e prever a localização intraurbana do déficit habitacional, orientando políticas e investimentos públicos de maneira mais eficaz e acurada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

No que concerne a abordagem, a pesquisa é eminentemente aplicada e experimental quanto ao método de estimativa do déficit habitacional para pequenas áreas. Isto é, trata-se de uma etapa para lograr estimá-lo para setores censitários. Antes, porém, foi necessário aplicar a técnica de estimativa às próprias áreas de ponderação de maneira a esclarecer suas potencialidades e limitações.

Neste primeiro momento, o procedimento limitou-se à análise das 19 áreas de ponderação do município de Ribeirão Preto, no interior paulista. Tal exercício surgiu, inclusive, de uma demanda da própria prefeitura do município, onde eles desejavam compreender a dimensão do déficit habitacional local de acordo com ao menos três de seus quatro componentes: a) adensamento excessivo de moradores por dormitórios em domicílios alugados, b) ônus excessivo com o pagamento do aluguel e c) coabitação familiar. Aliás, o quarto componente, domicílios precários (compreendido pela soma de domicílios rústicos e improvisados) não lhes era fundamental, pois o poder público local contava com levantamentos de campo que os mapeavam com precisão.

Nesse sentido, cabe discorrer sobre o próprio banco de dados. Inicialmente ele era composto por 84 variáveis, algumas delas, aliás, muito úteis para o cálculo do déficit habitacional; por

exemplo, quantidade de domicílios improvisados por área de ponderação. Infelizmente, nem todas elas estavam presentes na tabela de dados agregados por setores censitários divulgada pelo IBGE. Ou seja, esse seria um imenso obstáculo no futuro à pesquisa do déficit segundo setores censitários, pois as variáveis independentes utilizadas na construção do modelo simplesmente não existiriam no novo banco de dados. A comparabilidade seria também seriamente comprometida.

Por essa razão, reduziu-se o banco de dados a um conjunto de 19 variáveis, sendo 8 dependentes e 1 variável identificadora. Essas 19 variáveis descrevem, por sua vez, perfeitamente tanto áreas de ponderação, quanto setores censitários. A sincronia entre os bancos de dados e ambos os recortes territoriais seria perfeito, permitindo a comparabilidade entre as estimativas de déficit, já que o modelo poderia ser aplicado sem quaisquer modificações. Tratam-se, porém, de variáveis muito básicas como: total de residentes segundo sexo, total de domicílios particulares permanente, raça e renda. Isto é, variáveis que muito tangencialmente mantinham alguma relação com o déficit habitacional. Ou melhor, não eram diretamente utilizadas para calculá-lo. Como discute-se mais à frente, esse será um grande obstáculo para a redução do erro absoluto.

Ainda assim, houve um esforço em reduzir ainda mais o conjunto de variáveis. Desejava-se, ao sintetizá-lo, igualmente diminuir a redundância descritiva em torno do fenômeno e, assim, aumentar a confiabilidade estatística. Primeiro, é preciso entender que quando há muitas variáveis descritivas a quantidade de dados na Rede Neural passa a ser improdutiva, complexificando a arquitetura do modelo de aprendizagem. Nesse sentido, optou-se por reduzir a dimensionalidade do fenômeno ao agrupar variáveis que mantêm maior relação entre si. O fenômeno é caracterizado não mais pelas variáveis, senão pelas dimensões que as aglutinam.

Além disso, o agrupamento das variáveis permite remover a redundância e o ruído do banco de dados, visto que muitas das variáveis podem estar correlacionadas entre si. Ademais, pode haver variáveis que contenham pouca informação útil. Com um conjunto menor e mais significativo de variáveis, as estimativas estatísticas tendem a ser mais estáveis e menos sensíveis a pequenas variações nos dados.

Num primeiro exercício experimental, sintetizou-se o conjunto de dados a partir de duas técnicas estatísticas: a) Índice de Correlação de Pearson (ICP) e b) Análise de Componentes Principais (ACP).

O Índice de Correlação de Pearson é uma medida estatística que avalia a relação linear entre duas variáveis contínuas. Ele varia de -1 a +1, onde: +1 indica a perfeita correlação positiva, ou seja, ambas aumentam juntas na mesma direção em, também, perfeita proporcionalidade; -1 indica uma correlação negativa perfeita, ou seja, as variáveis variam em direções opostas, isto é, são inversamente proporcionais, enquanto uma cresce, a outra diminui e quanto mais próximo de 0 (zero) rondar o índice, menor é a correlação linear entre as variáveis.

O ICP permite esclarecer a redundância, posto que se duas variáveis têm uma correlação alta (próxima de +1 ou -1), elas, em realidade, estão fornecendo informações semelhantes sobre o fenômeno. Portanto, uma delas pode ser removida sem grandes prejuízos para interpretá-lo. Em resumo, valer-se do ICP pode prevenir a multicolinearidade. Ela ocorre quando duas ou mais variáveis independentes em um modelo de regressão estão altamente correlacionadas.

Por sua vez, a Análise de Componentes Principais (ACP) objetiva principalmente reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados. Ela realiza essa redução transformando as variáveis originais em um novo conjunto de variáveis não necessariamente correlacionadas chamadas de componentes principais. Primeiro, os dados são centrados subtraindo-se a média de cada variável. Isso garante que a média de cada variável seja zero. Em seguida, calcula-se a matriz de covariância ou correlação entre as variáveis, a depender da situação. Os componentes principais são obtidos a partir dos autovetores e autovalores da matriz de covariância ou correlação. Os autovetores representam a direção dos novos eixos nos quais os dados serão projetados, enquanto os autovalores representam a quantidade de variação explicada por cada componente principal. Os componentes principais são, então, ordenados de acordo com a quantidade de variação explicada. Normalmente, os primeiros componentes principais explicam a maior parte da variação dos dados, algo como 85% dos casos (Bharadiya, 2023).

Ambas as técnicas apresentam vantagens e desvantagens. A aplicação do ICP é simples; tanto para calculá-lo, quanto para interpretá-lo. Porém, ele ignora relações não lineares entre variáveis, bem como desconsidera variáveis latentes, isto é, despreza a estrutura subjacente dos dados. Por fim, ao não reduzir a dimensionalidade dos dados, o critério de seleção das variáveis é, em última instância, subjetivo.

Por outro lado, a ACP avança justamente sobre as limitações do ICP: redução da dimensionalidade, identificação de padrões complexos e remoção da multicolinearidade. Entretanto, interpretar os componentes principais pode ser desafiador, especialmente quando há muitos componentes ou quando as variáveis originais têm naturezas e significados totalmente diferentes entre si. Aliás, a ACP ao transformar as variáveis originais em componentes principais, que podem ser combinações lineares das variáveis originais, complexifica a interpretação direta dos resultados, uma vez que as dimensões passam a descrever o fenômeno, não mais as variáveis originais.

O próximo passo foi treinar a Rede Neural (Boreland, Kunze e Levere, 2023) utilizando o novo banco de dados, agora, com um conjunto de variáveis muito mais reduzido. Porém, antes se faz necessário esclarecer algumas características do aprendizado de máquina. Pode-se resumi-lo a um conjunto de técnicas para “ensinar” o computador a como compreender e interpretar dados. Seu uso justifica-se na crescente dificuldade em interpretar e buscar padrões, de maneira manual, para um conjunto de dados cada vez maior e desafiador. De maneira geral, estas técnicas podem ser classificadas em supervisionadas ou não supervisionadas, a depender da disponibilidade de uma ou mais variáveis de saída. O objetivo das abordagens supervisionadas é construir um modelo matemático-estatístico capaz de prever variáveis de saída a partir das variáveis de entrada. As abordagens não supervisionadas contam apenas com as variáveis de entrada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de qualquer análise sobre a eficácia do uso de Redes Neurais na estimativa do déficit habitacional ribeirão-pretano, considera-se fundamental discorrer justamente sobre a manifestação espacial dele, déficit (**Figuras 1, 2, 3 e 4**).

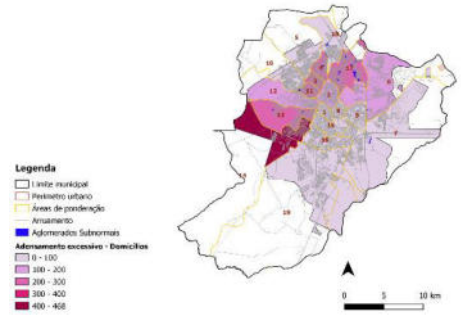


Fig. 1 Adensamento excessivo de Moradores por Dormitório em Domicílios Alugados segundo áreas de ponderação, Ribeirão Preto, 2010.

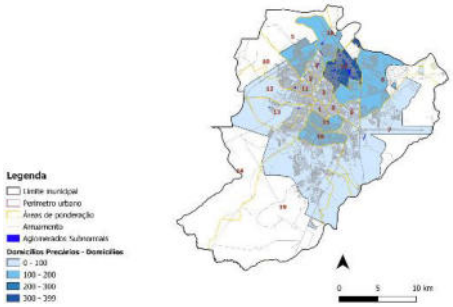


Fig. 2 Domicílios Precários segundo áreas de ponderação, Ribeirão Preto, 2010.

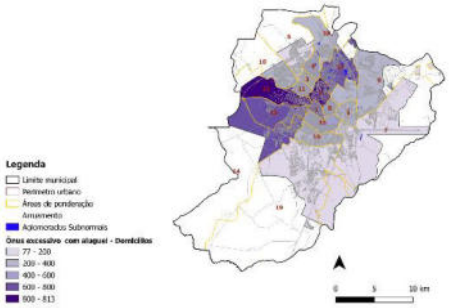


Fig. 3 Ônus Excessivo com Pagamento de Aluguel segundo áreas de ponderação, Ribeirão Preto, 2010.

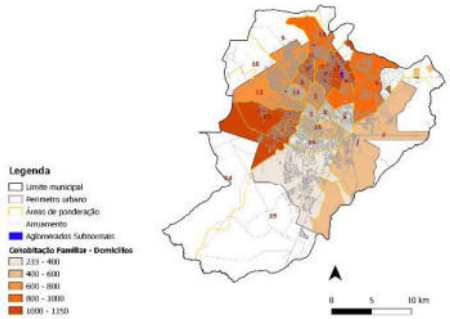


Fig. 4 Coabitação Familiar segundo áreas de ponderação, Ribeirão Preto, 2010.

Verifica-se uma clara demarcação espacial de Ribeirão Preto. É nos setores Norte e Sudoeste que se concentram os maiores valores absolutos e relativos da defasagem habitacional ribeirão-pretana. Conforme asseverado por Villaça (2012), o espaço urbano é um território de disputas. A localização dos grupos não é, portanto, casual; assim como não é fortuita sua periferização, no caso. Afinal, resta aos mais carentes as "sobras", as áreas menos valorizadas do espaço intraurbano, reorientando, portanto, a distribuição espacial da população segundo vetores de expansão capitaneados pelos quesitos renda e valor da terra. Não se trata, pois, de opção, senão de constrangimento que direciona os mais pobres às áreas mais marginais e carentes. Assim, todo o arco Norte do município certamente é aquele que demanda maior empenho dos planejadores a fim de solucionar ou mitigar o déficit habitacional municipal

Como dito anteriormente, optou-se por uma redução dimensional do banco de dados. Antevia-se que a quantidade de variáveis seria um obstáculo ao cálculo da Rede Neural e seus diversos ciclos computacionais.

Realizou-se, portanto, um exercício experimental para tanto. Num primeiro momento, o banco foi reduzido a partir do Índice de Correlação de Pearson. A **Tabela 1** e a **Figura 5** ilustram tanto as variáveis selecionadas para permanecer no banco, como a correlação entre variáveis e, logo, a redundância delas no banco de dados.

Tabela 1 Seleção de variáveis segundo Índice de Correlação de Pearson

Variáveis Perfeitas	Variáveis Excluídas
AP0020	AP0001
AP0012	AP0002
AP0009	AP0003
AP0004	AP0004
AP0007	AP0005
AP0014	AP0006
	AP0008
	AP0010
	AP0011
	AP0013
	AP0015
	AP0016
	AP0019
	AP0062
	VAR0004

Fonte: Elaboração própria.

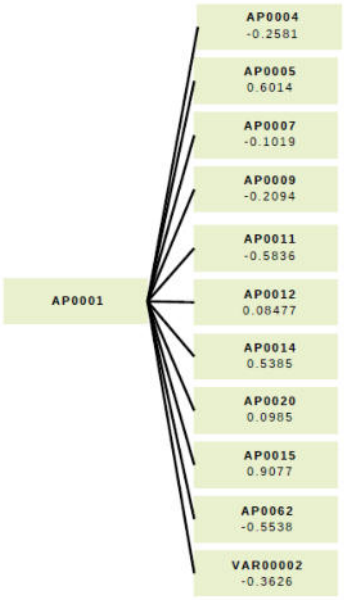


Figura 5 – Exemplo de correlações entre variáveis segundo Índice de Correlação de Pearson. Fonte: Elaboração própria

Porém, em última instância, a seleção através do ICP era uma tarefa subjetiva, além de ignorar relações não lineares entre os pares de variáveis. Nesse sentido, tendo em vista o mesmo objetivo, qual seja, redução dimensional do banco de dados, aplicou-se a técnica de Análise de Componentes Principais (APC). A **Figura 6** permite compreender a correlação entre as variáveis através das semelhanças ou diferenças em suas direções, já a **Figura 7**, a quantidade de dimensões com as quais é possível descrever o mesmo conjunto de dados.

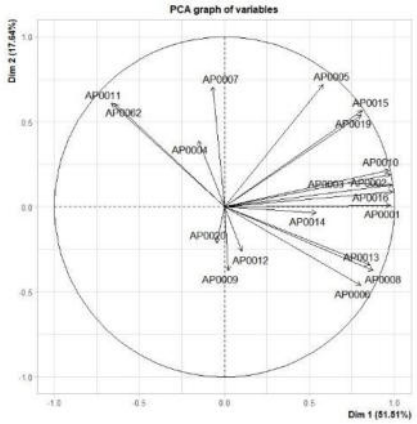


Fig. 6 Direcionalidade e correspondência entre variáveis segundo Análise de Componentes Principais. Fonte: Elaboração própria.

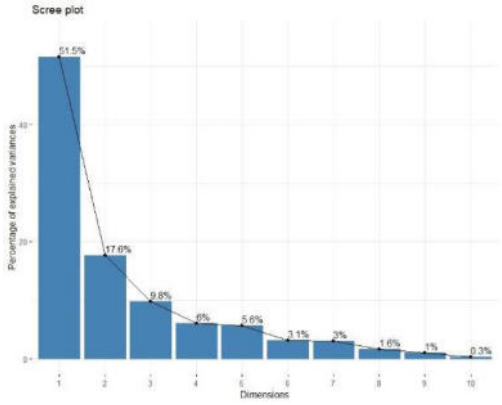


Fig. 7 Representatividade do banco de dados segundo a quantidade de dimensões aplicando Análise de Componentes Principais. Fonte: Elaboração própria.

Pode-se interpretar **Figura 6** da seguinte maneira: quando dois vetores estão próximos (formando um pequeno ângulo), as duas variáveis que eles representam estão positivamente correlacionadas. Quando eles se encontram a 90°, é improvável que se correlacionem. Quando divergem (formando um grande ângulo próximo de 180°), são, por sua vez, inversamente correlacionadas. Em contrapartida, a magnitude indica a importância de uma variável específica, dentre as outras, para a dimensão em questão. Ou seja, quanto maior a magnitude da seta, maior é sua relevância.

Optou-se então pelo uso de 5 dimensões. Elas explicam aproximadamente 85% (85,2%) dos casos segundo suas variâncias, uma parcela significativamente maior do que através do ICP. Nota-se, a partir da quinta dimensão, uma certa estabilização na tendência de cobertura de novos casos. É dizer, adicionar uma nova dimensão ao modelo não resulta necessariamente em grandes ganhos analíticos. Ao contrário, incorporá-las ao modelo apenas dificultaria a aplicação das Redes Neurais às estimativas do déficit por áreas de ponderação. O gráfico também permite constatar a importância de cada dimensão isoladamente. Assim, a primeira dimensão responde por aproximadamente 51% dos casos, enquanto a quinta não ultrapassa 4,5% deles.

Da mesma maneira como cada dimensão corresponde a um peso específico para explicar o conjunto de casos, cada variável apresenta uma importância relativa para se compreender a própria dimensão (**Tabela 2**).

Tabela 2 Ponderações das variáveis segundo dimensões do banco de dados, Análise de Componentes Principais.

	DIM 1	DIM 2	DIM 3	DIM 4	DIM 5
AP0001	9,7807989				
AP0002	9,7742469				
AP0003	9,9556998				
AP0004			29,7798000		
AP0005		15,4323406			
AP0006		6,3518419			
AP0007		14,8596135			
AP0008		4,1610059			
AP0009				28,7444812	
AP0010	9591814459,0000000				
AP0011		11,1284465			
AP0012				39,7259711	
AP0013	7,4903769				
AP0014			13,2070599		
AP0015		9,5081271			
AP0016	10,0185619				
AP0019		8,7527861			
AP0020			29,8837165		
AP0062		11,0227405			

Fonte: Elaboração própria.

Assim, é possível compreender a importância relativa de cada variável em explicar a dimensão da qual faz parte. Por exemplo, o total de rendimentos nominal mensal dos domicílios improvisados corresponde a quase 40% do valor explicativo da dimensão 4.

Já as **Figuras 8 e 9** elucidam os ciclos de treinamento necessários, à Rede Neural, para atingir os menores níveis de erros nas estimativas do déficit habitacional.

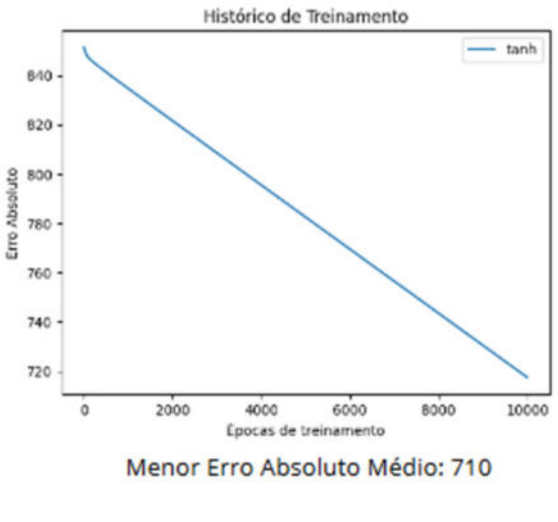


Fig. 8 Erro absoluto segundo épocas de treinamento da Rede Neural, 19 variáveis. Fonte: Elaboração própria.

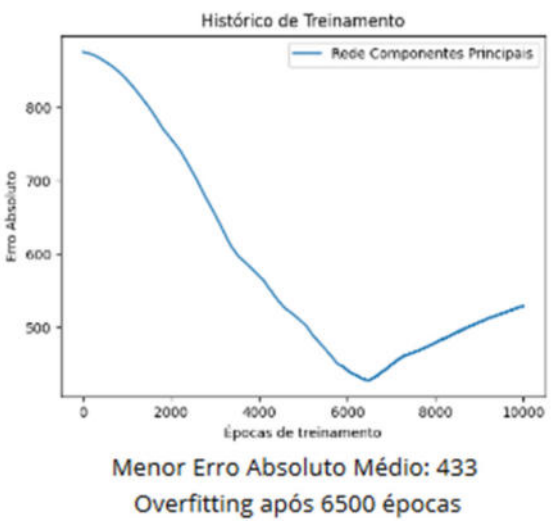


Fig. 9 Erro absoluto segundo épocas de treinamento da Rede Neural, 5 dimensões obtidas pela Análise de Componentes Principais. Fonte: Elaboração própria.

No primeiro banco de dados, com 19 variáveis, foram necessários quase 10.000 ciclos e, ainda assim, o menor erro médio absoluto foi de 710 casos, a mais ou a menos, por área de ponderação. Em outras palavras, uma área de ponderação poderia ter 0 domicílios precários ou 710 deles, uma variação considerável. Ao reduzir-se o banco de dados a 5 dimensões através da ACP, a quantidade de ciclos necessários é consideravelmente menor, 6.500. Embora o erro médio absoluto tenha diminuído, 433, ele persiste elevado. Ainda assim, a decisão em sintetizar o banco de dados por meio da Análise de Componentes Principais definitivamente se mostrou acertada.

Apenas como teste experimental, aplicou-se os mesmos procedimentos agora não mais apenas às áreas de ponderação ribeirão-pretanas (19), senão a todas às áreas de ponderação do Estado de São Paulo, 903, no caso (**Figura 10**).

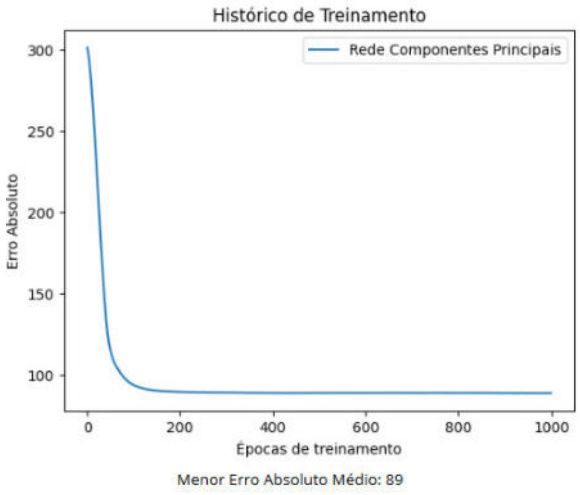


Figura 10 – Erro absoluto segundo épocas de treinamento da Rede Neural, 5 dimensões, 903 áreas de ponderação, Estado de São Paulo. Fonte. Elaboração própria.

Presumia-se que, ao aumentar o número N de casos do banco de dados, a Rede Neural aperfeiçoaria o cálculo das estimativas do déficit habitacional. E, de fato, é o que constata-se. Ao se analisar 903 casos (áreas de ponderação), contra os 19 casos de Ribeirão Preto, em pouco menos de 100 épocas de treinamento a Rede Neural atinge um erro médio absoluto de 89 casos. Muito mais acurada do que anteriormente.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo se esforçou por estimar o déficit habitacional segundo áreas de ponderação de Ribeirão Preto como uma primeira etapa para tentar inferi-lo para recortes territoriais ainda menores, como é o caso dos setores censitários. Buscou-se, portanto, esclarecer todas as estratégias empregadas para tanto, bem como as frustações em valer-se de algumas delas. Embora o erro absoluto ainda seja considerável, não é de se menosprezar que a Rede Neural foi capaz de projetar o déficit habitacional segundo informações que lhe mantêm pouca relação, tais como: total de residentes, de domicílios particulares permanente, de residentes segundo sexo, raça e cor. Nenhuma delas, a priori, é base para calculá-lo de modo direto. Parece, então, essa uma alternativa à estimativa do déficit habitacional em localidades, ou mesmo países, onde dados sobre o assunto inexistem. Por fim, é preciso ponderar que o déficit, por mais que infelizmente seja uma manifestação recorrente da nossa desigualdade, trata-se de um evento com um N diminuto de casos. Os 89 casos de erro segundo as áreas de ponderação paulistas soam razoavelmente aceitáveis segundo essa perspectiva. Acredita-se que seja necessário otimizar a qualidade das próprias variáveis para aperfeiçoar as estimativas ainda mais. Talvez uma solução fosse a microssimulação espacial de dados.

6 BIBLIOGRAFIA

Bharadiya, J. P. (2023). A tutorial on principal component analysis for dimensionality reduction in machine learning. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, *8*(5), 2028-2032.

Boreland, B., Kunze, H., e Levere, K. M. (2023). 10 Artificial Neural Networks. Engineering Mathematics and Artificial Intelligence: **Foundations, Methods, and Applications**, 227.

Goh, Bee-Hua. (1998). Forecasting residential construction demand in Singapore: a comparative study of the accuracy of time series, regression and artificial neural network techniques. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 5(3), 261-275.

de Miranda-Ribeiro, A., Viana, Raquel de Matos, e de Azevedo, S. (2015). Déficit habitacional municipal em Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, *25*(43), 144-162.

_____; Viana, Raquel de Matos; Salis, Raíza Maciel (2013). Déficit Habitacional no Brasil em 2007 e 2008: notas metodológicas e principais resultados. **Revista Geografias**, v. 9, n. 1, p. 97-115.

Zainun, N. Y. B., Rahman, I. A., e Eftekhari, M. (2010). Forecasting low-cost housing demand in Johor Bahru, Malaysia using artificial neural networks (ANN). **Journal of Mathematics Research**, 2(1), 14.

(IN)SEGURANÇA HÍDRICA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA ABORDAGEM INTEGRADORA E PARTICIPATIVA DAS RELAÇÕES ÁGUA, CLIMA E TERRITÓRIO

I. A. A. Rufino; P. B. R. Alves; R. de Aragão; L. M. Alves; H. C. de Brito; C. F. C. Braga; C. K. M. Silva; M. D. do A. Vieira

RESUMO

Este trabalho explora cenários futuros de uso e ocupação do solo ou LULC (do inglês: *Land Use Land Cover*), sob a perspectiva de mudanças climáticas e visando seus possíveis rebatimentos nos cenários hidrológicos. Considera-se o *nexus* água-território-clima, suas espacialidades, escalas, variabilidades e dinâmicas sociais e hidrológicas, ao modelar os processos naturais e antrópicos que ocorrem em um sistema hídrico e, por conseguinte, ao permitir uma melhor identificação dos impactos na segurança hídrica das cidades (e das pessoas) que dependem deste sistema. O objetivo central desta abordagem é permitir a avaliação da segurança hídrica em múltiplas escalas considerando as diferentes territorialidades e suas relações intrínsecas com a água e o clima, reconhecendo a participação e percepção pública (dos diferentes usuários de água) como atividade essencial para a resiliência e capacidade adaptativa das cidades atuais e futuras.

1 INTRODUÇÃO

A integração entre água e território é uma realidade e um desafio do planejamento urbano e regional, uma vez que, as relações entre sociedade e natureza formam um território e promovem seu desenvolvimento (Dallabrida, 2020) e, as chamadas "relações de territorialidade", tendem a se diversificar promovendo o fortalecimento e a integração entre água e território (Duarte e Lopes, 2021). Infere-se, portanto que, a integração entre água, território e o clima é uma realidade a ser atingida por meio da integração de níveis de planejamento: regional (na escala da bacia) e local (âmbito municipal). Fabro Neto e Souza (2017) afirmam que a integração entre os níveis regional e local de planejamento ocorre mediante a articulação entre gestores de recursos hídricos e de uso e ocupação do solo, usando o gerenciamento dos impactos ambientais como parâmetro de decisão.

Os níveis de planejamento tendem a se aproximar por meio de sistemas hídricos. "Sistemas hídricos" podem ser considerados ambientes complexos onde níveis diferentes de planejamento se aproximam. Um sistema hídrico é composto por (i) bacias (em diferentes escalas); (ii) municípios (pertencentes às bacias ou abastecidos pelas mesmas); (iii) infraestruturas hídricas (de abastecimento e drenagem, *green*, *blue* and *gray infrastructures*, etc); (iv) medidas não estruturais (regulação, bacias de retenção temporárias, etc) e, (v) serviços de gestão de recursos hídricos (Pot, 2019; Marques *et al*, 2021; Vinagre, *et al*, 2023).

Apesar dos avanços alcançados na gestão dos recursos hídricos no Brasil nas últimas décadas, Marques *et al* (2021) reforçam que o país tem passado por uma transição para atingir uma abordagem integrada, participativa e descentralizada para a gestão de recursos hídricos desde a implantação da Lei 9.433 (Brazil, 1997). Ao mesmo tempo, estes autores alertam que, os desafios e as demandas crescentes tornaram mais complexo o ambiente de gestão, combinando efeitos do clima, alterações no uso da terra, eventos críticos e sistemas de infraestrutura mais elaborados, com objetivos múltiplos e conflitantes, conectando por vezes sistemas hídricos distintos por meio de transposições de bacias.

Diante das frequentes mudanças no clima, nas formas aceleradas de apropriação e uso do solo urbano e na sociedade, há a necessidade de novas abordagens integrativas que modelem não apenas os fatores estritamente climáticos, hidrológicos ou urbanísticos, mas que considerem (i) os impactos desses fatores externos combinados, (ii) as lacunas de legislação existentes, (iii) as susceptibilidades ao risco (naturais ou não) e (iv) a própria capacidade adaptativa e resiliência dos atores envolvidos, uma vez que todos estes fatores atuam em conjunto e comprometem a segurança hídrica e salubridade ambiental nos centros urbanos.

Neste sentido, este trabalho descreve os esforços desenvolvidos no âmbito de um projeto de pesquisa, no qual, está sendo considerada uma abordagem *nexus* água-território-clima dos processos naturais e antrópicos que ocorrem em um Sistema Hídrico localizado no estado da Paraíba, Brasil (Figura 1). O Sistema Hídrico Poções-Epitácio Pessoa é o primeiro sistema hídrico do Nordeste do Brasil (NEB) a receber o aporte de águas do PISF - Projeto de Integração do Rio São Francisco e, também por este motivo, carece de estudos atuais de seus impactos e desdobramentos. A abordagem proposta, faz uso de cenários preditivos de uso e ocupação do solo, de mudanças climáticas e de eventos extremos, analisando impactos, capacidade adaptativa e segurança hídrica em toda a territorialidade envolvida (bacia e municípios).

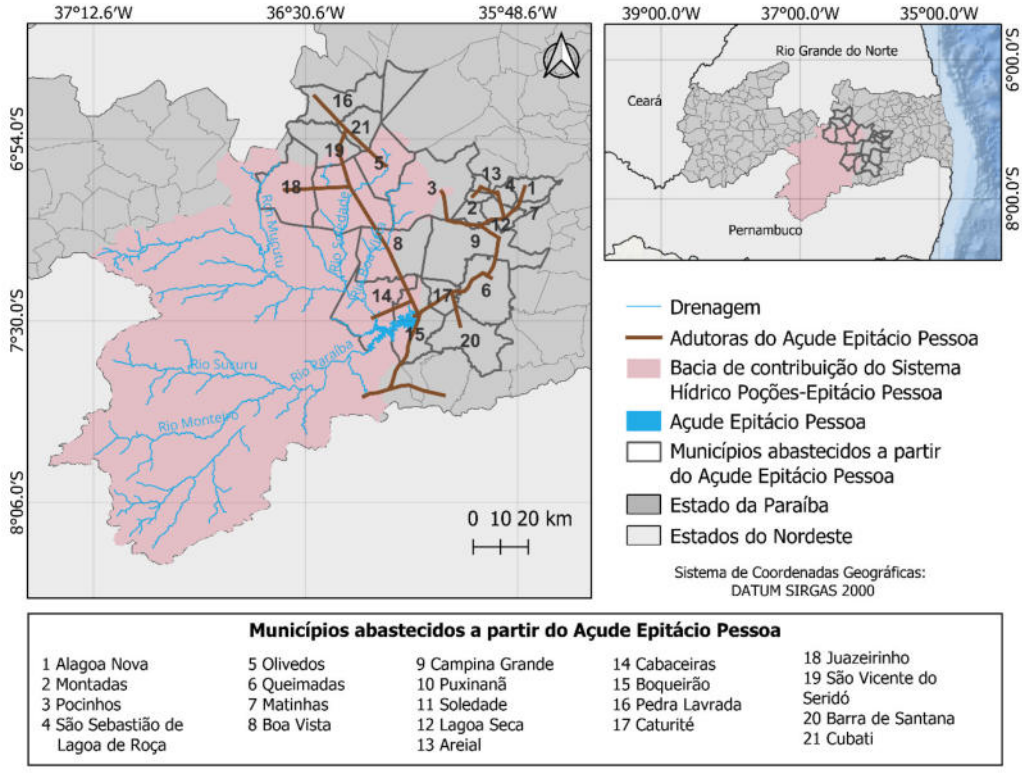


Fig. 1 Sistema Hídrico Poções-Epitácio Pessoa. Fonte: Projeto SIGMA (2024)

2 (IN)SEGURANÇA HÍDRICA NO NORDESTE BRASILEIRO

O Brasil, possui uma das maiores reservas mundiais de água e, mesmo assim, apresenta ao longo da história situações severas de escassez hídrica em todas as regiões (Rossi *et.al*; 2021). O NEB tem sido vulnerável a problemas hidrometeorológicos extremos, especialmente secas, por séculos (Marengo *et al*, 2019). Uma combinação de variabilidade climática natural (a maior parte da área é semiárida) e problemas de governança da água aumentam os impactos da escassez hídrica, em especial, nas áreas urbanizadas.

O abastecimento de água intermitente e longos períodos de racionamento de água devido ao baixo nível nos reservatórios criam um comportamento resiliente, uma espécie de "resiliência natural" (Rufino *et al,* 2021). Nos momentos de escassez, a população, frequentemente, muda seu comportamento de consumo, convertendo a crise em uma oportunidade de aumento de resiliência (Grande *et al*, 2014). O último evento de seca plurianual na região semiárida estendeu-se desde 2012 a 2018, causando diversos impactos, como a escassez de água potável, a diminuição na produção de alimentos e perdas na economia (Brito *et al*, 2021). Entretanto, a ineficiência da prestação do serviço de abastecimento provoca uma intermitência no fornecimento que ultrapassa os períodos de seca hidrológica, tornando latentes problemas operacionais e de gestão, mesmo quando os reservatórios encontram-se em "volumes seguros", por assim dizer.

Outros fatores como as mudanças climáticas e o crescimento urbano tornam um cenário de seca para muitas "cidades naturalmente resilientes" ainda mais difícil. No entanto, este contexto pode tornar as cidades mais resistentes a choques externos e crises por um longo tempo, permitindo o desenvolvimento de flexibilidade para se adaptar e transformar novas circunstâncias em uma vantagem. Isso pode ajudar a transformar crises em oportunidades de desenvolvimento (Figura 2).

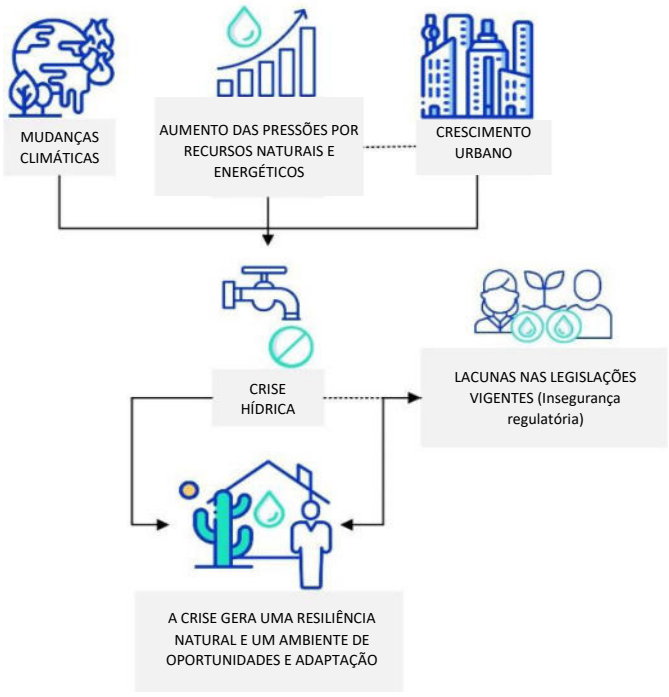


Fig. 2 Gráfico conceitual da resiliência natural das cidades do semiárido. Adaptado de Rufino *et al*., (2021).

A definição de uma "resiliência natural" (Rufino *et al*., 2021) é baseada na exposição sistemática aos perigos, levando a população a iniciativas de adaptação e aumentando sua capacidade de enfrentamento. Como mencionado, mesmo em "períodos ditos normais" com secas não tão severas, os serviços de abastecimento de água apresentam alto índice de intermitência. Neste contexto, as pessoas “se acostumam” a economizar água em barris, cisternas, ou qualquer outro reservatório (apoiado ou elevado), além de comprar água de carros-pipa, e, por causa do acesso limitado à água, reduzem o consumo. Este comportamento é um exemplo direto do desenvolvimento de uma “resiliência natural” uma vez que, em condição regular de abastecimento de água, esse consumo racional não seria estimulado.

De acordo com Cunha *et.al,* (2023) o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) é a maior obra de infraestrutura hídrica do país e figura entre as 50 maiores construções de infraestrutura em execução no mundo. A obra se destaca por executar mais de 470 km de canais (Figura 3) e, pela sua complexidade, poderá ocasionar uma série de múltiplos desafios e fatores ligados à gestão pública, ao atendimento de milhões de habitantes e à vasta multiplicidade dos recursos naturais que poderão ser afetados com as alterações no meio ambiente bem como estão sujeitos aos efeitos das mudanças climáticas. O que se espera desta integração de bacias é o atendimento das demandas hídricas da população da região.

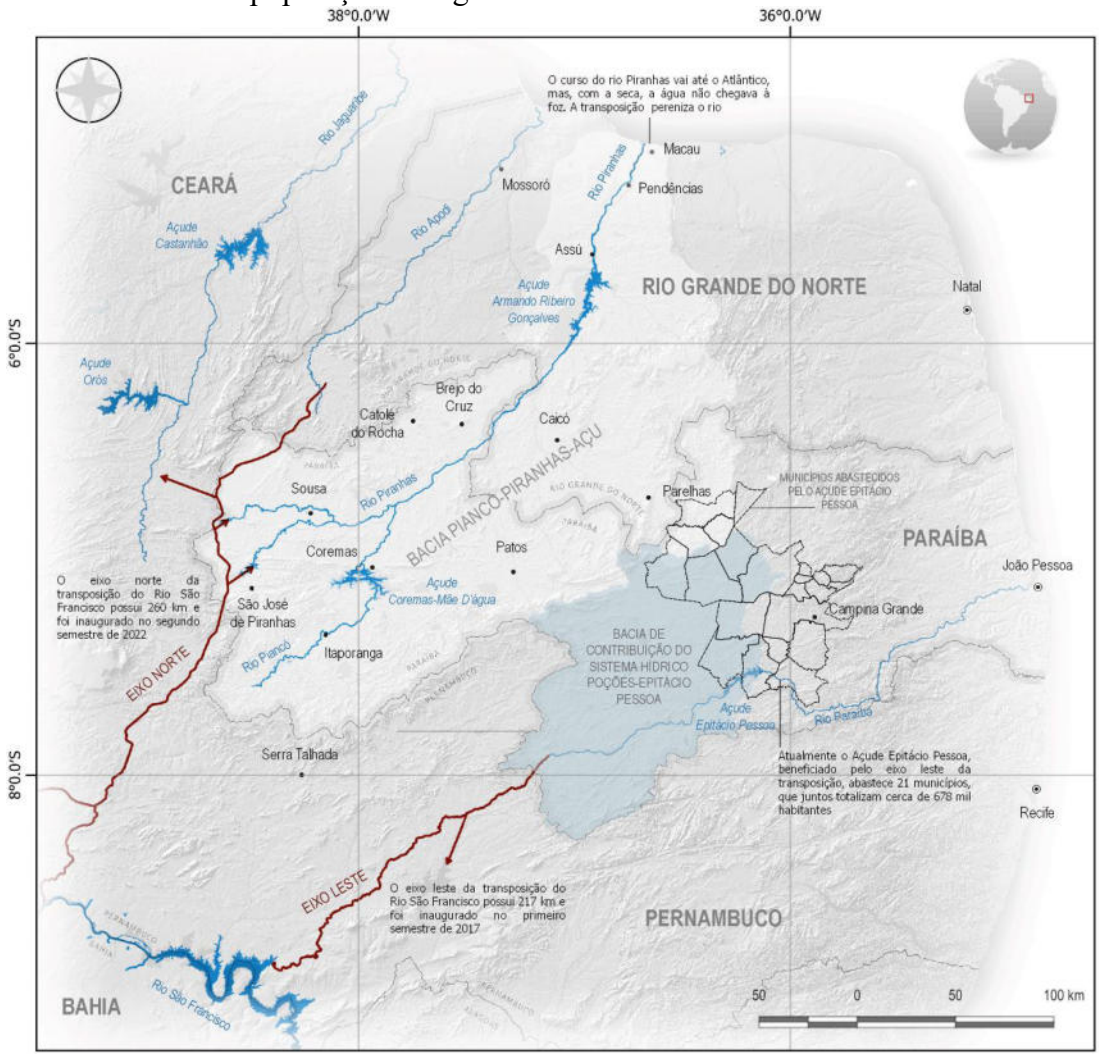
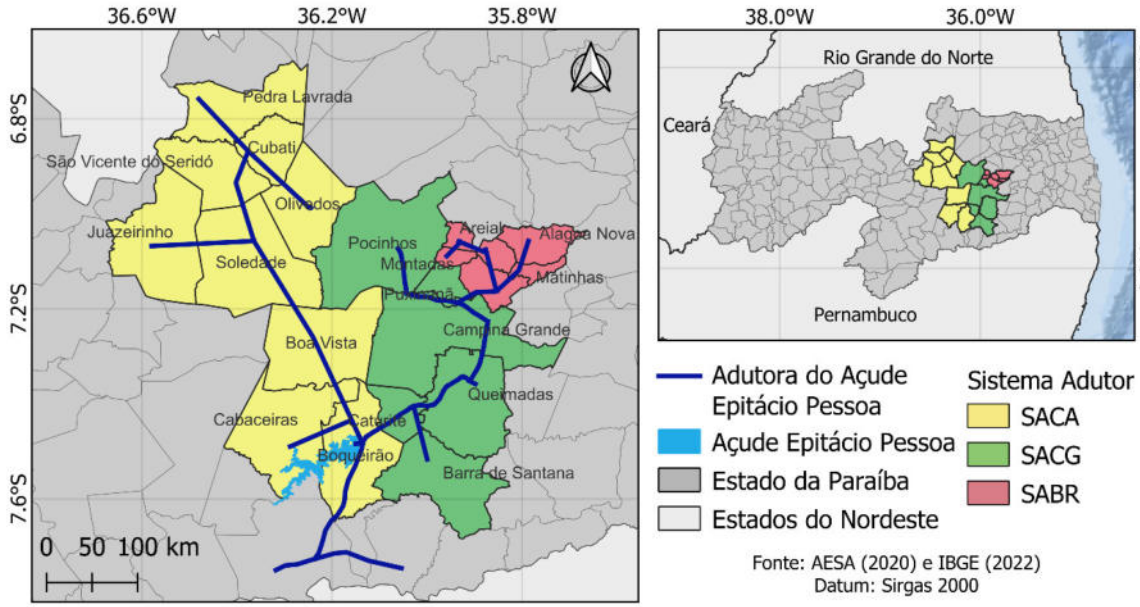


Fig. 3 Esquema gráfico do PISF e localização da área de estudo. Adaptado de: Maisonnave e Prado (2018).

As demandas hídricas advêm de diferentes usuários e áreas. As áreas urbanas das cidades dos municípios beneficiados, distritos industriais, perímetros de irrigação e usos difusos ao longo dos canais e rios perenizados por açudes existentes que ao receberem águas do PISF, mudaram de uma função meramente de reservação, para integrar o sistema hídrico.

A área de estudo desse artigo caracteriza-se pela bacia de contribuição do sistema hídrico Poções-Epitácio Pessoa além de todos os municípios que são atendidos ou que serão atendidos por este sistema (Figura 4). Inclui-se nesta área, as bacias do Rio Taperoá e do alto curso do Rio Paraíba, uma vez que estas contribuem com o volume acumulado no açude Epitácio Pessoa. Os municípios à jusante do reservatório e ao longo do eixo da transposição (PISF), também sofrem os conflitos pelo uso desta água. O açude Epitácio Pessoa (também denominado "Boqueirão"), responsável pelo abastecimento de diversas cidades, registrou seu menor volume histórico em abril de 2017, aproximadamente 11,97 milhões de m³, o que representa 2,97% de sua capacidade total. Isso resultou em severas etapas de regime de racionamento de água (Meneses *et al,* 2022). O colapso total só foi impedido pela implementação do Eixo Leste (Figura 3) do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco em caráter emergencial.



Sistema Adutor	Municípios atendidos
SACA	Boqueirão, Boa Vista, Cabaceiras, Cubati, Juazeirinho, Olivedos, Pedra Lavrada, São Vicente do Seridó e Soledade
SACG	Barra de Santana, Campina Grande, Caturité, Queimadas, Pocinhos e Puxinanã
SABR	Alagoa Nova, Areial, Lagoa Seca, Matinhas, Montadas e São Sebastião de Lagoa de Roça

Fig. 4 Municípios Abastecidos pelo Sistema Hídrico Poções-Epitácio Pessoa. Fonte: Projeto SIGMA (2024)

Em termos de população a usufruir das águas transpostas do rio São Francisco no seu Eixo Leste, dois grupos populacionais se destacam: (i) a população dos municípios abastecidos pelos reservatórios Poções e Camalaú; e (ii) a população da cidade de Campina Grande e região (Tabela 1). Neste sentido, alguns sistemas adutores estão em construção ou projetados para atender as regiões do Cariri, Brejo e do Agreste Paraibano. Ao todo, são cerca de 53 municípios (somando municípios que possuem toda ou parte de sua área na bacia de contribuição, ou que estão a jusante do reservatório e são atendidos pelo sistema) e uma população estimada a ser atendida pelo sistema de quase 700 mil habitantes (Figura 4). O município de Campina Grande – PB é o maior município abastecido por este sistema hídrico e, foi a situação de colapso hídrico nesta cidade de 419.379 habitantes (IBGE, 2022), o maior impulsionador da conclusão do eixo leste do PISF. Campina Grande exerce um grande papel de atração para as populações das cidades vizinhas, as quais em parte, trabalham ou estudam na mesma.

Tabela 1 População e área territorial dos municípios abastecidos pelo reservatório Epitácio Pessoa. Fonte: (IBGE, 2022)

Município	População (habitantes)	Área (km²)
Alagoa Nova	21.013	128,23
Areial	7.128	35,81
Barra de Santana	8.059	375,18
Boa Vista	6.377	468,93
Boqueirão	17.598	373,08
Cabaceiras	5.335	469,17
Campina Grande	419.379	591,66
Caturité	5.254	117,82
Cubati	7.580	163,57
Juazeirinho	17.007	474,61
Lagoa Seca	27.730	108,22
Matinhas	4.571	36,52
Montadas	5.812	31,79
Olivedos	3.580	314,62
Pedra Lavrada	6.859	335,61
Pocinhos	17.469	623,97
Puxinanã	14.277	71,12
Queimadas	47.658	402,75
São Sebastião de Lagoa de Roça	11.040	46,37
São Vicente do Seridó	10.291	262,75
Soledade	13.968	578,18
TOTAIS	677.985	6.009,96

3 ÁGUA, TERRITORIALIDADES E CLIMA

As discussões e reflexões aqui apresentadas estão em desenvolvimento no âmbito do Projeto SIGMA, ainda em desenvolvimento. O conceito de sistema hídrico tem sido entendido como um ambiente que envolve diferentes níveis e escalas de territorialidades e que, por isso precisa ser analisado de forma holística e abrangente no contexto de estudos de segurança hídrica. Duarte e Lopes (2021) justificam que a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento com perspectivas ao gerenciamento de forma globalizada e sistêmica. Neste sentido, planejar o desenvolvimento do território deveria considerar sempre

a(s) bacia(s) envolvidas, da mesma forma que, gerenciar bacias pode significar elaborar planos de bacias que impactam ou são impactados pelos diferentes usos que são dados ao mesmo território.

Esta visão proporciona alternativas de planejamento e manejo mais adequados aos preceitos da realidade, através da criação de mecanismos de comunicação entre os diversos seguimentos e, minimiza, principalmente, aqueles cuja função comprometem o:equilíbrio, a resiliência e a potência entrópica de uma região (Duarte e Lopes, 2022). Sendo assim, considera-se neste estudo que em um sistema hídrico como o estudado, há um espaço "produtor de água" e um espaço "consumidor" desta água produzida. De acordo com Brito e Marques (2019) esta perspectiva que coloca a bacia hidrográfica como um sistema produtor de água é uma tendência crescente. Da mesma forma, a relação das cidades com as áreas à montante dos pontos de captação de água começa a ficar cada vez mais estreita e suas vulnerabilidades mais evidentes, tais como as pressões climáticas e territoriais. A Figura 5 é um exemplo desta abordagem.

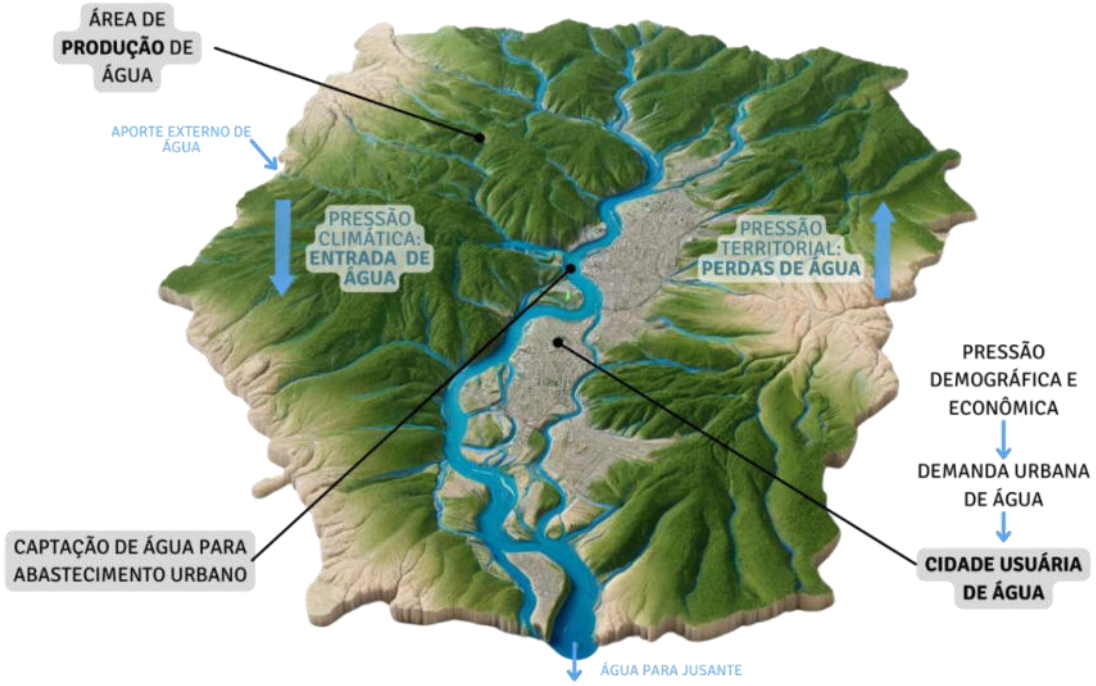


Fig. 5 Visão esquemática de uma Bacia Hidrográfica como "espaço de produção de água". Fonte: Adaptado de Brito e Marques (2019).

A Figura 5 apresentada acima, é um exemplo típico do *nexus* água-território-clima existente no que tange a gestão dos recursos hídricos e os serviços de gestão urbana. Muito comumente a bacia de contribuição do reservatório principal de um sistema hídrico abrange o território de alguns municípios que necessariamente não são os municípios abastecidos por este. Entretanto a descarga de efluentes, o uso de fertilizantes agrícolas e diversos outros usos múltiplos da água ao longo dos rios e nas cidades que compõem a bacia, afetam diretamente a qualidade e a quantidade da água dos municípios que são atendidos pelas adutoras. As mudanças climáticas, por sua vez, afetam a segurança hídrica de todo esse hidrossistema e, em última instância, da população residente, em sua grande maioria, nas zonas urbanas das cidades.

Uma vez considerado o *nexus* água-território-clima qualquer estudo de mudanças do uso do solo para subsidiar cenários de planejamento não poderá considerar apenas os impactos das mudanças na área da bacia (área que afetará diretamente a disponibilidade hídrica do sistema, espaço produtor da água), nem tão pouco pode ser um estudo isolado das mudanças e da alta dinamicidade das áreas urbanizadas (mudanças que afetam diretamente as demandas e a qualidade da água do sistema). Há uma conexão direta entre os problemas de gestão dos recursos hídricos na cidade e os problemas de gestão dos recursos hídricos na bacia.

4. ABORDAGEM INTEGRADORA E PARTICIPATIVA DAS RELAÇÕES ÁGUA, CLIMA E TERRITÓRIO

A abordagem integradora e participativa das relações entre água, clima e território visa enfrentar os desafios contemporâneos da gestão de recursos hídricos. Este enfoque permite uma compreensão das interações entre fatores naturais e antrópicos que afetam a segurança hídrica. A Figura 6 é uma síntese gráfica conceitual da abordagem integradora adotada neste estudo, explorando seus diferentes aspectos, territorialidades e papéis.



Fig. 6 *Nexus* Água-Clima- Território: ntegração entre cenarizações e modelagens

4.1. Cenários preditivos de mudança de uso do solo

Cenários preditivos de mudança de LULC são ferramentas essenciais para a compreensão das dinâmicas futuras das bacias hidrográficas e seus impactos sobre a segurança hídrica (Abbasi et al., 2022). A partir da análise de séries temporais de imagens e dados históricos, modelos baseados em autômatos celulares tem simulado possíveis alterações futuras na cobertura do solo (com base em tendências históricas observadas). Estas simulações permitem prever como diferentes fatores, como expansão urbana e mudanças na vegetação, podem afetar a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (Brito et al., 2021).

4.2. Modelagem hidrológica

A modelagem hidrológica avalia os impactos das mudanças no uso do solo e das variabilidades climáticas sobre os recursos hídricos (Praskievicz e Chang, 2009). Este trabalho faz uso do modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) acoplado a um Sistema de informação geográfica, o QGIS, gerando parâmetros característicos da bacia hidrográfica que permitem simulações detalhadas de cenários hidrológicos. Este processo inclui a calibração e validação do modelo com dados históricos de precipitação e vazão, possibilitando a análise de diferentes intervenções e suas consequências para a segurança hídrica (Tan et al., 2020). Neste estudo, as disponibilidades hídricas estimadas pelo modelo consideram dados de LULC passados (observados) e futuros (simulados). Entende-se que, se a tendência de mudanças observadas no território "produtor" de água se confirma, pode-se estimar de forma mais segura a disponibilidade futura em estudos de segurança hídrica.

4.3. Cenários de demanda hídrica dos diferentes usuários de água

A caracterização das demandas hídricas é frequentemente realizada através da análise das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos e de dados de consumo per capita (Avni e Shamir, 2015). Estas análises incluem tanto o uso urbano quanto o agrícola e industrial, considerando também os impactos das novas infraestruturas, como adutoras e sistemas de transposição. A projeção dessas demandas em cenários futuros ajuda a identificar possíveis conflitos e a planejar estratégias para garantir a disponibilidade de água para todos os usuários. Abordagens participativas tem sido utilizadas na coleta e levantamento destas informações além dos dados disponibilizados em bases de dados oficiais.

4.4 Cenários de mudança climática

A análise dos cenários de mudança climática envolve a utilização de modelos climáticos globais e regionais para prever como variações na temperatura e precipitação podem afetar os recursos hídricos. A partir da avaliação da destreza de modelos como CMIP6 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*), são selecionados aqueles que melhor representam as características climáticas da região (Seneviratne e Hauser, 2020). Estes dados alimentam a modelagem hidrológica, permitindo a simulação de impactos futuros e a avaliação da resiliência dos sistemas hídricos.

4.5. Modelagem integrada

A modelagem integrada combina os cenários de uso do solo, hidrológicos e climáticos para fornecer uma visão holística dos desafios e oportunidades para a gestão dos recursos hídricos (Ragab et al., 2012). Este tipo de abordagem permite a identificação de interações complexas entre os diferentes fatores e a avaliação de medidas de adaptação e mitigação. Através de uma análise integrada, os dados são visualizados e analisados de forma colaborativa, envolvendo pesquisadores, gestores e a comunidade, promovendo uma gestão participativa e mais eficiente dos recursos hídricos.

4.6. Análise de impactos e de capacidade adaptativa da população e exposição aos cenários de mudança

Estudos sobre impactos de eventos extremos e adaptação são cruciais para tomadores de decisão e formuladores de políticas associados aos diversos setores sensíveis ao clima (Landrum e Holland, 2020). Esta análise é realizada através de uma abordagem participativa com visitas nos municípios estudados para a aplicação de questionários com a população residente (Figura 7). O objetivo é obter informações acerca dos impactos da escassez hídrica peercebidos pela população. Além disso, realizar uma avaliação da capacidade adaptativa da população diante dos desafios da seca e das mudanças decorrentes da implementação do

PISF. Especialmente nos pequenos municípios, a insegurança hídrica ainda é alta e esta realidade permanece invisível aos sistemas de informações oficiais nacionais, uma vez que, apesar de existir a infraestrutura de abastecimento, o serviço muitas vezes não é efetivo por deficiências na infraestrutura de distribuição existente.



Fig. 7. Pesquisadores realizando coleta de dados com abordagens participativas

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem integradora desenvolvida até aqui neste estudo permite-nos afirmar que é possível desenvolver uma estrutura de avaliação da segurança hídrica em múltiplas escalas considerando as diferentes territorialidades e suas relações intrínsecas com água e clima. Entretanto a complexidade de um estudo com diferentes escalas, territórios, expertises e dados já aponta para algumas conclusões mesmo estando este trabalho ainda em fase de desenvolvimento.

Há que se entender de forma mais ampla as dinâmicas do território (produtor e consumidor de água) para que as variáveis explicativas de mudança a serem utilizadas nas simulações representem de forma mais adequada as mudanças observadas e permitam uma predição de cenários mais eficiente e confiável.

A percepção da (in)segurança hídrica da população é muitas vezes completamente diferente das informações modeladas em bases oficiais e, no caso deste sistema hídrico, esta insegurança está diretamente relacionada a problemas operacionais que não acontecem necessariamente apenas em períodos de escasssez do recurso hídrico. A mobilização comunitária através do engajamento da população pode incentivar os residentes a participar no monitoramento da qualidade e quantidade de água, aumentando a transparência e a eficácia das políticas de gestão hídrica. Espera-se que abordagem como estas, estimulem gestores e equipes interdisciplinares de planejamento urbano permitindo uma melhor gestão do território e um melhor entendimento do *nexus* água-clima-território.

6 REFERÊNCIAS

ABBASI, Alireza et al. Potential influence of climate and land-use changes on green water security in a semi-arid catchment. **Journal of Water and Climate Change**, v. 13, n. 1, p. 287-303, 2022.

Avni, N., Fishbain, B., & Shamir, U., 2015. Water consumption patterns as a basis for water demand modeling. **Water Resources Research**, 51, pp. 8165 - 8181. https://doi.org/10.1002/2014WR016662.

BRASIL. Lei N º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: Brasília, 1997.

Brito Possantti, I. and Marques, G. (2019) **Soluções baseadas na natureza para sistemas hídricos de cidades: conceituação e modelagem a nível de planejamento**. Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hidrícos. ABRH: Foz do Iguaçu. Available at: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5478 (Accessed: May 16, 2024).

Brito, Yáscara Maia Araújo de, Iana Alexandra Alves Rufino, Cybelle Frazão Costa Braga, and Kevin Mulligan (2021). "The Brazilian Drought Monitoring in a Multi-Annual Perspective." **Environmental Monitoring and Assessment** 193 (1): 1–14. https://doi.org/10.1007/S10661-020-08839-5/FIGURES/5.Brito, H.C., Rufino, I.A.A. & Djordjević, S. Cellular automata predictive model for man-made environment growth in a Brazilian semi-arid watershed. **Environmental Monitoring and Assessment** 193, 323 (2021). https://doi.org/10.1007/s10661-021-09108-9

Brito, Y.M.A., Rufino, I.A.A., Braga, C.F.C. Mulligan, Kevin. The Brazilian drought monitoring in a multi-annual perspective. **Environmental Monitoring and Assessment** 193, 31 (2021). https://doi.org/10.1007/s10661-020-08839-5

Cunha, Camylla Rebeca Melo da, Maria do Carmo Martins Sobral, and Maiara Gabrielle de Souza Melo. (2023). "Avanços e Desafios Do Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos no Modelo de Gestão no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF)." **Revista Foco** 16 (02): e1118. https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-179.

Dallabrida, V.R. (2020) "Patrimônio Territorial: abordagens teóricas e indicativos metodológicos para estudos territoriais," **Desenvolvimento em Questão**, 18(52), pp. 12–32. Available at: https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.52.12-32.

Fabbro Neto, F. and de Souza, M.P. (2017) "O planejamento integrado de bacia hidrográfica e uso do solo na Escócia," **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, 22(6), pp. 1215–1223. Available at: https://doi.org/10.1590/S1413-41522017155286.

Grande, M., Galvão, C., Miranda, L., and Rufino, I.: Environmental equity as a criterion for water management, **Proc. IAHS**, 364, 519–525, https://doi.org/10.5194/piahs-364-519-2014, 2014.

IBGE. Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama. Acesso em: 15 de maio de 2024.

Landrum, L.; Holland, M. M. Extremes become routine in an emerging new Arctic. Nature Climate Change, v. 10, n. 12, p. 1108-1115, 2020.

Marengo, J.A.; Cunha A.P, Soares, W.R., Torres R.R, Alves L.M, Brito, S. S. B., Cuartas, L. A., Leal, K., Ribeiro Neto, G., Alvalá, R.C. S., Magalhães A. R. (2019). Increase Risk of

Drought in the Semiarid Lands of Northeast Brazil Due to Regional Warming above 4 °C. In: Nobre, C., Marengo, J., Soares, W. (eds) **Climate Change Risks in Brazil**. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92881-4_7

Marques, G. Johnson, R., Oliveira P., Molejón C, Braga, C. (2021) "Os serviços de gestão de recursos hídricos," **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 19(1), pp. 1–0. Available at: https://doi.org/10.21168/REGA.V19E1.

Meneses, R. A., Andrade, R. M. Brito, H. C., Alves, P. R. A. and Rufino, I. A. A.(2022. "Operação de sistemas de abastecimento em épocas de crise hídrica: o caso de campina grande (2012-2017)." Anais do **XV SRHNe - Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste e 15º SILUSBA - Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa**. ABRH: Caruaru. Available at: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13986 (Accessed: May 17, 2024).

Pot, W. (2019) "Anticipating the Future in Urban Water Management: an Assessment of Municipal Investment Decisions," **Water Resources Management**, 33(4), pp. 1297–1313. Available at: https://doi.org/10.1007/s11269-019-2198-3.

Praskievicz, S., & Chang, H. (2009). A review of hydrological modelling of basin-scale climate change and urban development impacts. **Progress in Physical Geography**, 33, 650 - 671. https://doi.org/10.1177/0309133309348098

Projeto SIGMA (2024). Segurança Hídrica de Municípios Paraibanos: uma Modelagem Integrada da Variabilidade Climática e das Dinâmicas Naturais e Antrópicas. Relatório Parcial (não publicado). FAPESQ/UFCG/INPE: Campina Grande.

Ragab, R. et al. (2012). Water Resources Management Under Possible Future Climate and Land Use Changes: The Application of the Integrated Hydrological Modelling System, IHMS. In: Choukr-Allah, R., Ragab, R., Rodriguez-Clemente, R. (eds) **Integrated Water Resources Management in the Mediterranean Region.** Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4756-2_5

Rossi, J.B. *et al.* (2021) **Análise comparativa de secas no Brasil a partir de sensoriamento remoto**. Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hidrícos. ABRH: Belo Horizonte. Available at: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13192 (Accessed: May 16, 2024).

Rufino, I., Djordjevic S., Brito H, Alves P. (2021) "Multi-Temporal Built-Up Grids of Brazilian Cities: How Trends and Dynamic Modelling Could Help on Resilience Challenges?," **Sustainability**, Vol. 13, Page 748, 13(2), p. 748. Available at: https://doi.org/10.3390/SU13020748.

Seneviratne, S. I., & Hauser, M. (2020). Regional Climate Sensitivity of Climate Extremes in CMIP6 Versus CMIP5 Multimodel Ensembles. **Earth's Future**, 8(9). https://doi.org/10.1029/2019EF001474

Tan, M., Gassman, P., Yang, X., & Haywood, J. (2020). A review of SWAT applications, performance and future needs for simulation of hydro-climatic extremes. **Advances in Water Resources**, 143, 103662. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2020.103662

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TIPO DE REVESTIMENTO E DA IDADE DO PAVIMENTO NA MACROTEXTURA E NA MICROTEXTURA EM RODOVIAS NO DISTRITO FEDERAL

F. Zanchetta, G. R. Contreira, A. L. B. N. Cunha

RESUMO

A aderência pneu-pavimento pode ser obtida pelos ensaios de Pêndulo Britânico e Mancha de Areia. Foram avaliadas 6 rodovias no Distrito Federal/Brasil, sendo 3 tipos de revestimento, em duas idades, novo e antigo. Os ensaios foram realizados nas trilhas de roda interna e externa e no centro da faixa. Os resultados mostraram que os valores médios de macrotextura e microtextura foram superiores no centro da faixa em relação às trilhas de roda interna e externa, em todos os tipos de revestimento, na condição de idade novo. Nos pavimentos com revestimento antigo, a microtextura apresentou valores mais elevados no centro da faixa em relação às trilhas de roda interna e externa em todos os tipos de revestimento. Entretanto, na macrotextura, o valor foi superior no centro da faixa apenas no pavimento em Microrrevestimento à Frio. No CAUQ e no Rígido, os valores de macrotextura foram superiores na trilha de roda interna.

1 INTRODUÇÃO

A quantidade de pessoas e mercadorias que se movimentam por rodovias no século 21 é mais elevado do que nunca. Considerando a importância estratégica da infraestrutura de transportes para uma nação, torna-se necessário entender como as vias se comportam ao longo do tempo, especialmente em função dos diferentes materiais e tipos de revestimento utilizados em sua construção.

Em ambiente urbanos, de acordo com o Relatório Geral de 2018 do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2020), mais de 82% das distâncias percorridas dentro das cidades brasileiras são realizadas por meio de transportes dependentes das vias pavimentadas.

As vias pavimentadas podem ser avaliadas segundo seus aspectos funcionais, estruturais e de atrito. A aderência pneu-pavimento é um dos elementos mais importantes da infraestrutura de transportes para a segurança viária. Seus parâmetros podem ser avaliados em duas escalas: microtextura e macrotextura. As medidas de textura da superfície de pavimentos podem ser obtidas por diversos equipamentos, tais como Pêndulo Britânico e Mancha de Areia.

No Distrito Federal (DF), onde se localiza a capital do Brasil, Brasília, as rodovias urbanas possuem elevado volume de tráfego. Considerando as diversas classes funcionais das vias

que compõe o sistema viário do DF, as rodovias (Estradas Parque) têm as velocidades máximas permitidas mais elevadas, em geral, 80 km/h. Nessas condições, a gravidade de eventuais acidentes fica potencializada, o que justifica o estudo sobre as condições de atrito da superfície dos pavimentos.

A partir das considerações apresentadas, pode-se formular a seguinte questão da pesquisa: "Como os diferentes tipos de revestimentos das vias pavimentadas impactam as condições de atrito no contato pneu-pavimento ao longo do tempo?". Para responder a esta questão, este estudo tem como objetivo principal realizar estudos de macro e microtextura em diferentes tipos de revestimentos em seis rodovias do Distrito Federal, com os ensaios de Pêndulo Britânico e Mancha de Areia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Todos os anos, 1,25 milhão de pessoas morrem e cerca de 50 milhões ficam feridas em acidentes de trânsito, tornando-o uma das emergências de saúde mais urgentes de nosso tempo. A segurança no trânsito é uma prioridade acima de tudo nas políticas de transporte dos países desenvolvidos. A segurança no trânsito deve ser entendida como um fenômeno abrangente, que envolve muitos fatores contributivos e pode incluir uma ampla gama de medidas preventivas (D'Apuzzo et al., 2020).

Ao projetar a camada de revestimento de um pavimento, os engenheiros devem buscar equilibrar vários parâmetros, incluindo capacidade de carga, durabilidade, qualidade de rolamento, custos de construção e manutenção, segurança e ruído do tráfego. O atrito adequado do pavimento é de suma importância para reduzir o número de colisões, especialmente em pavimentos molhados. O atrito do pavimento é principalmente uma função da textura da superfície, que inclui tanto a microtextura quanto a macrotextura (Kowalski et al., 2009).

De acordo com Najafi et al. (2015), muitos fatores podem afetar o atrito pneu-pavimento, tais como características da superfície do pavimento (macro e microtextura), propriedades do material e temperatura, parâmetros operacionais do veículo (velocidade de deslizamento e manobras durante a condução), propriedades do pneu (área de contato, desenho da banda de rodagem, pressão de enchimento, composição da borracha e temperatura), e o ambiente (clima, temperatura, chuva, neve, gelo, contaminação). Conforme Song et al. (2006), ao longo dos anos, vários organismos rodoviários encontraram questões relacionadas à qualidade do agregado em relação ao atrito e resistência à derrapagem do pavimento.

Os dados de atrito podem ser utilizados no desenvolvimento de programas de Gerência de Atrito de Pavimentos (PMF, do inglês Pavement Friction Management). PFM inclui práticas de engenharia e coleta periódica de dados para garantir um nível adequado de atrito na superfície de rolamento. Isso pode ser alcançado por meio do uso de técnicas apropriadas de projeto, construção e manutenção de pavimentos (FHWA, 2010).

As medições de atrito são normalmente coletadas como parte do programa estadual de redução de acidentes em pavimentos molhados em áreas com alta taxa de acidentes de veículos. Isso significa que a coleta de dados é realizada principalmente no nível de projeto em áreas específicas. As estatísticas mostram que 55,4% das agências coletam dados apenas em nível de projeto. Somente 33,9% das agências coletam dados em nível de rede (Flintsch and McGhee, 2009).). No Brasil, ainda é raro que haja avaliações rotineiras (em nível de

rede) visando a implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), sob qualquer aspecto, funcional ou de atrito.

Em estudo realizado por Goulias e Awoke (2018), foi apresentada uma nova abordagem que relaciona o atrito do pavimento com as propriedades dos materiais e das camadas de misturas asfálticas. O estudo utilizou modelagem com equações estruturais (SEM, do inglês, Structural Equation Modelling), cujo poder de predição para a variável dependente é superior às abordagens com correlação/colinearidade. Como resultados, foi possível identificar a interdependência entre variáveis da mistura e dos materiais das misturas asfálticas à quente, elencar uma elevada quantidade de variáveis independentes em relação ao número de observações (poucas observações), e que os resultados podem ser replicados e escalonados em qualquer outro local com pavimentos e materiais similares.

Enquanto os engenheiros rodoviários não conseguem controlar a resposta humana às condições da rodovia, eles podem controlar as propriedades da superfície do pavimento para ajudar a reduzir a probabilidade de acidentes relacionados à derrapagem. A textura e a porosidade do revestimento do pavimento ajudam a fornecer um caminho para drenar a água abaixo do pneu, com redução do risco de hidroplanagem. Textura e porosidade também afetam o potencial de respingos e spray de água em condição de pista molhada, o que pode impactar negativamente a visibilidade (Lyon et al., 2016).

No Brasil, os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos. O pavimento flexível sofre deformação elástica elevada sob a carga aplicada, distribuindo a carga de forma aproximadamente equivalente entre as camadas (DNIT, 2006). O pavimento rígido trabalha essencialmente à tração, apoiado em uma camada de transição, a sub-base. Segundo Medina (1997), quando há uma base cimentada sob o revestimento asfáltico, o pavimento é denominado semirrígido. Em relação à análise granulométrica, os materiais empregados em pavimentos flexíveis constituem o produto denominado concreto asfáltico, composto por agregados graúdos, agregados miúdos, material de enchimento (fíler) e ligante asfáltico. O concreto asfáltico pode variar em função dos agregados, conforme a Figura 1.



Fig. 1 Corpos-de-prova de misturas asfálticas. Fonte: Bernucci *et al.*, 2010

Da mesma forma, a faixa granulométrica dos pavimentos rígidos é controlada para garantir a correta aderência pneu-pavimento. Conforme o Manual de Pavimentos Rígidos (DNIT, 2005), os agregados destinados à produção de concreto de cimento Portland para pavimentação devem atender a condições especiais, diferentes daquelas aplicadas a concretos de edificações, pontes e outras estruturas. Isso se deve à necessidade de que o concreto de pavimentação tenha maior resistência à tração, menores variações volumétricas, menor suscetibilidade à fissuração, resistência à fadiga e alta durabilidade contra ações ambientais e abrasivas do tráfego.

O ensaio de macrotextura é o Mancha de Areia, o qual segue a ASTM E 965-96 (2006), e o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006). Os valores do ensaio e a textura associada estão apresentados na Tabela 1, sendo aceitáveis valores entre 0,6 mm e 1,2 mm. O ensaio de microtextura pelo método do Pêndulo Britânico, conforme cita DNIT (2006), segue a ASTM E 303-93, sendo 55 o valor mínimo do Valor de Resistência à Derrapagem (VRD). Detalhes da classificação da superfície do pavimento em função do VRD estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 Valores de mancha de areia. Fonte: DNIT, 2006

PROFUNDIDADE MÉDIA	TEXTURA SUPERFICIAL
HS < 0,20 mm	muito fina ou muito fechada
0,20 mm < HS < 0,40 mm	fina ou fechada
0,40 mm < HS < 0,80 mm	média
0,80 mm < HS < 1,20 mm	grosseira ou aberta
HS > 1,20 mm	muito grosseira ou aberta
Limites Sugeridos: 0,60 mm < HS < 1,20 mm	

Tabela 2 Valores de resistência à derrapagem. Fonte: DNIT, 2006

FAIXAS DE AVALIAÇÃO DAS CLASSES DE RESITÊNCIA À DERRAPAGEM - FONTE: MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
CLASSES	**VRD**
1 - Perigosa	< 25
2 - Muito lisa	25 - 31
3 - Lisa	32 - 39
4 - Insuficientemente rugosa	40 - 46
5 - Medianamente rugosa	47 - 54
6 - Rugosa	55 - 75
7 - Muito rugosa	> 75
Limites Sugeridos: VRD ≥ 55	

Os resultados dos ensaios de macro e microtextura podem ser combinados para o cálculo do Índice Internacional de Atrito (IFI, do inglês, International Friction Index). Esse índice foi desenvolvido a partir de uma experiência internacional, conduzida em 1992, sob a responsabilidade do Comitê de Características de Superfície da PIARC (Permanent

International Association of Road Congress, atualmente denominada de World Road Association) ou AIPCR (Association International Permanente des Congrèss de la Route).

Atualmente, este índice está normatizado pela ASTM E 1960-98 Standard Practice for Calculating Internacional Friction Index of a Pavement Surface. Além disso, em DNIT (2006) há recomendações de faixas aceitáveis de IFI, tendo como valor mínimo 0,22 para rodovias novas. Na Tabela 3 estão os valores de IFI.

Tabela 3 Valores de IFI. Fonte: DNIT, 2006

VALORES DO IFI		
VALORES	MÍNIMO	MÁXIMO
PÉSSIMO	< 0,06	
RUIM	0,06	0,12
REGULAR	0,13	0,16
BOM	0,2	0,3
ÓTIMO	> 0,30	

3 LOCAIS DOS ENSAIOS

Foram realizados os ensaios Mancha de Areia e Pêndulo Britânico em 6 rodovias urbanas no Distrito Federal, sendo 3 tipos de revestimentos e duas idades distintas. As rodovias avaliadas possuem revestimento em Concreto Asfáltico Usinado à Quente (CAUQ), Microrrevestimento à Frio (MRF) e concreto com cimento Portland (Rígido).

Cada tipo de revestimento foi analisado em duas idades diferentes, “Novo” e “Antigo”. "Novo" é aquele com até 2 anos. Pavimento com idade superior a 2 anos foi considerado "Antigo". A frequência de coleta de dados foi de 3 estações a cada 1 km de extensão da rodovia, em média. Em cada estação de análise os dados foram coletados na trilha de roda interna, na trilha de roda externa e no centro da faixa. Sempre se optou por avaliar a faixa com volume de tráfego mais intenso. As rodovias avaliadas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 Vias avaliadas. Fonte: Os autores

nº de ordem	rodovia	ponto de referência	tipo de estrutura	tipo de revestimento	classificação quanto à idade	nº de pontos analisados
1	DF-001	Sobradinho	flexível	concreto asfáltico	novo	13
2	DF-430	Brazlândia	flexível	concreto asfáltico	antigo	14
3	DF-002	Eixão Norte	flexível	microrrevestimento	novo	12
4	DF-047	BRT Aeroporto	rígido	placa de concreto simples com cimento portland	novo	8
5	DF-003	BRT gama	rígido	placa de concreto simples com cimento portland	antigo	11
6	DF-047	Sentido Gama	flexível	microrrevestimento	antigo	7

A posição das vias avaliadas neste trabalho pode ser observada na Figura 2. Vale destacar que a DF-047 aparece duas vezes, pois ela tem um trecho em pavimento rígido próximo ao

aeroporto, no início do BRT (Bus Rapid Transit), e outro trecho em microrrevestimento à frio.



Fig. 2 Localização das vias avaliadas. Fonte: Google Maps, adaptado

4 RESULTADOS

Os resultados deste estudo foram agrupados em função do tipo de revestimento, para que se verifique o desempenho da macro e microtextura ao longo do tempo. Nas rodovias com revestimento em Concreto Asfáltico, pode-se notar que em ambas as idades houve redução na macro e na microtextura, tanto nas trilhas de roda quanto no centro da faixa. Pode-se inferir que o tráfego causou o polimento da superfície do revestimento de forma homogênea, resultando em mais da metade dos pontos analisados serem reprovados na macro e na microtextura no pavimento antigo. Uma possível explicação está associada ao fato do agregado no Distrito Federal ser uma rocha de origem calcária, com elevada susceptibilidade ao polimento. Mais detalhes na Figura 3 e Figura 4.

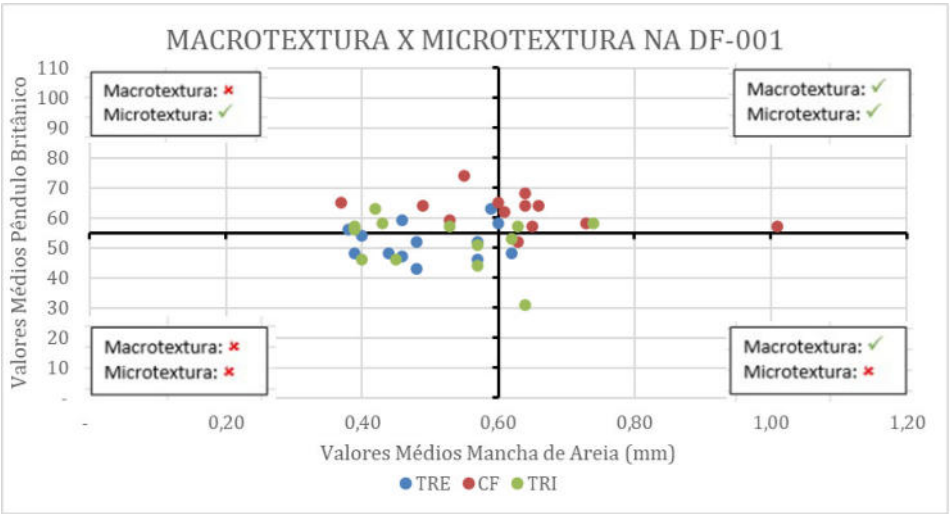


Fig. 3 Concreto Asfáltico Novo, DF-001. Fonte: Os autores.

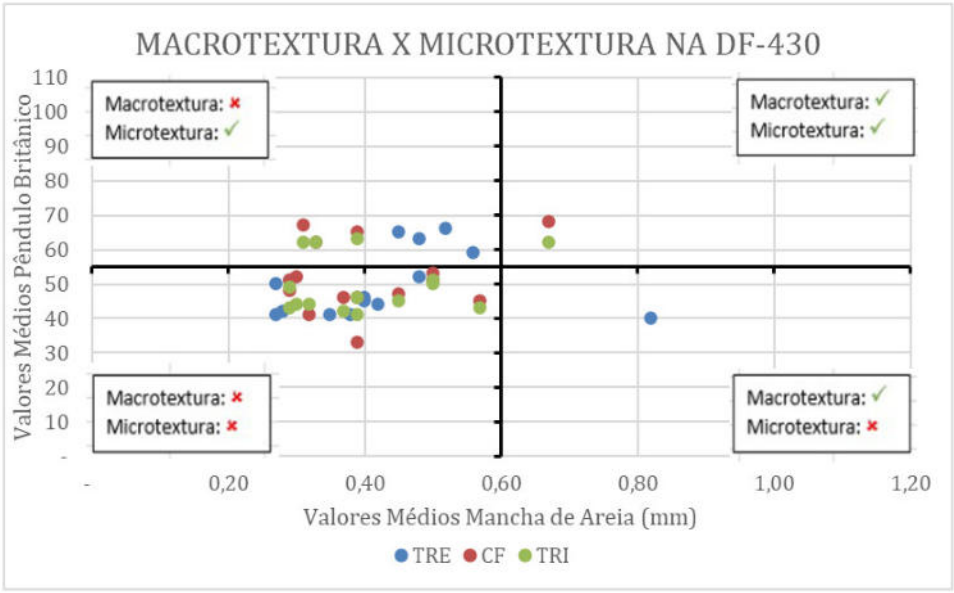


Fig. 4 Concreto Asfáltico Antigo, DF-430. Fonte: Os autores.

Na Figura 5 estão os valores de IFI para o CAUQ novo e antigo. Foi calculado o IFI médio para cada estação avaliada, considerando os valores das duas trilhas de roda e do centro da faixa. Pode-se notar que aproximadamente 20% das estações de CAUQ antigo ficaram acima do valor mínimo de 0,22. Para o CAUQ antigo, cerca de 50% das estações obtiveram IFI igual ou superior à 0,22, o que corrobora o efeito do tráfego na redução do atrito.

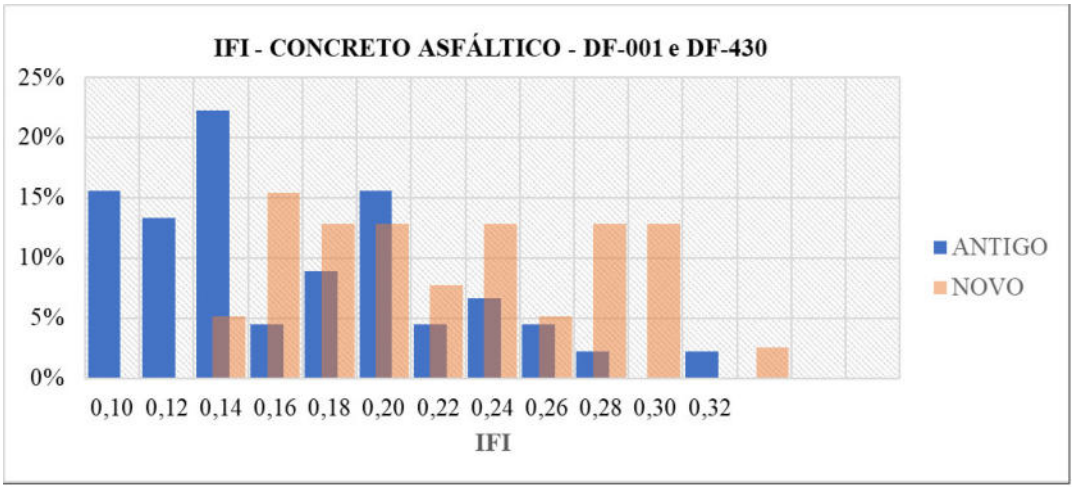


Fig. 5 Valores de IFI para Concreto Asfáltico. Fonte: Os autores.

Em relação ao microrrevestimento, pelo exposto nas Figura 6 e Figura 7, pode-se notar que todos os valores na posição centro da faixa, na idade novo, estão aprovados na macro e na microtextura e, nas trilhas de roda interna e externa quase todos reprovaram na microtextura. Na idade antigo, tanto os pontos no centro da faixa, quanto na trilha de roda perceberam diminuição na macrotextura, o que também pode ser explicado pela fragilidade do agregado calcário em resistir ao polimento imposto pelo tráfego. Em relação ao IFI, conforme Figura 8, aproximadamente 70% das estações tiveram valor superior à 0,22 na idade novo, e cerca de 45% na idade antigo. Isso evidencia que, em termos de atrito, o revestimento em Microrrevestimento é mais adequado do que o CAUQ, especialmente considerando-se que

no Brasil é mais comum aplicar CAUQ de granulometria fechada e agregado com diâmetro máximo reduzido (usualmente, o centro da Faixa granulométrica “C” do DNIT).

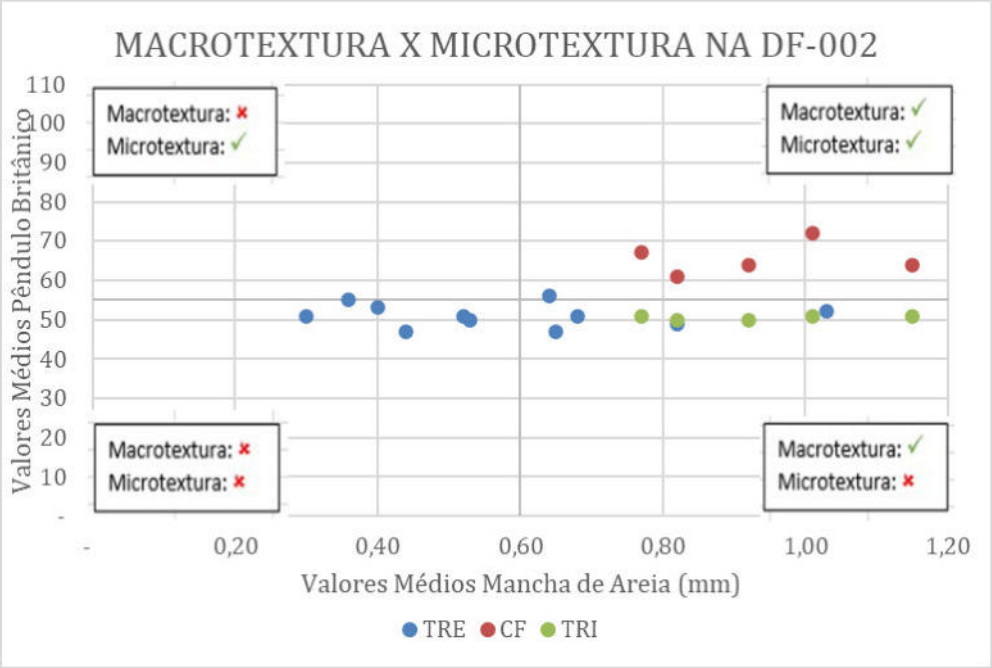


Fig. 6 Microrrevestimento Novo, DF-002. Fonte: Os autores.

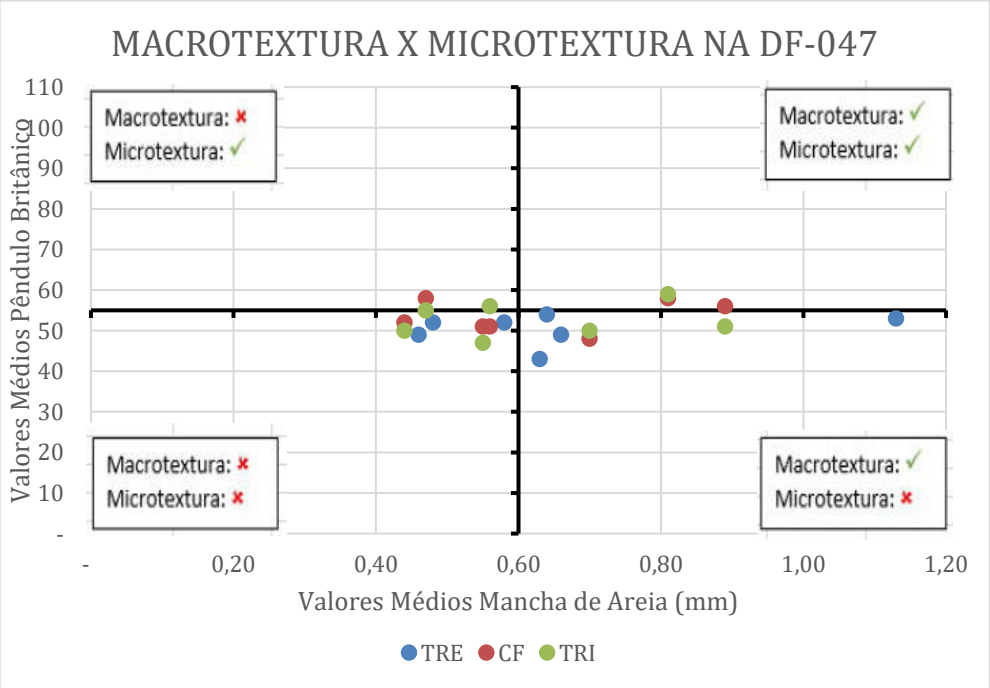


Fig. 7 Microrrevestimento Antigo, DF-047. Fonte: Os autores.

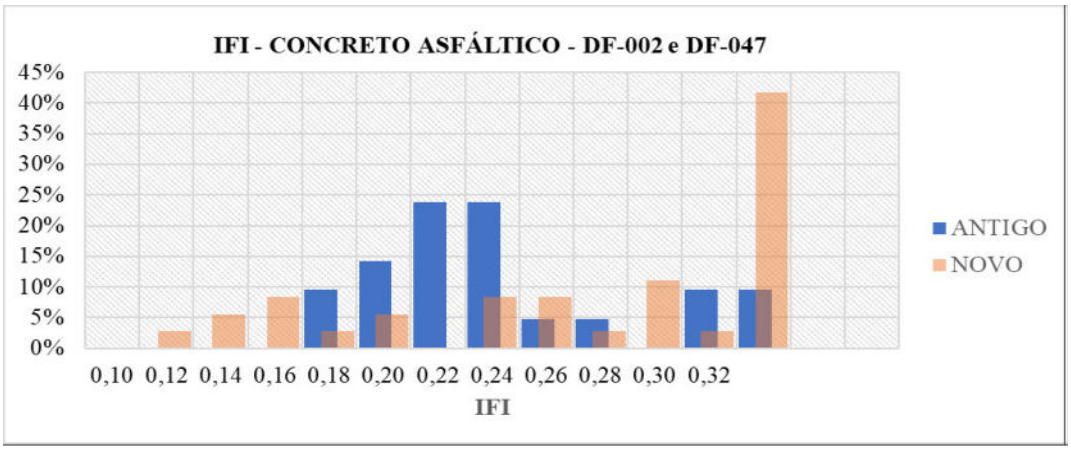


Fig. 8 Valores de IFI para Microrrevestimento. Fonte: Os autores.

Ao analisar os resultados do pavimento rígido, este foi o mais impactado pelo efeito do tráfego. No pavimento rígido de idade novo, quase todas as estações avaliadas ficaram acima dos valores mínimos de macro e microtextura. De forma surpreendente, o pavimento rígido antigo apresentou uma elevada redução da macrotextura, pois todas as estações foram reprovadas neste quesito. Os detalhes estão apresentados nas Figura 9 e Figura 10.

Quanto ao IFI, conforme a Figura 11, quase 95% das estações de pavimento rígido novo apresentaram valor acima do mínimo, que é 0,22. Assim como notado na macro e microtextura, o IFI para o pavimento rígido antigo sofreu redução de estações acima do valor mínimo, chegando a cerca de 45% de estações acima do valor mínimo. Uma vez mais pode-se notar o efeito do tráfego na redução das condições de atrito. Entretanto, nesse caso, o tipo de aglutinante, hidráulico, apresentou a diferença mais elevada entre os pavimentos de idade novo e antigo.

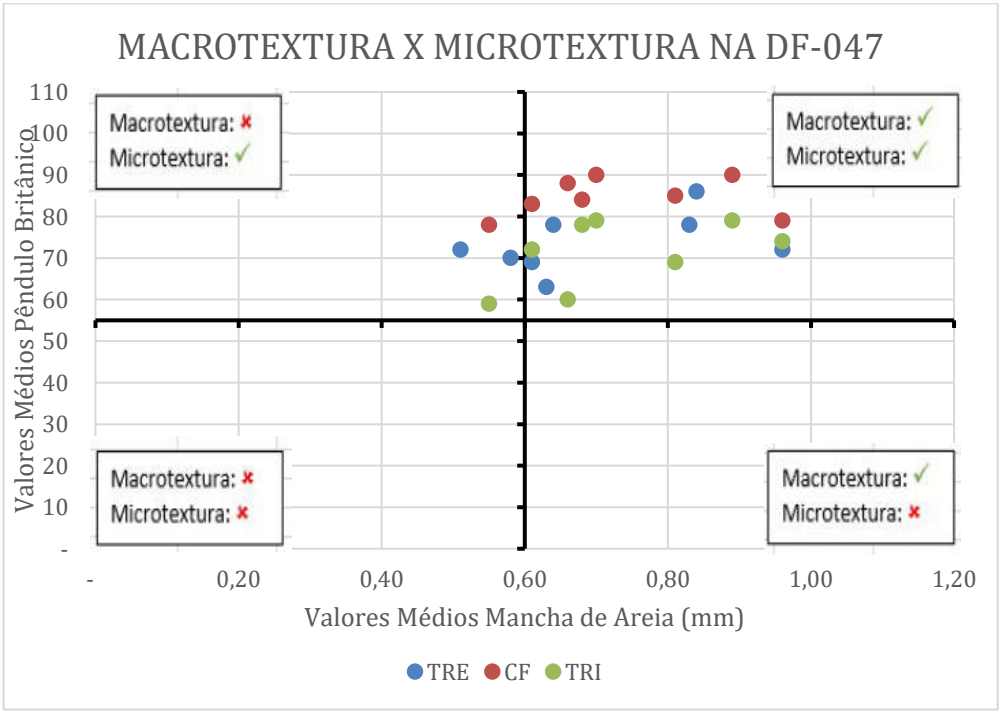


Fig. 9 Rígido Novo, DF-047. Fonte: Os autores.

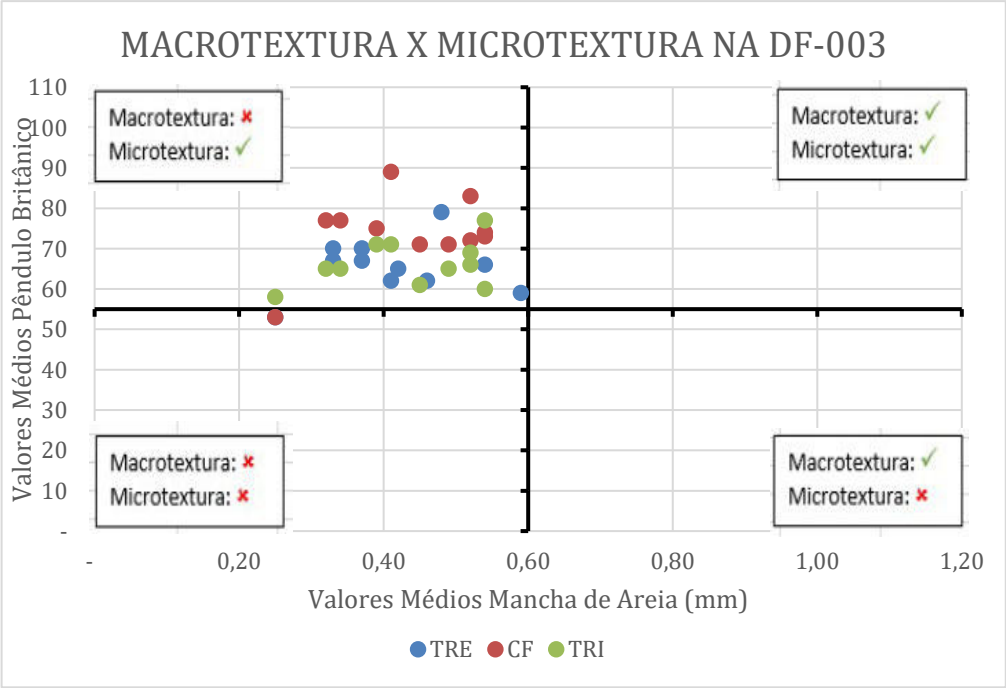


Fig. 10 Rígido Antigo, DF-003. Fonte: Os autores.

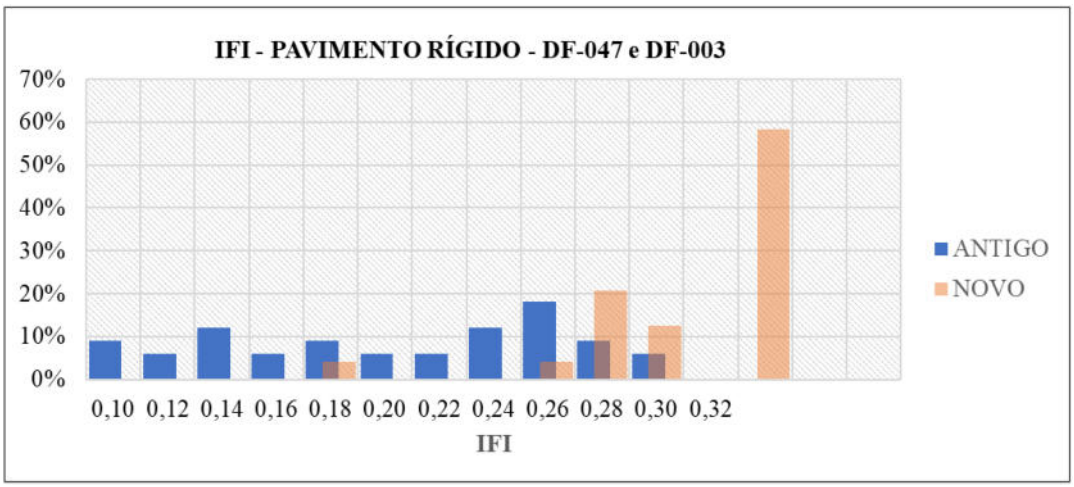


Fig. 11 Valores de IFI para Microrrevestimento. Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÕES

Este artigo faz parte de uma pesquisa mais ampla. É um estudo piloto para implementação e uso continuado de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) para rodovias no Distrito Federal/Brasil. Foram avaliados aspectos de atrito em seis rodovias, com diferentes tipos de revestimento e idades. Foram realizados ensaios de macro e microtextura e calculado o IFI. Em cada estação, avaliaram-se as trilhas de roda interna e externa, e o centro da faixa, sempre na faixa mais solicitada pelo tráfego.

Com base nos resultados, destacam-se que o pavimento rígido apresentou o impacto mais intenso em termos de redução de atrito. O pavimento rígido novo teve todas as estações avaliadas (nas duas trilhas de roda e no centro da faixa) aprovadas em relação à microtextura,

e quase todas aprovadas na macrotextura. Entretanto, o pavimento rígido antigo teve quase todas as estações avaliadas reprovadas na macrotextura, mas manteve todas as estações aprovadas na microtextura (exceto uma única medida, o centro de faixa de uma estação). Isso evidencia um polimento dos agregados mais intenso no pavimento rígido do que nos pavimentos de revestimento asfáltico.

Como conclusão geral, os três tipos de revestimento avaliados neste trabalho, CAUQ, Microrrevestimento e Rígido, tiveram redução do atrito por efeito do tráfego/tempo. Nos revestimentos com ligante asfáltico houve equilíbrio na redução da macro e da microtextura, assim como na redução do IFI, mas no pavimento rígido, houve perda quase total da macrotextura. Pode-se inferir que o tipo de ligante (asfáltico ou hidráulico/cimento Portland) podem influenciar a taxa de redução do atrito no contato pneu-pavimento, comprometendo a segurança dos usuários.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP/DF) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro para esta pesquisa, e ao Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER/DF), pela participação ativa neste projeto.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTP – Associação Nacional de Transporte Público (2020). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público** - SIMOB/ANTP. Relatório Geral 2018.

ASTM - American Society for Testing and Materials E 303-1993 (Reaproved 1998 e 2003) – **Standard Test Method for Measuring Surface Friction Properties Using the British Pendulum Tester.**

ASTM - American Society for Testing and Materials E 965-1996 – **Standard Test Method for Measuring Macrotexture Deph Using a Volumetric Technique.**

ASTM - American Society for Testing and Materials E 1960-98 ***Standard Practice for Calculating Internacional Friction Index of a Pavement Surface.***

Bernucci, L. B., Motta, L. M. G., Ceratti, J. A. P., Soares, J. B. (2010) **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Petrobras. Abeda. Rio de Janeiro.

Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2005). **Manual de Pavimentos Rígidos**, Publicação IPR-714, 2ª. ed., Rio de Janeiro, 234p.

Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, Publicação IPR-720, 2ª. ed., Rio de Janeiro, 310p.

D'Apuzzo, M., Evangelisti, A., Nicolosi, V. (2020) An exploratory step for a general unified approach to labelling of road surface and tyre wet friction. **Accident Analysis and Prevention,** ELSEVIER.

FHWA, 2010. Federal Highway Administration, 2010 [online]. Disponível em http://www.fhwa.dot.gov/pavement/t504038.cfm. **Technical Advisory T5040-38**, Pavement Friction Management, 17 de junho de 2010. Acessado em 15/05/2024.

Flintsch, G.W. and McGhee, K.K., 2009. NCHRP synthesis 401:quality management of pavement condition data collection. Washington, DC: **Transportation Research Board**, National Research Council.

Goulias, D., G. e Awoke, G. (2018) Novel approach to pavement friction analysis with advanced statistical methods using structural equation modelling. **International Journal of Pavement Engineering.** Taylor & Francis.

Kowalski, K. J., McDaniel, R., Shah, A., e Olek, J. (2009) Long-Term Monitoring of Noise and Friction Properties of Three Pavements. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, No. 2127, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2009, pp. 12–19.

Lyon, C., Persaud, B., e Merritt, D. (2016) Quantifying the safety effects of pavement friction improvements – results from a large-scale study. **International Journal of Pavement Engineering.** Taylor & Francis.

Medina, J. (1997) **Mecânica dos Pavimentos**. Editora UFRJ. Rio de Janeiro.

Najafi, S., Flintsch, G. W., e Medina, A. (2015) Linking roadway crashes and tire–pavement friction: a case study, **International Journal of Pavement Engineering**. Taylor & Francis, London.

Song, W., Chen, X., Smith, T. E., e Hedfi, A. (2006). Investigation of hot mix asphalt surfaced pavements skid resistance in Maryland state highway network system. **Transportation Research Board: 87th Annual Meeting Compendium**. Washington, DC.

ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE VIAS URBANAS NO BRASIL

F. Zanchetta, C. A. B. Pires, J. L. Fernandes Júnior

RESUMO

As vias urbanas pavimentadas brasileiras carecem de manutenções programadas para que a vida útil prevista no projeto seja atingida. O processo de tomada de decisão pode ser melhorado com a implantação e uso continuado de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Nesta pesquisa foi avaliada uma amostra de 70 segmentos de pista no município de Valparaíso de Goiás/Brasil. Foram aplicados os métodos da matriz de valores fixos proposto por Zanchetta (2017) e o método da Escala Visual proposto por Hartgen (1982). Os valores médios do Índice de Condição do Pavimento (ICP) foram similares em ambos os métodos. As indicações de M&R também foram similares para os segmentos em condições péssima, ruim e regular, mas com diferenças nos segmentos em condição boa ou ótima. Foi realizado teste de hipótese t de *Student,* e foi rejeitada a hipótese nula que considerava haver igualdade nos valores de ICP entre os métodos.

1 INTRODUÇÃO

As cidades têm um papel essencial ao promover a intensa circulação de bens, serviços, cultura e conhecimento entre seus habitantes. No entanto, esse intercâmbio só ocorre plenamente quando existem condições de mobilidade adequadas para todos os cidadãos. Nesse contexto, a mobilidade refere-se à capacidade de atender às necessidades da sociedade, possibilitando que as pessoas se desloquem livremente e realizem suas atividades conforme desejado (BRASIL, 2006).

Segundo o Relatório Geral de 2018 do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2020), mais de 82% das distâncias percorridas dentro das cidades brasileiras são realizadas por meio de transportes dependentes das vias pavimentadas. Dentre esses, os ônibus correspondem a 45%, os carros a 31% e as motos a 6%. Em contrapartida, o transporte por trilhos, bicicleta e a pé totalizam 18%.

Conforme Lima (2007), nos municípios brasileiros, a conservação das vias pavimentadas geralmente envolve apenas atividades como operações tapa-buracos e recapeamentos, com questionável eficiência técnica e econômica. Para otimizar a tomada de decisão, a implantação e o uso continuado de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) é a melhor alternativa. Essas vias representam um valioso ativo da sociedade e componente essencial do sistema de transportes. Quando adequadamente mantidas, possibilitam custos de frete reduzido, viagens confortáveis, econômicas e seguras, com vantagens para toda

sociedade. Segundo Shahin (1994), os procedimentos para a gerência de pavimentos consistem nas seguintes atividades.

i. Definição da rede de pavimento;
ii. Avaliação da condição do pavimento;
iii. Previsão da condição futura do pavimento;
iv. Gerenciamento em nível de rede;
v. Gerenciamento em nível de projeto.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), juntamente com outras tecnologias de análise e gerenciamento de dados espaciais, são especialmente adequados para a interação, administração, coleta, seleção, análise e representação de dados, como os utilizados no Sistema de Gerência de Pavimentos (NCHRP, 2004). O SIG dinamiza diversos processos dos sistemas de gerência, uma vez que permite a representação da relação entre um extenso banco de dados e uma base cartográfica, facilitando a visualização dos segmentos analisados e a associação de dados com a mesma localização geográfica. (HANSEN, 2008).

No local deste trabalho, o inventário da rede já está em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas com aplicações em Transportes (SIG-T). A rede está dividida em Segmentos de Pista, com comprimentos e larguras, nome e código único de identificação (ID), local de início e final de cada segmento. Portanto, a próxima etapa para implantar um SGPU é a avaliação da condição atual das vias.

Com base no exposto, pode-se formular a seguinte questão da pesquisa: "qual o método de avaliação de vias urbanas é mais adequado para a realidade dos municípios brasileiros?" Para responder a esta inquietação, o objetivo deste artigo foi comparar os resultados obtidos a partir da avaliação funcional em uma amostra de vias urbanas do Município de Valparaíso de Goiás/Brasil, com dois métodos diferentes, visando fomentar a implantação de um SGPU em municípios brasileiros. Para a realização desta pesquisa, houve suporte financeiro do Governo Federal do Brasil, por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo número 439506/2018-2, Edital Universal.

2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS - SGPU

Historicamente, durante o *AASHO Road Test*, realizado nos Estados Unidos nas décadas de 1950 e 1960, com experimentos para monitorar a deterioração de diversas estruturas de pavimentos com comportamento flexível e rígido, foram desenvolvidos indicadores para avaliar a condição dos pavimentos, especialmente para a avaliação funcional dos pavimentos. Destacam-se o Valor de Serventia Atual (do inglês, *Present Serviceability Rating – PSR*) e o Índice de Serventia Atual (do inglês, *Present Serviceability Index – PSI*), avaliação subjetiva e objetiva dos pavimentos, respectivamente (Carey e Irick, 1960). Com base nesses indicadores, foram estabelecidos dois conceitos, Serventia e Desempenho dos pavimentos, e definidos métodos racionais para auxiliar a tomada de decisão por parte dos gestores dos organismos rodoviários, originando, assim, os conceitos que culminaram, mais tarde, na concepção dos Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP).

Segundo Amekudzi e Attoh-Okine (1997), após o *Road Test*, várias agências começaram a adotar os SGP devido aos esforços de entusiastas desse novo processo de tomada de decisão. Além disso, o governo dos Estados Unidos passou a requerer a implementação de um SGP como critério para acesso a recursos financeiros federais destinados à conservação da rede viária.

Entre 1975 e 1984, a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) realizou a Pesquisa de Inter-relacionamentos de Custos Rodoviários – PICR, por meio de um convênio entre o Governo do Brasil e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Participaram deste projeto técnicos brasileiros do Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR e de outros nove países. Seus resultados serviram de base para a terceira versão do software *Highway Development Managment* – HDM-3 (Brasil - DNIT, 2011). Entretanto, poucos SGP ou SGPU foram implantados no Brasil desde então.

No Brasil, há normativos do Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes (DNIT) para a avaliação subjetiva, similar ao *PSR*, com uma nota subjetiva entre 0 e 5, atribuída por um painel de avaliadores, conforme a DNIT 009/2003 – PRO. A avaliação objetiva é com base na DNIT 006/2003 – PRO, cujo indicador se chama Índice de Gravidade Global (IGG), com a identificação de defeitos na superfície do pavimento. Entretanto, é um método desenvolvido para rodovias rurais, e a avaliação se baseia em amostras de cada segmento. Ainda é necessário o desenvolvimento de um método mais adequado para avaliar vias urbanas, e que considere toda a área do segmento de pista, e não apenas uma parte dele.

Segundo Haas *et al*. (1994), a condição da infraestrutura viária pode deteriorar-se devido a diversos fatores, como a ausência de um sistema de gerenciamento, planejamento financeiro de longo prazo (por parte do governo), falta de capacidade de reação à deterioração do sistema viário e deficiência de conhecimento técnico para embasar as decisões relacionadas às atividades de manutenção e reabilitação. O papel de um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Urbanos (SGPU) é aprimorar a eficiência da tomada de decisões, permitindo a retroalimentação dos dados, estabelecendo prazos e prioridades para as ações de forma a manter as vias em sua melhor condição possível, ao menor custo.

Conforme apresentado por Fontenele *et al.* (2018), em nações como o Brasil, onde os recursos para infraestrutura são limitados e há urgência em garantir a manutenção dos pavimentos, destaca-se a importância de adotar um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP). Essa iniciativa busca otimizar a alocação dos recursos disponíveis e alcançar a melhor relação custo-benefício possível.

O SGPU é uma ferramenta de suporte à tomada de decisão para a administração pública. Está relacionado ao controle da qualidade, manutenção e análise de dados das vias em uma região específica, visando determinar a alocação mais eficiente dos recursos públicos disponíveis. O SGPU também oferece orientações sobre a melhor atividade de M&R e o momento mais apropriado para sua implementação. Conforme observado por Hartgen (1982), a razão primordial para a obtenção de informações periódicas, com adequadas precisão e acurácia, sobre a condição do pavimento, é que elas permitem tomar decisões mais bem fundamentadas em relação às políticas de investimento. Essas decisões desempenham um papel crucial no desenvolvimento de programas que proporcionem um serviço público mais eficaz em troca dos recursos investidos.

Um SGPU é organizado em nível de rede e projeto. Em nível de rede é realizado o cadastro inicial da malha viária, constituindo o "inventário da rede". Em seguida, a avaliação de campo das vias em termos funcionais, como uma triagem para escolha dos segmentos que necessitam de avaliação complementar, e a definição de uma lista de prioridades para compatibilizar o orçamento disponível com as necessidades. Isso inclui a determinação das atividades de manutenção e reabilitação, bem como a estimativa de custos e a elaboração de

orçamentos. Nesse nível, são identificados os segmentos prioritários da malha viária que demandam investimentos, visando maximizar o retorno econômico dos recursos públicos. Em nível de projeto, são abordados o dimensionamento com a definição dos principais parâmetros de projeto, construção, manutenção e reabilitação da estrutura, com informações técnicas detalhadas. Na Figura 1 estão ilustrados os procedimentos dos diferentes níveis de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos.

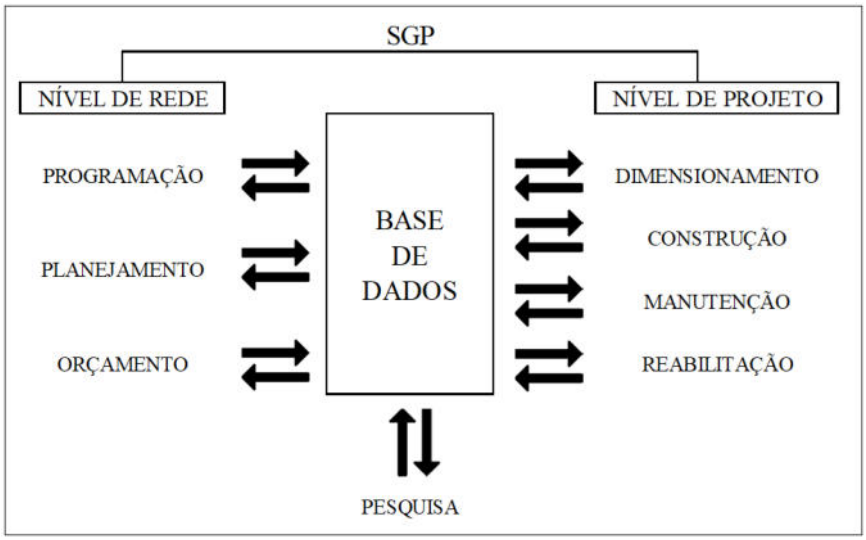


Fig. 1 Estrutura do Sistema de Gerência de Pavimentos. Fonte: Haas et al., 1994

É fundamental gerenciar os pavimentos, não apenas mantê-los. Como destacado por Shahim (1994), a gerência de pavimentos pode ser resumida na frase "invista agora ou pague muito mais depois". Essa ideia é ilustrada na Figura 2, onde cada unidade monetária não investida no momento apropriado pode resultar em custos que quadruplicam em um curto período.

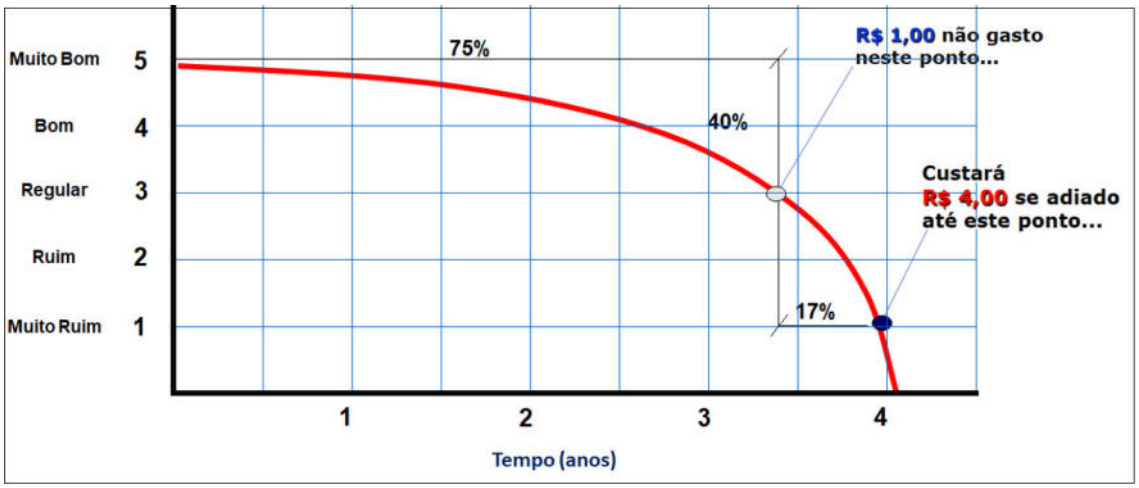


Fig. 2 Deterioração do pavimento e aumento de custos de M&R. Fonte: Shahim, 1994

Várias agências enfrentam restrições orçamentárias significativas. Meneses e Ferreira (2015) argumentam que é imprescindível buscar metodologias e tecnologias inovadoras e economicamente viáveis para o SGP (e SGPU) em nível de rede (SGPU) e em nível de projeto. Com base nesse entendimento, foi proposta uma ferramenta de auxílio à decisão

multi-objetivo (MODAT). Esta ferramenta tem como objetivo minimizar os custos de Manutenção e Reabilitação (M&R) e maximizar o valor residual dos pavimentos. O conceito foi testado utilizando um conjunto de dados fornecido pela maior concessionária de estradas de Portugal (Estradas de Portugal S.A.). O MODAT foi avaliado em quatro conjuntos de dados de rodovias, resultando em otimização bem-sucedida. Esses resultados têm potencial de aplicação em qualquer rodovia que apresente condições semelhantes, como qualidade do pavimento, estrutura do pavimento, fundação do pavimento, tráfego e clima.

Para determinar as atividades e estratégias adequadas, é essencial obter dados sobre a condição do pavimento. De acordo com Machado *et al*. (2005), a avaliação dos pavimentos deve considerar os interesses sociais e as necessidades dos usuários. É fundamental desenvolver índices específicos de defeitos que estejam relacionados aos problemas observados no pavimento em questão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O local do estudo foi o município de Valparaíso de Goiás/Brasil (Figura 3), membro da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal – RIDE/DF, fronteira com o Distrito Federal, com área de 61,88km² e população de mais de 198 mil habitantes, segundo o último censo (IBGE, 2022). Foram avaliados 70 segmentos de vias urbanas nos bairros Jardim Oriente, Novo Jardim Oriente e Morada Nobre (Figura 4), que possuem uso misto, residencial e comercial.

Os métodos utilizados para a avaliação de campo foram o método da matriz de valores fixos com 5 defeitos (Zanchetta, 2017) e o método da Escala Visual (Hartgen, 1982), descritos detalhadamente nesta seção. Ambos os métodos foram aplicados simultaneamente pela mesma avaliadora (aluna de Engenharia Civil, familiarizada com SGPU). Estes métodos foram aplicados por serem realizados de forma rápida e com base em critérios simplificados.



Fig. 3 Mapa da RIDE/DF e cidades limítrofes

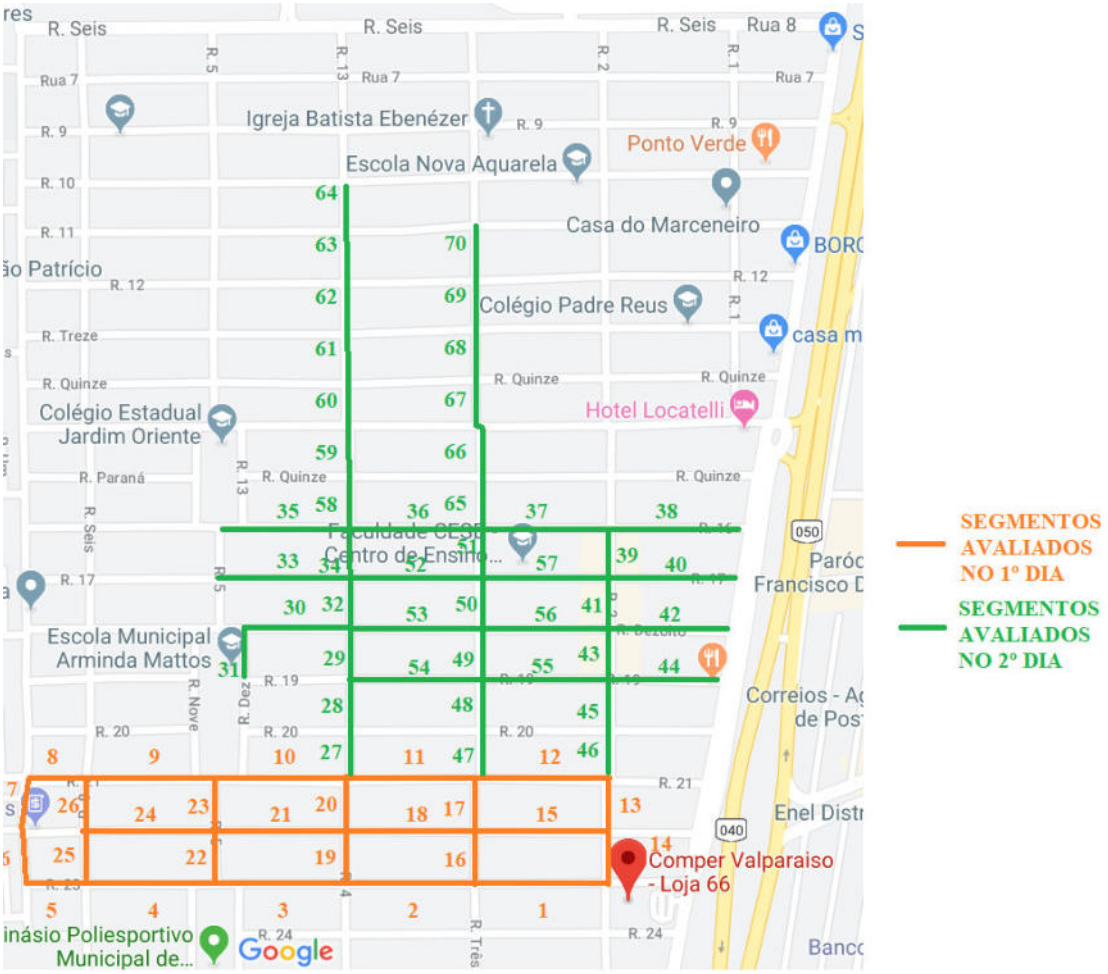


Fig. 4 – Segmentos de Pista avaliados. Fonte: Os autores

O método da matriz de valores fixos com 5 defeitos, resultado da tese de doutorado de Zanchetta (2017), foi desenvolvido a partir de estudo de caso realizado em São Carlos/Brasil, interior do estado de São Paulo. As avaliações em São Carlos seguiram o Manual de Identificação de Defeitos do *SHRP* (*Strategic Highway Research Program - SHRP/FHWA*, 2014), com a identificação de 15 tipos de defeitos em pavimentos asfálticos, e seus respectivos níveis de severidade e extensão.

A partir dos 5 defeitos mais frequentes encontrados nas avaliações no município de São Carlos, foram definidos aqueles que fariam parte do método da matriz de valores fixos. No Quadro 1 e Quadro 2 estão apresentados a matriz de valores fixos e um exemplo do formulário de avaliação em campo, já preenchido. Os níveis de severidade e extensão são definidos em B = Baixo, M = Médio, e A = Alto. O avaliador apenas identifica a combinação ou combinações de severidade e extensão de cada defeito e preenche a célula do formulário.

Quando um defeito tem a soma de pontos superior à 20 pontos a serem deduzidos, o valor máximo foi definido em 20 pontos. O valor final do Índice de Condição do Pavimento (ICP) é o resultado da subtração do valor inicial (100) menos o somatório dos pontos deduzidos de todos os defeitos encontrados no segmento de pista avaliado, similar ao método do *PCI* (*Pavement Condition Index*, *ASTM* 6433 – D, 2018)

		Severidade		
		B	M	A
Extensão	B	1	5	11
	M	5	11	15
	A	11	15	20

Quadro 1 Matriz de valores fixos para dedução. Fonte: Zanchetta, 2017

AVALIAÇÃO OBJETIVA DO PAVIMENTO								
DESGASTE			SEVERIDADE					
			B	M	A			
	EXTENSÃO	B						
		M	5	11				
		A				P.D. =	16	
REMENDOS			SEVERIDADE					
			B	M	A			
	EXTENSÃO	B	1					
		M	5					
		A				P.D. =	6	
TRINCAS POR FADIGA			SEVERIDADE					
			B	M	A			
	EXTENSÃO	B			11			
		M	5	11				
		A				P.D. =	20	
PANELAS			SEVERIDADE					
			B	M	A			
	EXTENSÃO	B						
		M						
		A				P.D. =	0	
DEFORMAÇÃO PERMANENTE			SEVERIDADE					
			B	M	A			
	EXTENSÃO	B						
		M		11				
		A				P.D. =	11	
SOMA DOS PONTOS DEDUZIDOS						∑ =	53	
VALOR FINAL DO ICP (100 - ∑)						ICP =	47	
Observações:								

Quadro 2 Formulário método 5 defeitos. Fonte: Zanchetta, 2017

O método da Escala Visual consiste em procedimentos usados pelo Departamento de Transporte do Estado de Nova Iorque para desenvolver escalas visuais para avaliar a condição do pavimento no estado de Nova Iorque. Segundo Hartgen *et al*. (1982), as escalas foram desenvolvidas usando uma técnica modificada chamada Q-sort, um método padrão em psicometria, que conecta a Psicologia às ciências exatas. O processo começou com o uso

de escalas verbais para descrever detalhadamente a condição do pavimento. Essas escalas, classificadas de um a dez conforme duas medidas de qualidade, foram revisadas e refinadas para criar um método mais rápido e eficiente.

Um trabalho desenvolvido com base no método de escala visual de Hartgen *et al*. (1982) foi o de Oliveira *et al*. (2013). Neste estudo, foi criada uma escala visual para avaliar a superfície de vias pavimentadas. Após a coleta e submissão de 57 fotos para classificação por um grupo de especialistas, a avaliação foi realizada nos municípios de Londrina/PR e São João da Boa Vista/SP. Mais tarde, Aramayo (2019) propôs a Escala Visual Ajustada, cuja pontuação foi equiparada ao método do PCI (ASTM 6433-D, 2018). As imagens de referência do método ajustado de Aramayo estão na Figura 5, com as respectivas especificações no Quadro 3.



Fig. 5 Escala Visual Adaptada para avaliação de vias urbanas. Fonte: Aramayo, 2019

Nota	Classificação	Características
80-100	Excelente	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
60-80	Boa	Alta qualidade de viagem; pequena/nenhuma redução da velocidade; pouca/média vibração do veículo e pequeno/nenhum desconforto na viagem.
40-60	Regular	Média qualidade de viagem; média redução da velocidade; média vibração do veículo e médio desconforto na viagem.
20-40	Ruim	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.
0-20	Péssima	Baixa qualidade de viagem; grande redução da velocidade; muita vibração do veículo e grande desconforto na viagem.

Quadro 3 Características da superfície relacionadas aos intervalos de escala adaptados de classificação. Fonte: Os autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no Quadro 4, em análise dos estados de condição associados aos segmentos de pista avaliados, pode-se observar que a quantidade de segmentos classificados em cada intervalo é semelhante nos dois métodos, com equivalência entre as categorias "Péssima" e "Ruim" e uma diferença de apenas um segmento na categoria "Regular".

Em relação às outras duas classificações possíveis, embora diferentes, a maioria dos segmentos está incluída nessas duas categorias superiores. Segundo o método proposto por Zanchetta (2017), 53 segmentos de pista foram classificados Bom ou Ótimo, enquanto na Escala Visual foram 52 segmentos.

Nota	Classificação	Zanchetta	Escala Visual
0-20	Péssima	0	0
20-40	Ruim	3	3
40-60	Regular	14	15
60-80	Boa	26	34
80-100	Ótima	27	18

Quadro 4 Comparação da avaliação entre os dois métodos. Fonte: Os autores

Considerando-se as sugestões de atividades de Manutenção e Reabilitação (M&R), pode-se observar, na Figura 6, que o método de 5 defeitos resultou em número igual de indicações de Reconstrução e Reforço Estrutural, e diferença mais acentuada nas indicações de Nada a Fazer e Manutenção Corretiva. Em caso de estimativa de necessidade orçamentária, o método da escala visual possivelmente resultaria em um valor mais elevado, pois houve mais indicações de MC e menos de NF do que no método de 5 defeitos.

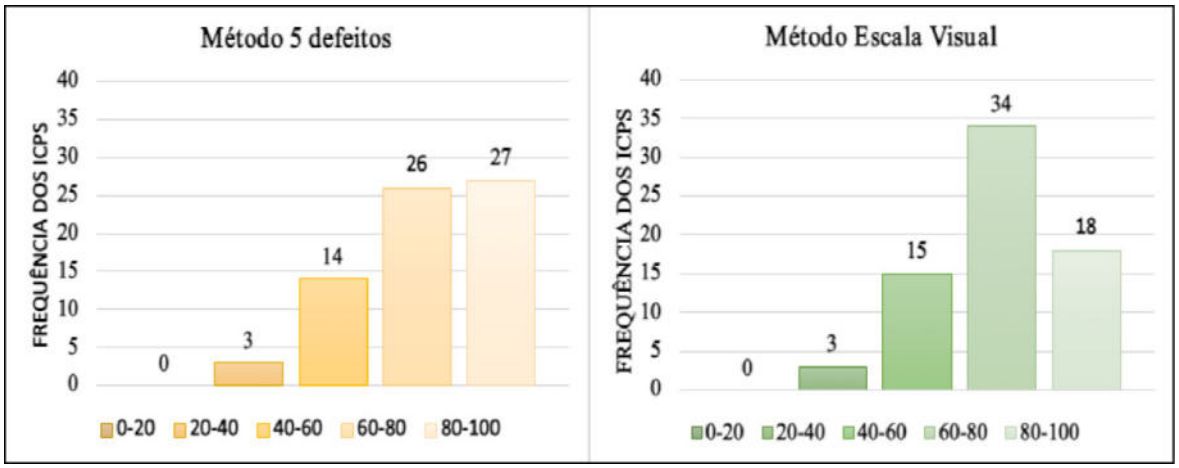


Fig 6 Comparação das indicações de M&R. Fonte: Os autores

A análise de correspondência numérica entre os valores de ICP revelou o valor do coeficiente de Pearson (R) igual a 0,046 e do Coeficiente de Determinação (R^2) igual a 0,8183. O coeficiente de correlação é usado para determinar a força da relação entre as duas variáveis. Assim, o coeficiente de correlação indica uma relação de 90,46% entre os resultados dos dois métodos aplicados, mostrando uma forte correlação entre eles. Mais detalhes estão apresentados na Figura 6.

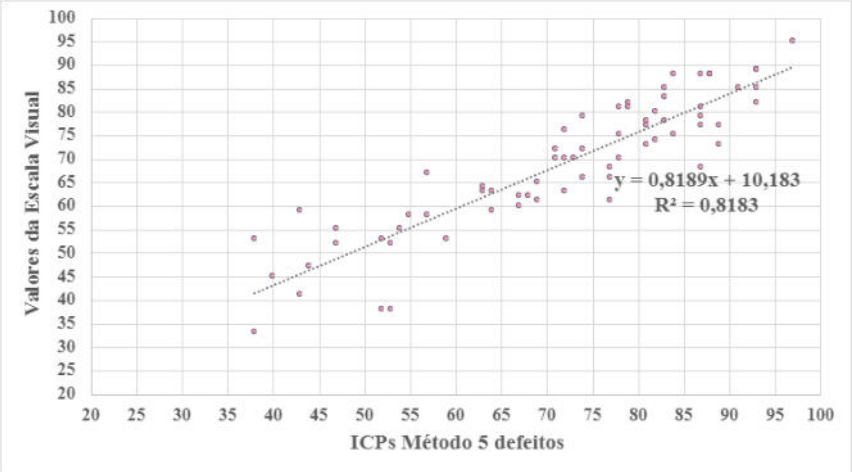


Fig. 6 Análise de correlação entre os métodos. Fonte: Os autores

Foi realizado teste hipótese, com a estatística t de *Student*, O nível de confiança foi de 95% e o de significância (α) 5%, com o grau de liberdade seguindo (n-1) e, para o presente caso, 69. Para se calcular o valor de t, foi utilizada a Equação 1.

$$t = \bar{d} - \mu_{do} / (Sd / \sqrt{n}) \quad (1)$$

Onde:
$\bar{d}$: média das diferenças para os dados amostrais emparelhados
d : diferença individual entre dois valores em um par combinado
μ_{d0} : média das diferenças d de todos os pares combinados sob a hipótese nula
Sd : desvio padrão das diferenças d para os pares combinados
n : número de pares combinados

Com auxílio de planilha eletrônica, foi calculada a estatística t, cujo valor foi de 3,6037. O valor crítico tabelado é de 1,9949 bi-caudal e 1,6672 uni-caudal. Assim, foi rejeitada e Hipótese Nula H_0, e aceita a hipótese alternativa, que há diferenças estatísticas entre os métodos.

5. CONCLUSÕES

Quando comparados os resultados, evidenciou-se que os valores de Índice de Condição do pavimento (ICP) foram equivalentes, com média de 72 no método de 5 defeitos e 69 na escala visual. As sugestões de Manutenção e reabilitação (M&R) foram equivalentes para os segmentos de pista em condição péssima, ruim e regula, mas com relevante diferença nos segmentos com condição boa e ótima, sendo que o método escala visual mostrou-se mais rigoroso, com menos segmentos na condição ótima.

O teste de hipótese com a estatística t de *Student*, com a comparação dos valores de ICP obtidos pelos dois métodos, resultou na rejeição da hipótese nula que considerava a igualdade entre as médias dos valores de ICP dos dois médias, sendo, portanto, aceita a hipótese alternativa, em que há diferenças estatisticamente significativas entre os métodos. Apesar da rejeição da hipótese nula, ambos os métodos mostraram ser eficientes, práticos e de fácil aprendizado, treinamento e aplicação. São uma alternativa viável para um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU).

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro para esta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amekudzi, A. A.; Attoh-Okine, N. O. (1997). Institutional Issues in Implementation of Pavement Management Systems by Local Agencies. **Transportation Research Record** 1524. TRB. National Research Council. Washington, D.C.

Aramayo, L. (2019) Escala Visual: Uma ferramenta para a avaliação da condição da superfície de pavimentos urbanos. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

ANTP – Associação Nacional de Transporte Público (2020). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público** - SIMOB/ANTP. Relatório Geral 2018.

ASTM - **American Society for Testing and Materials D 6433 (2018)**. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, Publicação IPR-720, 2ª. ed., Rio de Janeiro, 310p.

Brasil, DNIT 006 2003 PRO **Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes**. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

Brasil, DNIT 009 2003 PRO **Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes**. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2011). **Manual de Gerência de Pavimentos**, Publicação IPR-745, Rio de Janeiro, 189p.

Carey, W. N.; Irick, P. E. (1960). The Pavement Serviceability. Performance Concept. **Highway Research Board Bulletin 250**, p.40-58.

Haas, R.; Hudson, R. W.; Zaniewsk, J. (1994) **Modern Pavement Management**. Editora Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

Hansen, A. (2008). Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR.

Hartgen, D., Shufon, J., Parrella, F., & Koeppel, K. (1982) Visual Scales of Pavement Condition: Development, Validation and Use. **Transportation Research Record** nº 893, New York State Department of Transportation, New York.

Lima, J. P. (2007). Modelo de Decisão para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Meneses, S.; Ferreira, A. (2015). Flexible Pavement Maintenance Programming Consideing the Minimisation of Maintenance and Rehabilitation Costs and the Maximisation of the Residual Value of Pavement. **International Journal of Pavement Engineering**. Vol. 16, No. 7, 571-586. Taylor & Francis Group.

Oliveira, J. J. (2013). Experiência de Implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos em Cidade de Médio Porte – Estudo de Caso: Anápolis-GO. **Dissertação de Mestrado**, Universidade de São Paulo,

NCHRP (2004) **Guide for Mechanistic-Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures**. Submitted by ARA, Inc., ERES Division 505 West University Avenue Champaign, Illinois 61820.

Shahin, M. Y. (1994). **Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots**. Editora Chapman & Hall, New York, NY.

SHRP/FHWA (2014) Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies. **The Strategic Highway Research Program/Federal Highway Administration**, National Academy os Science, Washington, D.C.

Zanchetta, F. (2017) Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo. São Carlos, 234p.

O PROCESSO DE FINANCEIRIZAÇÃO DA MORADIA NA PERIFERIA DO CAPITALISMO: O CASO DO BRASIL PÓS-CRISE GLOBAL DE 2008 E O PROTAGONISMO DO PROGRAMA "MINHA CASA MINHA VIDA"

E. Meireles, G. S. Mello, C. M. P. de Castro

RESUMO

Com a globalização dos mercados habitacionais e das políticas econômicas, as cidades se tornaram inacessíveis para os de baixa renda e até para os de renda média. O mercado assumiu papel regulador nos preços e localização da moradia, enquanto o Estado perdeu importância na habitação social. Isso fortaleceu a visão da moradia como mercadoria, prejudicando os direitos humanos. Este estudo investigou a financeirização da moradia após a crise de 2008, especialmente o Programa "Minha Casa Minha Vida" no Brasil. Resultados revelaram que o programa inflacionou o mercado, dificultando a classe trabalhadora acessar o crédito para casa própria. O programa atraiu investimentos globais, transformando a moradia em ativo financeiro. O mercado imobiliário brasileiro supervalorizou-se em até 190%, limitando o acesso à habitação para trabalhadores de classe média e baixa.

1 INTRODUÇÃO

O fim do Banco Nacional da Habitação - BNH, deu origem a uma nova época no Brasil onde política nacional de habitação deixou de existir. Prova disso é que, entre 1986, ano da extinção do BNH, e 2003, ano da criação do Ministério das Cidades, o setor do Governo Federal responsável pela gestão da política habitacional esteve subordinado a sete ministérios ou estruturas administrativas diferentes, caracterizando descontinuidade e ausência de estratégia para enfrentar o problema (Bonduki, 2012, p.10).

A criação do Ministério das Cidades integrou um conjunto de importantes mudanças na política pública para a moradia e na estrutura governamental. Em 2000, por exemplo, a moradia constituiu-se como Direito Constitucional pela Emenda de nº 26. Além disso, em 2003, os princípios constitucionais (artigos 182 e 183) foram regulamentados pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/01) e formaram a base da política urbana e habitacional (Castro; Shimbo, 2011; Castro, 2013).

Assim, foram estabelecidos novos contornos para a intervenção pública na produção e consumo da moradia, instituindo-se a Política Nacional de Habitação (2004) e constituindo o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), cujos programas

direcionaram financiamentos à população de menor renda e, contavam com o Fundo Nacional de Habitação, sancionado pela Lei no 11.124 de 16 de junho de 2005, que entrou em vigor na data de sua publicação. Outra significativa mudança na política pública para moradia foi a instituição do Sistema Nacional de Habitação de Mercado (SNHM). O Estado brasileiro direcionou o financiamento e os subsídios às camadas de renda mais baixas. Segundo Maricato (2011), pela primeira vez, na história do Brasil, os subsídios foram direcionados ao financiamento da moradia social pelo Programa Minha Casa Minha Vida 1 e 2 (PMCMV).

Até, em 2008, ser apresentado pelo Ministério das Cidades, o PNH, com a finalidade de orientar as intervenções dos agentes públicos e privados em atender a demanda por habitação (2007 - 2023) para um total de mais de 30 milhões de domicílios. A oferta de novas moradias é sustentada pelos recursos canalizados pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), além de garantias oferecidas pelo Estado, como o Fundo Garantidor criado pela Lei n. 11.977/2009. Com isso, delineou uma escala de priorização para a demanda de até três salários-mínimos ao estabelecer uma política de subsídios diretos e inversamente proporcionais à renda.

Cabe ainda, destacar a trajetória desenvolvida para a moradia acessível às famílias de renda média baixa na última década. Nesse período, o mercado imobiliário residencial foi ampliado a partir da abertura do capital das empresas do setor, pela abundância do crédito e pela recuperação da renda familiar (Castro; Shimbo, 2011). Concretizava-se, com estas medidas, uma nova perspectiva para a intervenção pública na produção e no consumo da moradia no Brasil. Em 2009, o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Habitação, apresentou o PlanHab (Plano Nacional de Habitação), cuja ação compreendia o período entre 2007 e 2023. Os cenários previam a superação do déficit acumulado com atendimento para 7,9 milhões de unidades habitacionais e do déficit futuro, por meio da provisão de moradias, para 27 milhões de unidades, chegando a uma demanda global de aproximadamente 35 milhões de unidades.

Além dessas ações, as medidas macroeconômicas do Governo Lula delinearam um novo ciclo de crescimento econômico e a consolidação do processo de estabilização, possibilitando ganhos nos rendimentos dos estratos médios e baixos da população. O efeito multiplicador da renda refletiu-se na solvabilidade das famílias, no acesso aos bens de consumo e na realização do sonho da casa própria. Assiste-se à recuperação da renda, ou seja, o salário-mínimo teve aumento real de 73% sobre a taxa de inflação, calculada pelo INPC/IBGE entre janeiro de 2003 a março de 2010. Também houve redução da taxa de desocupação para 6,7%, em 2010, com a criação de novos postos de trabalho (Maricato, 2012, p.34 e 39). Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2011, entre 2009 e 2011, a média dos rendimentos vindos do trabalho de todos os brasileiros cresceu 8,3%, passando de R$ 1.242,00 para R$ 1.345,00 (IBGE e IPEA, 2012 apud Castro, 2013).

Nesse sentido teve-se como hipótese central para essas perguntas: O Programa Minha Casa Minha Vida foi criado em 2009 como uma política anticíclica, no entanto, vem produzindo acumulação e ganhos através de juros a diversos capitais financeirizados em detrimento do direito à cidade e à moradia adequada, previsto no Estatuto das Cidades no âmbito da Reforma Urbana.

Para tanto, torna-se imprescindível a necessidade de se produzir conhecimento aprofundado sobre a financeirização do PMCMV, em função de sua abrangência territorial e de diferenças entre regiões e localidades, no que concerne a seus aspectos históricos, sociais, culturais e políticos e principalmente econômicos. Também é preciso reconhecer como suas características demográficas e produtivas, e, por último, as estruturas fundiárias e urbanas, influem no processo. Sendo assim, demonstra-se a principal formulação desta pesquisa apresentada com a tese de que: O Estado Brasileiro, por meio dos fundos públicos e através do Programa "Minha Casa Minha Vida", injetou recursos no mercado imobiliário na ordem de bilhões de reais, permitindo que as incorporadoras, construtoras e empreiteiras se capitalizassem e, assim, atraíssem investimentos de ordem global, que possibilitaram a transição da "moradia" para um ativo financeiro global produzindo, assim, elementos semelhantes ao fenômeno da financeirização no Brasil pós crise de 2008.

2 A PRODUÇÃO HABITACIONAL

O Brasil apresenta um grande problema habitacional, em especial no que se refere aos conjuntos habitacionais de baixa renda. As questões da urbanização e da moradia são muito importantes quando se fala em provisão habitacional. Em um sentido amplo, deve-se levar em consideração o contexto de circulação de produto e de capitais envolvidos. O acesso à moradia está diretamente relacionado à renda. Assim, faz-se necessária uma redução do custo de forma a aumentar a disponibilidade do financiamento habitacional (Castro, 1999, p. 12).

Ainda de acordo com Castro (1999), a construção civil ainda segue modelos "arcaicos" se comparada a outras áreas mais desenvolvidas, o que representa um obstáculo à modernização. A terra urbana, por não ser reproduzível e por ser necessária à construção, é tópico principal em muitos debates no Brasil e no mundo. A propriedade privada e o valor elevado de moradia tornam-se grandes empecilhos ao trabalhador comum. Faz-se necessário, portanto, um elemento externo que acelere a produção.

Este ciclo de realização se encerra apenas quando se quita totalmente a dívida, mas não sem causar uma dívida, dados os limites dos salários (Castro, 1999, p.13). Em muitos países, a moradia é financiada grandemente pelo Estado e parte com capital privado, o que, muitas vezes, é visto como não competitivo. A volatilidade do capital torna as coisas mais difíceis ainda para as camadas mais pobres (Castro, 1999, p.13).

No Brasil, o Estado financia a construção civil por meio do Sistema Financeiro de Habitação (SFH). Na década de 1970, com as COHABs, e a partir de 2009, com o PMCMV (Programa Minha Casa, Minha Vida), as empresas requisitaram um aumento da produção por meio de inovações tecnológicas. Hoje, com a redução da crise, o Estado transferiu recursos públicos para o setor privado (Castro, 1999; Maricato, 2009).

Cada elemento da produção (mão-de-obra, terra, materiais) têm pesos e tendências diferentes (IBGE, 2012). Enquanto os materiais tendem a não subir muito, a moradia tende a acompanhar a mão-de-obra, que oscila de acordo com a região. O custo da terra é cada vez mais elevado, dada sua escassez, o que torna importante a discussão em torno deste tema. Todo empreendimento necessita de uma base espacial, mas apenas a construção imobiliária demanda um novo solo (Topalov, 1979, p.21). A propriedade privada do solo torna-se um novo obstáculo para os construtores, que precisam usar parte do capital para este fim. Por isso, é tão comum que novos conjuntos habitacionais busquem áreas fora da malha urbana,

pois tendem a ser mais baratos e a se valorizar. Há outro obstáculo, também: enquanto a construção industrial se utiliza de modelos pré-fabricados, a construção civil não obteve sucesso nestes moldes (Castro, 1999; Baravelli, 2014). No Brasil, este sistema vem ganhando força aos poucos.O PMCMV de fato tem sua contribuição para a redução do déficit, mas muitos trabalhadores acabam optando por uma solução pronta mesmo sem poder pagá-la ou mantê-la. Esses "bolsões" criados longe dos centros das cidades (após a jornada de trabalho) acabam isolando as pessoas, muitas vezes, em ambientes sem a necessária infraestrutura. A baixa renda acaba perpetuando esta condição.

Fato é que, na última década, o salário-mínimo ganhou força e maior poder de compra, e o trabalhador mais opções de financiamento (Royer, 2009; Shimbo, 2010). Porém, o financiamento público e a necessidade de lucro do capitalismo impedem que os preços se diminuam, o que acaba excluindo da habitação parte da população mais carente.

Mesmo que seja um elemento básico para o trabalhador, a habitação não tem seu preço diminuído, quando comparada a outros itens, pois a produção da indústria habitacional é menor. Torna-se, então, um gargalo para o capitalismo, pois "contraria a tendência à queda geral do valor da força de trabalho, principalmente se considerarmos o peso da habitação na cesta de consumo" (Ball, 1978 apud Maricato, 1983, p. 158).

A moradia é primordial para a vida do trabalhador, e tornou-se, também, indispensável para a reprodução de capital, como modo de acúmulo de renda. É mais lento neste caso e, portanto, de menor crescimento, mas com taxa de lucro superior, dada a velocidade de rotação do capital mais elevada, cuja parte fixa é reduzida (Castro, 1999).

Como a moradia é uma mercadoria, teoricamente, deveria valer a teoria marxista que diz que a extensão e a duração do trabalho extraem mais-valia. Porém, o monopólio sobre a terra urbana tende a aumentar os custos da construção, pois adiciona-se um sobrelucro do subsetor da construção civil. Maricato (2009) já tratou dessa questão em relação ao PMCMV, haja vista os milhões em subsídio. Mas a problemática fundiária ficou intocada, o que jogou nas alturas os preços dos imóveis e dificultou a circulação da mercadoria.

A circulação da moradia enquanto mercadoria pode durar tanto quanto a sua vida física. A anarquia da produção e os limites dos salários costumam gerar crises que, neste caso, têm amplitude maior, como se vê no PMCMV, que inflacionou o mercado de moradia no país (Castro, 1999; Shimbo, 2010; Penha Filho, 2015).

Percebe-se o ciclo produtivo da habitação aqui pois a valorização fica na média do lucro do ramo, depois de garantir rentabilidade superior à média de outros setores, dado que precisa remunerar todos os capitais envolvidos. Segundo Maricato (1983), na construção civil, elementos "improdutivos" também se apropriam de sobrelucros.

Apresentamos na Tabela 1 o número de unidades contratadas em cada ano. Observamos uma tendência de crescimento até o ano de 2013, em que houve um pico de unidades (aproximadamente 13 mil). Após esse período, houve uma queda no número até 2015. O ano com menor número, com exceção de 2019, foi 2009 (4,43%), ano de início do programa.

Dentre as habitações analisadas, temos que 61% foi destinada à pessoa física e 39% à pessoa jurídica, sendo que a faixa salarial com mais habitações foi a faixa 2, com mais da metade delas (55,19%), seguido das faixas 1 e 3, sendo minoria da faixa 1,5. Com relação à

modalidade, temos que a grande maioria corresponde a CCFGTS (78,12%), seguida por rural (10,75%), oferta pública (6,15%) e FAR (4.07%). Analisando a região das habitações, notamos que mais de 60% localizam-se nas regiões sudeste (33%) ou sul (28,5%), seguido de nordeste (23,6%). Nesse caso, a minoria é da região norte (5%).

O número médio de unidades contratadas foi de 62, com um desvio padrão de 157, sendo que o número máximo foi igual a 8896 unidades. Com relação às unidades entregues, temos uma quantidade média de 45,55, com desvio padrão 134,26, enquanto para unidades concluídas temos uma média de 51,98, com desvio padrão de 143,90. Observamos que o valor máximo de unidades entregues e concluídas foi de 6240 unidades.

Analisando o valor total, temos um valor médio de aproximadamente 5,18 milhões, com desvio padrão de 1,6 milhões. Temos ainda que a habitação com maior valor total foi igual a 2,4 bilhões.

Tabela 1 - Frequência por ano

Ano	N (%)
2009	3.984 (4,43%)
2010	8.428 (9,37%)
2011	7.302 (8,12%)
Ano	**N (%)**
2012	9.914 (11,02%)
2013	13.103 (14,57%)
2014	10.449 (11,62%)
2015	8.523 (9,48%)
2016	8.577 (9,54%)
2017	8.820 (9,81%)
2018	9.781 (10,88%)
2019	1.054 (1,17%)
Total	**89.935 (100,00%)**

Fonte: Secretária Nacional de Habitação

Na Tabela 2 são apresentadas as informações sobre número de unidades contratadas, valor total, unidades entregues e concluídas por ano. De modo geral, verificamos que o número médio de unidades contratadas apresenta tendência de queda ao longo do tempo. Nota-se que existe uma reversão na tendência a partir de 2016, sendo que nesse caso, dado que os números de 2019 são incompletos, não conseguimos afirmar se a tendência de crescimento se manterá. No total, observamos foram contratadas cerca de 5,5 milhões de unidades no período do estudo, com maior ano de contratação sendo em 2013 (912 mil unidades).

Tabela 2 - Descrição de UH contratadas, valor total, UH entregues e concluídas por ano

	Ano	N	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão	Soma
UH Contratadas	2009	3.984	1,00	71,86	10,00	2.380,00	133,20	286.305,00
	2010	8.428	1,00	85,29	30,00	3.511,00	160,46	718.823,00
	2011	7.302	1,00	65,59	11,00	5.384,00	171,85	478.952,00
	2012	9.914	1,00	79,64	24,00	6.240,00	198,96	789.550,00
	2013	13.103	1,00	69,63	19,00	8.896,00	212,67	912.407,00
	2014	10.449	1,00	54,46	12,00	3.885,00	146,70	569.091,00
	2015	8.523	1,00	47,18	9,00	3.384,00	118,94	402.153,00
	2016	8.577	1,00	45,30	9,00	3.325,00	114,13	388.551,00
	2017	8.820	1,00	56,02	12,00	3.862,00	120,86	494.085,00
	2018	9.781	1,00	53,89	14,00	3712,00	112,68	527.115,00
	2019	1.054	1,00	14,80	2,00	436,00	42,17	15.594,00
	Total	**89.935**	**1,00**	**62,07**	**15,00**	**8.896,00**	**157,02**	**5.582.626**
Valor Total (mi)	2009	3.984	0,01	3,90	0,64	207,20	7,92	15.554,99
	2010	8.421	0,00	4,70	0,75	267,67	10,66	39.555,04
	2011	7.302	0,00	4,39	0,51	316,29	12,93	32.034,16
	2012	9.914	0,00	4,98	0,90	405,60	13,98	49.415,06
	2013	13.103	0,00	4,81	0,85	578,24	15,82	62.994,01
	2014	10.449	0,00	4,23	0,64	451,91	12,93	44.243,30
	Ano	**N**	**Mínimo**	**Média**	**Mediana**	**Máximo**	**Desvio Padrão**	**Soma**
	2015	8.523	0,00	5,22	0,74	411,26	14,13	44.496,11
	2016	8.577	0,02	5,17	0,72	415,54	14,44	44.312,20
	2017	8.820	0,00	7,53	1,31	2.401,07	30,25	66.445,43
	2018	9.781	0,00	6,61	1,23	493,60	14,89	64.606,13
	2019	1.054	0,00	1,92	0,16	68,94	5,78	2.024,01
	Total	**89.928**	**0,00**	**5,18**	**0,80**	**2.401,07**	**16,08**	**465.680,44**
UH Entregues	2009	3.984	0,00	64,54	8,00	2.380,00	128,56	257.121,00
	2010	8.428	0,00	72,22	26,00	3.511,00	152,09	608.637,00
	2011	7.302	0,00	56,12	9,00	5.348,00	165,13	409.813,00
	2012	9.914	0,00	63,80	15,00	6.240,00	174,34	632.538,00
	2013	13.103	0,00	50,40	10,00	4.992,00	159,49	660.404,00
	2014	10.449	0,00	40,30	7,00	3.885,00	120,91	421.112,00
	2015	8.523	0,00	38,20	6,00	3.384,00	111,03	325.560,00
	2016	8.577	0,00	36,00	5,00	3.325,00	107,73	308.768,00
	2017	8.820	0,00	34,77	5,00	3.862,00	108,33	306.680,00
	2018	9.781	0,00	16,98	1,00	2.724,00	65,12	166.092,00
	2019	1.054	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	Total	**89.935**	**0,00**	**45,55**	**7,00**	**6.240,00**	**134,27**	**4.096.725**
UH Concluídas	2009	3.984	0,00	70,55	10,00	2.380,00	132,60	281.085,00
	2010	8.428	0,00	79,75	29,00	3.511,00	158,01	672.096,00
	2011	7.302	0,0	63,59	10,00	5.384,00	70,68	464.362,00
	2012	9.914	0,00	70,28	17,00	6.240,00	185,54	696.724,00
	2013	13.103	0,00	56,21	11,00	4.992,00	173,67	736.460,00
	2014	10.449	0,00	44,97	8,00	3.885,00	136,63	469.851,00
	2015	8.523	0,00	43,05	7,00	3.384,00	115,34	366.924,00
	2016	8.577	0,00	40,76	7,00	3.325,00	111,61	349.581,00
	2017	8.820	0,00	44,51	8,00	3.862,00	113,10	392.622,00
	2018	9.781	0,00	24,83	3,00	3.712,00	90,35	242.909,00
	2019	1.054	0,00	2,68	1,00	73,00	4,97	2.822,00
	Total	**89.935**	**0,00**	**51,99**	**9,00**	**6.240,00**	**143,91**	**4.675.436**

Fonte: Secretária Nacional de Habitação

Para o valor total, analisado em milhões, temos que ao longo do tempo o valor médio das unidades tem aumentado. O maior valor médio foi observado em 2017 (7,53 mi) e o menor em 2009 (3,9 mi). Destacamos uma grande diferença entre o valor médio e mediano. A mediana no período total do estudo é aproximadamente 800 mil, indicando que metade das unidades habitacionais tem valor total de até 800 mil. Além disso, temos que o valor total das unidades analisadas é de aproximadamente 465 bilhões.

O número médio de unidades entregues por ano reduziu-se para cerca de 25% entre 2009 e 2018. No início, o valor médio era de aproximadamente 65 unidades, enquanto no final foi igual a aproximadamente 17. Conforme observado nos dados, em 2019 nenhuma unidade foi entregue. O ano com maior valor de unidades entregue foi o ano de 2009 (máximo de 2380 unidades) e o valor total entregue no período é igual a cerca de 4 milhões de unidades.

Assim como observado no número médio de unidades entregues, temos que o número médio de unidades concluídas tem-se reduzido ao longo dos anos. O valor médio máximo foi observado em 2011, com 79 unidades concluídas, enquanto o mínimo, sem contar 2019, foi observado em 2018, cujo valor é igual a 24 unidades. No período total do estudo foram concluídas cerca de 4,6 milhões de unidades.

Tanto para o número de unidades concluídas quanto para entregues, temos que a média e mediana são bastante diferentes. O valor da mediana é relativamente menor, indicando que existe uma assimetria na distribuição dessas variáveis e que, possivelmente, existe valores altos que fazem com que a média fique aumentada.

Conforme observado nas análises anteriores, notamos que a média e mediana das variáveis numéricas do estudo são relativamente diferentes, indicando uma assimetria na distribuição dos dados e, possivelmente, presença de valores altos nessas medidas que fazem com que a média aumente. Sendo assim, realizamos um estudo da presença de observações atípicas nos dados. Uma observação atípica é caracterizada como aquela que se destoa das demais, tanto para mais quanto para menos. Nesse caso, sugerimos a avaliação de observações atípicas superiores às demais (valores altos) que, podem ser identificadas considerando-se a média e o desvio padrão das variáveis analisadas. Particularmente, consideramos como

atípica a observação que supera a média em 2 desvios padrão. Dessa forma, considerando as informações presentes na Tabela 7, indicamos como uma observação atípica aquela que superar os seguintes valores:

- UH contratadas: 376,11 unidades
- Valor total: 37,34 milhões
- UH entregues: 314,08 unidades
- UH concluídas: 339,80 unidades

A partir desses valores, analisamos todas as observações do estudo e marcamos como 'sim' caso a observação seja superior ao respectivo valor e como 'não' caso contrário. Por meio da Tabela 3, podemos notar que a frequência de observações atípicas para unidades contratadas, entregues e concluídas cai conforme os anos, sendo que a frequência máxima de observações acima dos limitantes são próximas de 6%. Por outro lado, o valor total apresenta comportamento inverso, ou seja, valores acima de 37 milhões tendem a aumentar com o tempo, com pico observado em 2017, em que 3,46% das unidades superaram esse valor. Essas análises são similares ao comportamento observado na análise descritiva.

Tabela 3 – Frequência de observações atípicas por ano

		UH Contratadas		Valor Total		UH Entregues		UH Concluídas	
		Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
2009	N	3.761	223	3.963	21	3.736	248	3.739	245
	%	94,40	5,60	99,47	0,53	93,78	6,22	93,85	6,15
2010	N	7.969	459	8.287	134	7.948	480	7.924	504
	%	94,55	5,45	98,41	1,59	94,30	5,70	94,02	5,98
2011	N	7.025	277	7.197	105	7.027	275	6.996	306
	%	96,21	3,79	98,56	1,44	96,23	3,77	95,81	4,19
2012	N	9.455	459	9.756	158	9.460	454	9.432	482
	%	95,37	4,63	98,41	1,59	95,42	4,58	95,14	4,86
2013	N	12.638	465	12.808	295	12.666	437	12.648	455
	%	96,45	3,55	97,75	2,25	96,66	3,34	96,53	3,47
2014	N	10.186	263	10.261	188	10.207	242	10.189	260
	%	97,48	2,52	98,20	1,80	97,68	2,32	97,51	2,49
2015	N	8.383	140	8.335	188	8.369	154	8.368	155
	%	98,36	1,64	97,79	2,21	98,19	1,81	98,18	1,82
2016	N	8.440	137	8.362	215	8.429	148	8.429	148
	%	98,40	1,60	97,49	2,51	98,27	1,73	98,27	1,73
2017	N	8.675	145	8.508	312	8.688	132	8.687	133
	%	98,36	1,64	96,46	3,54	98,50	1,50	98,49	1,51
2018	N	9.605	176	9.443	338	9.724	57	9.684	97
	%	98,20	1,80	96,54	3,46	99,42	0,58	99,01	0,99
2019	N	1.052	2	1.050	4	1.054	0	1.054	0
	%	99,81	0,19	99,62	0,38	100,00	0,00	100,00	0,00

Fonte: Secretária Nacional de Habitação

Quanto à análise por região, temos na Tabela 4, que o número médio de unidades contratadas nas regiões norte, nordeste, centro oeste e sudeste são relativamente próximos, variando entre 70 e 75, aproximadamente. Nesse caso, há um destaque para a região sul, cujo valor médio de unidades contratadas é igual a 40. A mediana é superior nas unidades norte, nordeste e sudeste e o valor máximo observado é da região sul. Analisando o valor médio total da unidade, temos que o valor aumenta da região sul (3,55 mi), para a região norte (4,55 mi), nordeste (4,87), centro oeste (6,16 mi), atingindo o pico na região sudeste (6,61 mi). Nesse caso, destacamos o valor máximo da região sudeste, cujo valor é de 2,4 bilhões. Assim como observado no número de unidades contratadas, notamos que o valor médio das unidades entregues e concluídas é próximo nas regiões norte, nordeste, centro oeste e sudeste, com valor relativamente inferior para a região sul.

Tabela 4 – Descrição de UH contratadas, valor total, UH entregues e concluídas por região

	Região	N	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Desvio Padrão	Soma
UH Contratadas	Norte	4.496	1,00	74,45	24,00	5.384,00	222,12	334.741,00
	Nordeste	21.231	1,00	70,99	21,00	5.000,00	178,58	1.507.286
	Centro Oeste	8.757	1,00	72,30	12,00	6.624,00	225,84	633.170,00
	Sudeste	29.751	1,00	69,83	19,00	8.896,00	144,00	2.077.656
	Sul	25.700	1,00	40,07	10,00	3.000,00	96,13	1.029.773
	Total	**89.935**	**1,00**	**62,07**	**15,00**	**8.896,00**	**157,02**	**5.582.626**
Valor Total (mi)	Norte	4.496	0,00	4,55	0,83	272,64	13,32	20.437,09
	Nordeste	21.226	0,00	4,87	0,85	508,41	14,73	103.463,82
	Centro Oeste	8.755	0,00	6,16	0,77	500,87	21,61	53.960,34
	Sudeste	29.751	0,00	6,61	1,23	2.401,07	19,28	196.672,31
	Sul	25.700	0,00	3,55	0,49	212,76	10,00	91.146,88
	Total	**89.928**	**0,00**	**5,18**	**0,80**	**2.401,07**	**16,08**	**465.680,44**
UH Entregues	Norte	4.496	0,00	48,26	4,00	5.348,00	187,31	216.993,00
	Nordeste	21.231	0,00	51,86	6,00	4.992,00	159,67	1.101.010
	Centro Oeste	8.757	0,00	53,73	5,00	6.240,00	192,26	470.485,00
	Sudeste	29.751	0,00	49,46	9,00	2.685,00	115,59	1.471.439
	Sul	25.700	0,00	32,56	8,00	2.089,00	87,09	836.798,00
	Total	**89.935**	**0,00**	**45,55**	**7,00**	**6.240,00**	**134,27**	**4.096.725**
UH Concluídas	Norte	4.496	0,00	58,59	6,00	5.384,00	211,69	263.403,00
	Nordeste	21.231	0,00	59,20	9,00	4.992,00	170,24	1.256.877
	Centro Oeste	8.757	0,00	61,64	8,00	6.240,00	198,69	539.801,00
	Sudeste	29.751	0,00	57,04	11,00	3.860,00	127,07	1.696.891
	Sul	25.700	0,00	35,74	9,00	2.089,00	90,40	918.464,00
	Total	**89.935**	**0,00**	**51,99**	**9,00**	**6.240,00**	**143,91**	**4.675.436**

Fonte: Secretária Nacional de Habitação

Este trabalho teve como preocupação central o enfoque econômico e social. Ressalta-se que, devido a um desconhecimento, por parte da população, das estruturas de produção da habitação no Brasil, aos últimos pacotes econômicos e a uma política anticíclica para produção de habitação em massa, a pesquisa realizada fundamentou-se na discussão sobre a questão da moradia, pois as experiências, tanto do passado quanto do presente em países da

América Latina (Chile, México, Brasil), tiveram êxito principalmente para o capital imobiliário.

As grandes desigualdades no Brasil ao longo de décadas geraram a situação paradoxal de um grande desenvolvimento industrial com concentração de renda e exclusão social. O fácil acesso a bens industriais modernos das últimas décadas, proporcionaram uma pequena distribuição de renda que modificou a vida de uma parte da população. No entanto, distribuição de renda não é suficiente para a justiça social, pois é importante distribuir cidade, ou seja, terra urbanizada servida de infraestrutura e com moradia adequada.

O que se notou ao longo desses anos de pesquisa – e aqui estamos em harmonia com os autores que discutem a cidade – é que, a rigor, a cidade se tornou o negócio do grande negócio. Não obstante a isso, a questão urbana, leia-se principalmente a questão fundiária imobiliária, foi deixada para segundo plano na agenda política, o que, na esteira de criação do Ministério das Cidades, parecia algo difícil de acontecer. No entanto, o Brasil não conseguiu equacionar a produção da moradia digna adequada e o seu acesso com a questão fundiária-imobiliária, e assim, grandes problemas surgiram, e o preço da moradia explodiu no mercado, bem como a apropriação de recursos públicos pelas empreiteiras principalmente após 2007.

A produção de moradias é complexa e tem características que a diferencia da produção de outras mercadorias de consumo privado. A produção em massa exige gastos contínuos em larga escala e com retorno a longo prazo, além de grandes áreas nos perímetros urbanos. A realização da moradia pode assumir formas variadas, com definições jurídicas particulares, decorrentes de seu alto valor que não pode ser deduzido dos salários e exige formas de financiamento. O Estado capitalista vem financiando, através de subsídios e apoio a cadeia produtiva da construção civil, bem como injetando dinheiro em empreiteiras e construtoras para que produção e o consumo de moradias continue, principalmente para as classes médias, como forma de intensificar a rotação dos capitais e garantir legitimidade (Castro, 1999).

No mercado, o critério de acesso à moradia é a capacidade de pagamento do consumidor. Os baixos salários no Brasil, conhecido e debatido como periferia do capitalismo global, por muitos autores, deprimem a capacidade de consumo dos que trabalham no mercado formal e os que trabalham informalmente não têm, inclusive, condições para a comprovação de renda. A classe trabalhadora particularmente, sofre as influências do custo da habitação sobre seus salários e a luta pela moradia tem sido um aspecto importante do seu cotidiano. O controle da produção, a forma de circulação da moradia e a eliminação dos intermediários, que oneram o processo de produção de moradia, são questões fundamentais para a classe trabalhadora e que nos últimos anos só aumentaram.

Após o lançamento do Programa "Minha Casa Minha Vida" vimos as cidades e a habitação serem tomadas de assalto pelo capital imobiliário, aos que estudam habitação, a perspectiva foi uma espécie de golpe fatal para a política urbana brasileira a injeção de 466 bilhões de reais aproximadamente ao longo de 10 anos criando uma espécie de exceção nas cidades.
O que se notou foram grandes empreiteiras, estimuladas pelo governo abrindo capital na bolsa e recebendo injeção de dinheiro de fundos de investimento globais, e empresas transnacionais. Nesse sentido muitos ainda fazem a crítica de que isso não é financeirização, no entanto ocorre que teorias sobre a financeirização foram concebidas sobretudo a partir da realidade das economias centrais do capitalismo mundial, e particularmente da experiência de alguns países específicos.

Nesse sentido, é importante refletir sobre a pertinência do uso desta categoria para se pensar processos econômicos na periferia do capitalismo. Ou seja, não vejo como prudente transpor mecanicamente categorias de análise, e aplicar como já escreveu Roberto Schwarz, ideias fora do lugar. Se refletirmos de que esta categoria traz elementos relevantes para se pensar as economias periféricas, quais seriam as especificidades da financeirização nesses contextos (Klink; Souza, 2017). Haveria traços distintivos do processo de financeirização observáveis em economias periféricas em geral, relacionados intrinsecamente à condição periférica? E como estas especificidades se manifestam no processo urbano?

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os contornos de financeirização que as cidades tem ganhado, em um contexto como o brasileiro, adquire características distintas que merecem análise. Após uma extensa investigação no âmbito da habitação e moradia, observa-se que o Brasil apresenta elementos que convergem com os processos de financeirização. Especificamente no domínio da moradia, tais elementos se manifestam de maneira marcante, notadamente pela participação de fundos de investimento globais e grandes empresas, aliada à reduzida intervenção estatal na produção desse bem, entre outras variáveis. Contudo, é imperativo ressaltar que a comparação direta entre a financeirização no Brasil e modelos já estabelecidos, como os dos Estados Unidos e da Europa, carece de fundamentação adequada, uma vez que tais países desempenham papéis centrais no sistema capitalista, e suas dinâmicas civilizacionais e níveis de desigualdade divergem significativamente do contexto brasileiro.

Nesse cenário, o mercado imobiliário brasileiro testemunhou uma supervalorização em certos casos, chegando a aproximadamente 190%, conforme dados do CBIC em 2019. Tal fenômeno tem impactos diretos na acessibilidade à moradia própria, restringindo-a ainda mais para trabalhadores assalariados pertencentes às camadas média e média baixa da sociedade. Restrições ao acesso pelos trabalhadores e acumulação de capital pelos incorporadores é algo que poderemos ver novamente caso a política habitacional brasileira com a reedição do Programa "Minha Casa Minha Vida" 2023 pode trazer se não ficarmos atentos e utilizarmos todo o conhecimento acumulado na última década em relação a provisão habitacional no Brasil.

5 REFERÊNCIAS

BARAVELLI, José E. **Trabalho e Tecnologia no programa MCMV**. (Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) São Paulo: FAUUSP, 2014.

BONDUKI, N. G. Os Pioneiros da Habitação no Brasil: Cem Anos de Política Pública na Brasil. 1. ed**. São Paulo**: Editora Unesp: Edições SESC, 2014. v.1.

CASTRO, C. M. P. A **Explosão do Autofinanciamento na Produção da Moradia em São Paulo nos Anos 90**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

CASTRO, C. M. P. de. **Papel da tecnologia na produção de habitação popular, estudo de caso**: conjunto habitacional José Bonifácio. São Carlos. 1986. 471p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

CASTRO, Carolina. M. P.; SHIMBO, Lucia Z. O "Padrão Econômico" da Habitação: construindo uma trajetória de mercado. In: **Anais do Encontro Nacional da ANPUR**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE, **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.censo2010.gov.br>. Acesso em: 09 mar. 2019.

KLINK, J.; SOUZA, M. B. (2017) Financeirização: Conceitos, experiências e a relevância para o campo do planejamento urbano brasileiro**. Caderno Metrópole**, 19(39).

MARICATO, E. (1984). **Indústria da construção e política habitacional**. Tese de Doutorado. São Paulo, FAUUSP.

MARICATO, E. O **"Minha Casa" é um avanço, mas segregação urbana fica intocada**. Carta Maior, Mai. 2009. Disponível em: <http://www.cartamaior.com.br>. Acesso em Jan. 2019.

MARICATO, E. **O "Minha Casa" é um avanço, mas segregação urbana fica intocada**. Carta Maior, Mai. 2009. Disponível em: <http://www.cartamaior.com.br>. Acesso em Jan. 2019.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Editora Vozes, 2012.

MARICATO, Erminia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

PENHA FILHO, C. A. **Contribuição para análise do Programa Minha Casa Minha Vida**: um estudo do programa em São José do Rio Preto – SP. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento econômico. Campinas – SP, 2015.

ROYER, L. O. **Financeirização da política habitacional**: limites e perspectivas. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009

SHIMBO, L. Z. **Habitação Social, Habitação de Mercado**: a confluência entre Estado, empresas construtoras e capital financeiro. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

TOPALOV, C. 1979. Análise do ciclo de reprodução do capital investido na produção da indústria da construção civil. In: FORTI, R. **Marxismo e urbanismo capitalista**. São Paulo: Ciências Humanas.

O DIREITO À MORADIA COMO PRECURSOR DO DIREITO À CIDADE: REFLEXÕES SOBRE O MODELO MORADIA PRIMEIRO E O COLETIVO ALUGUEL SOLIDÁRIO

R. G. Gonçalves, P. G. Gonçalves, R. S. Oliveira

RESUMO

O objetivo do presente artigo é discutir o direito à moradia como precursor da luta pelo direito à cidade, destacando o Modelo Moradia Primeiro e apresentando, como exemplo, o Coletivo Aluguel Solidário, em Belo Horizonte/MG/Brasil. Inicialmente, à luz da ideia de direito à cidade, apresenta-se uma reflexão sobre os conflitos relacionados à moradia no Brasil, utilizando-se dados do Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte. Em seguida, apresenta-se o modelo Moradia Primeiro, que acredita que o acesso à moradia precisa preceder qualquer outra questão relacionada às pessoas em situação de rua. Por fim, toma-se o exemplo do Aluguel Solidário, coletivo de financiamento voluntário de moradias para pessoas em situação de rua, que utiliza o modelo Moradia Primeiro. Pretende-se trazer à tona a complexidade que caracteriza o urbano e o direito à cidade, destacando o direito à moradia como o primeiro passo para a conquista de outros direitos.

1. INTRODUÇÃO

A questão urbana e a questão da moradia estão inseridas em um cenário de desigualdade social, segregação, injustiças urbanas e negação de direitos humanos fundamentais. Apesar do arcabouço institucional e legislativo, os problemas relacionados à habitação persistem, se avolumam e constituem o cotidiano das cidades brasileiras. A precariedade das condições de trabalho, os baixos salários, os altos valores dos aluguéis de imóveis, a especulação imobiliária, aliados às disfunções das políticas habitacionais do país, vêm colocando a autoconstrução e as ocupações urbanas como únicas alternativas para uma parcela expressiva da população, além de contribuírem com o alto número de pessoas em situação de rua.

De acordo com a FJP (2019)[1], o déficit habitacional no Brasil chega a quase 6 milhões de moradias. Em Belo Horizonte, o IBGE (2022)[2] revela mais de 108 mil domicílios não ocupados, o que equivalente a 20 vezes a população em situação de rua na capital mineira, estimada em 5,3 mil pessoas[3]. Os dados revelam uma contradição e levantam questões.

[1] https://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Deficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf. Acesso em: 26 de abril de 2024.
[2] https://blogfca.pucminas.br/colab/bh-tem-mais-imoveis-vazios-do-que-moradores-em-ocupacoes/. Acesso em: 13 de abril de 2024.
[3] De acordo com pesquisa realizada pela UFMG, encomendada pela Prefeitura de Belo Horizonte.

Apesar desse cenário, o montante usado para conter o déficit habitacional em 2012 foi de R$ 237,7 milhões, caindo para R$ 84,6 milhões em 2022, uma redução de 64%[4].

Ainda que estudos estatísticos forneçam informações precisas sobre a distribuição de equipamentos e serviços urbanos, sobre a alocação de recursos públicos, sobre o déficit habitacional, apresentando um quadro "objetivo" das desigualdades urbanas, há subjetividades cuja percepção exige uma aproximação dos conflitos. É o caso da realidade das pessoas em situação de rua. Excluídas das políticas habitacionais, vistas com preconceito por grande parte dos cidadãos, essas pessoas são silenciadas por sua condição de vida e pela dificuldade de se constituírem enquanto sujeitos coletivos de direitos. Entretanto, sua invisibilização escancara a disfunção do sistema.

Como pensar no direito à cidade sem resolver a questão da moradia? Diante da ineficácia das ações institucionalizadas relacionadas à questão da habitação, quais os limites e possibilidades das ações contra hegemônicas? Eis algumas perguntas que norteiam o trabalho. O objetivo é discutir o direito à moradia como precursor da luta pelo direito à cidade. Será destacado o Modelo Moradia Primeiro e apresentado, como exemplo, o Coletivo Aluguel Solidário, em Belo Horizonte/MG/Brasil.

Inicialmente, à luz da ideia de direito à cidade, apresenta-se uma reflexão sobre os conflitos relacionados à moradia no Brasil, utilizando-se dados do Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte[5]. Em seguida, apresenta-se o modelo Moradia Primeiro, que acredita que o acesso à moradia precisa preceder qualquer outra questão relacionada às pessoas em situação de rua. Por fim, toma-se o exemplo do Aluguel Solidário, coletivo de financiamento voluntário de moradias para pessoas em situação de rua, que utiliza o modelo Moradia Primeiro. Pretende-se trazer à tona a complexidade que caracteriza o urbano e o direito à cidade, destacando o direito à moradia como o primeiro passo para a conquista de outros direitos.

2. DIREITO À CIDADE: PARA QUEM?

A produção do espaço urbano brasileiro tem, historicamente, reforçado as contradições, os conflitos e as disputas pela cidade. O acesso desigual à terra urbana, aos equipamentos e serviços coletivos e à infraestrutura em geral constitui a realidade predominante dos centros urbanos. Os interesses hegemônicos e mercadológicos predominam na produção espacial, reproduzindo a desigualdade e a injustiça social, a despeito de que a cidade, sendo uma obra coletiva, deva ser usufruída e apropriada igualmente por todos os cidadãos.

Recorre-se, aqui, ao conceito de direito à cidade, definido, em 1968, por Lefebvre como o direito "à vida urbana, à centralidade renovada, aos locais de encontro e de trocas, aos ritmos de vida e empregos do tempo que permitem o uso pleno e inteiro desses momentos e locais" (Lefebvre, 2008, p.139). O direito à cidade é um apelo e uma exigência para a transformação

[4] De acordo com a Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL).

[5] Os conflitos urbanos, entendidos como todo e qualquer confronto, que ocorra no espaço público, relativo à infraestrutura, serviços ou condições de vida urbanas que envolva pelo menos dois atores coletivos e/ou institucionais, são pesquisados pela rede de observação denominada Observatório de Conflitos Urbanos. Sob a liderança do laboratório ETTERN do IPPUR/UFRJ, tem como um dos braços desta rede o Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte, criado em 2006, na Escola de Arquitetura da UFMG.

da vida urbana, quando ocorre a realização prático-sensível do "urbano", do lugar de encontro, da prioridade do valor de uso (Lefebvre, 2008).

O conceito de direito à cidade vem sendo ressignificado por vários autores. Harvey (2014) escreve que o direito à cidade é uma queixa e uma exigência. Uma queixa da crise devastadora da vida cotidiana na cidade e uma exigência para a criação de uma vida urbana alternativa que seja menos alienada, "mais significativa e divertida, porém, como sempre em Lefebvre, conflitante e dialética, aberta ao futuro, aos embates (tanto temíveis como prazerosos), e à eterna busca de uma novidade incognoscível" (Harvey, 2014, p.11).

Ressalta-se que a exploração de classe, longe de se restringir ao local de trabalho (Harvey, 2014), torna-se evidente nos processos de construção e apropriação das cidades e o direito à cidade fica, cada vez mais, restrito aos interesses privados de agentes imobiliários e grandes empresas, o que vem sendo respaldado pela retirada do Estado dos processos regulatórios. Harvey, contudo, adverte: "o direito à cidade deve ser entendido não como um direito ao que já existe, mas como um direito de reconstruir e recriar a cidade como um corpo político socialista com uma imagem totalmente distinta: que erradique a pobreza e a desigualdade social" (Harvey, 2014, p. 247).

A produção do espaço urbano, nesse sentido, envolve a sociedade diferencialmente e escancara a força de determinados grupos dotados de capital político e financeiro.

> O direito à cidade se manifesta como uma forma superior dos direitos: o direito à liberdade, à individualização na socialização, ao habitat e ao habitar. O direito à obra (à atividade participante) e o direito à apropriação (bem distinto do direito à propriedade) estão implicados no direito à cidade (Lefebvre, 2008, p.134).

O conceito de "habitar" diz respeito à participação na vida social, contemplando o sentido criativo do ato de se apropriar que é inerente à vida humana. Lefebvre (2008) entende que o "habitar" vem sendo substituído pelo "habitat", no sentido restrito de morar, garantindo apenas a reprodução social e como momento constitutivo do espaço abstrato. A lógica da racionalidade e da acumulação tornam-se preponderantes, sendo imposta de cima para baixo.

Os grandes conjuntos habitacionais segregadores e as moradias precárias dos trabalhadores traduzem a ideia do "habitat" em contraposição ao "habitar". Ao submeter a vida cotidiana à lógica da mercadoria, impõe-se uma outra forma de acesso e entendimento do espaço urbano, alienando o indivíduo e afastando-o do amplo sentido do "habitar".

O direito à cidade, assim, dependeria da recuperação da ideia de "habitar", entendida como o modo criativo pelo qual o indivíduo se apropria do espaço para a realização da vida. Envolve, contudo, mais do que a apropriação de um espaço, mas também a possibilidade de enfrentar os constrangimentos impostos. Nesse sentido, seria o lugar do conflito que se estabelece entre os constrangimentos e as forças de apropriação (Lefebvre, 2008).

2.1 Belo Horizonte para poucos

Belo Horizonte ergueu-se com um caráter segregador e excludente, desde a sua concepção. Ancorada, no final do século XIX, nos ideais de ordem, progresso e higiene,

a proposta urbanística desconsiderou a população então residente na localidade onde se implantou a nova capital de Minas Gerais. “Para a concretização da capital, foi necessário que se varresse do mapa o arraial de Belo Horizonte, antigo Curral D’el Rei, incompatível, na visão da época, com a grandiosidade do projeto” (Barreto, 1995, p.51).

O Plano da cidade, com seu caráter higienista, guiou o poder público para uma conduta de imposição da ordem, criando mecanismos de poder que visavam excluir da cidade a desordem e o incontrolável (Simão, 2020). A ordem do espaço é garantida pelo Estado por meio de leis que previam a exclusão da população de baixa renda das áreas mais nobres. Em 1900, por exemplo, foi aprovado um regulamento pelo presidente do Estado de Minas Gerais, Benjamin Franklin Silviano Brandão, intitulado de “o Regulamento dos Mendigos”, que previa a liberação da atividade de pedir esmolas no distrito da cidade somente mediante inscrição do indivíduo como mendigo no livro da prefeitura. Ademais, a mendicância só poderia ocorrer em horários, dias e lugares específicos previstos no Regulamento e em porte da identificação emitida pela polícia ou guarda municipal (Simão, 2020).

A ocupação do espaço foi determinada pela renda, controlada inicialmente pelo Estado e, depois, pelo mercado imobiliário. Aos operários restaram lugares distantes e com infraestrutura precária, conformando “espaços de exclusão”, o que acabou, promovendo a reunião dos excluídos, que disputavam um lugar na cidade por meio de protestos e manifestações.

A desigualdade social se reflete na informalidade da produção do espaço. Até a década de 1930, as ocupações informais e favelas, não só em Belo Horizonte, mas em todo o Brasil, foram tratadas como caso de polícia ou problema sanitário, desconsiderando os múltiplos fatores responsáveis pela precariedade de tais assentamentos. Destaca-se que as políticas habitacionais, ao longo da história do Brasil, em geral, vêm alijando as camadas mais pobres e impulsionando os assentamentos precários para as bordas e franjas das áreas urbanizadas.

Dessa forma, o próprio sistema cria e alimenta a desigualdade enquanto procura esconder e “limpar”, do espaço público, as mazelas criadas, para que as cidades sejam “bem-vistas” aos olhos dos investidores, turistas e cidadãos capazes de comprar a mercadoria cidade.

2.2 Da cidade modelo à cidade conflituosa

Diante desse cenário, Belo Horizonte, desde o seu surgimento, é palco de inúmeros conflitos urbanos relacionados à busca pelo direito à cidade. Nos últimos tempos, o urbanismo neoliberal adotado torna ainda mais evidente os processos de exclusão e desigualdade social na cidade. Surgem ocupações urbanas, apoiadas por movimentos sociais, e há um crescimento da população em situação de rua. Na mesma proporção, as manifestações coletivas que carregam a pauta do déficit habitacional se intensificam, evidenciando as contradições de um modelo de cidade.

O controle e a repressão de protestos e de movimentos sociais acentuam-se, caminhando na direção do entendimento neoliberal que coloca a cidadania como sinônimo de não-conflito e de harmonia (Oliveira, 2000). O espaço público apresenta-se como o local da luta pelo direito à cidade, sendo também o objeto de reivindicação pelo direito à cidade, pois é nele que se manifesta a vida social urbana.

As pesquisas do Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte ressaltam que os sujeitos coletivos e políticos são constituídos a partir dos conflitos e das lutas sociais travadas no espaço público. “Sem conflito, não podem os grupos e classes sociais dominados gerarem identidades, projetos coletivos, práticas coletivas, AÇÃO POLÍTICA” (Vainer, 2007, p. 06). Pode-se, ainda, relacionar diretamente a ideia de conflito à construção da cidadania. “Cidadania é conflito” (Oliveira, 2000, p.9).

De 2006 a 2024, o Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte mapeou mais de 1700 conflitos urbanos em Belo Horizonte. De acordo com os dados catalogados, a maior parte dos conflitos são referentes a: transporte, trânsito e circulação; segurança pública; moradia; saúde e educação.

A luta pelo direito à moradia aparece recorrentemente em destaque nos protestos públicos, não obstante a notória baixa prioridade com que tais reivindicações vêm sendo tratadas. Nos últimos dez anos (entre 2013 e 2024), foram registrados 109 conflitos relacionados à questão habitacional pelo Observatório[6]. Dentre as manifestações destacam-se as contrárias à ameaça de despejo e à ineficácia das políticas públicas. Dentre os manifestantes, muitos são integrantes de ocupações urbanas e de movimentos sociais de luta por moradia.

Dos 109 conflitos registrados, apenas 16 tinham alguma relação com as pessoas em situação de rua, sendo que, dentre esses, 4 manifestações se colocavam contrárias às pessoas em situação de rua, buscando a sua retirada de determinadas áreas da cidade.

Em outubro de 2013, por exemplo, o Jornal Estado de Minas noticiou: “Bairro de Lourdes tenta evitar presença de mendigos”. Em seguida, a matéria coloca que comerciantes e moradores decidiram firmar um pacto: “a orientação é não dar dinheiro, agasalhos e alimentos aos mendigos”. Também acrescenta: “Na Praça Marília de Dirceu, foram instalados mais esguichos de água no jardim, e o jardineiro é orientado a ligá-los para espantar moradores de rua que se deitam nos bancos”[7].

A decisão da Associação dos Moradores do Bairro de Lourdes, na região Centro-Sul de BH, de adotar medidas para evitar mendigos na região, provocou reações contrárias de outras entidades. A coordenadora do Comitê de Acompanhamento e Monitoramento da Política Municipal para a População em Situação de Rua afirmou: “É uma praça de Belo Horizonte, motivo pelo qual todas as pessoas que residem nesta cidade, sejam em vulnerabilidade social ou não, têm o direito de ir e vir naquele espaço, que é público”.[8]

Além disso, moradores de outras áreas da cidade convocaram um ato em favor dos mendigos no Bairro de Lourdes, prometendo entrega de donativos, agasalhos e alimentos.

> Se negam alimentos aos mendigos, faremos um sopão pra (sic.) geral. Se negam agasalhos, juntaremos a maior quantidade de blusas de frio, cobertores e afins que

[6] O Observatório de Conflitos Urbanos de Belo Horizonte não tem como objetivo construir um mapeamento da totalidade dos conflitos urbanos, mas construir um mapeamento possível, a partir das fontes selecionadas, quais sejam: jornais digitais Estado de Minas, O Tempo e G1-Portal de Notícias da Globo.

[7] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/10/02/interna_gerais,455264/bairro-de-lourdes-tenta-evitar-presenca-de-mendigos.shtml Acesso em: 20 de março de 2024.

[8] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/10/03/interna_gerais,455704/bairro-de-lourdes-fica-dividido-sobre-mendigos.shtml Acesso em: 20 de março de 2024.

> conseguirmos e doaremos pra quem precisar. Se querem 'tranquilidade', botaremos nosso bloco na rua. E se acionarem os esguichos contra nós, faremos da praça uma praia.[9]

Em novembro de 2013, comerciantes da área central da cidade cobraram mais segurança e reclamaram do grande número de mendigos e usuários de drogas. Na reportagem, o presidente da Câmara dos Dirigentes Lojistas da capital (CDL/BH) alertou que a maior quantidade de moradores de rua no hipercentro exige o monitoramento das políticas públicas de segurança da cidade, afirmando que há muitos criminosos infiltrados entre eles[10]. A desigualdade e a exclusão parecem tornar-se assim uma questão de segurança pública e de polícia, não uma questão socioespacial.

Cabe mencionar outros conflitos que escancaram o tratamento hostil e violento direcionado à população em situação de rua. Em 2016, o Conselho Municipal de Assistência de Rua e a Pastoral de Rua denunciaram as retiradas de pertences daqueles que vivem nas ruas, em período de baixas temperaturas[11].

Destaca-se, ainda, um conflito registrado em 2018[12] que demonstra a insatisfação da população em situação de rua com a revitalização da Praça da Liberdade, cartão postal da cidade de Belo Horizonte. Em matéria jornalística intitulada "Revitalização da Praça da Liberdade expõe dívida social com população de rua", o depoimento de um dos moradores de rua esclarece a situação: "Não estamos aqui porque queremos, mas sim porque não temos para onde ir. De um ano para cá a pressão do poder público aumentou, sempre com a presença da Polícia Militar aqui, onde a gente fica mais."

Na cidade mercadoria do urbanismo neoliberal, espaços são "revitalizados" para serem usufruídos por determinados grupos: os que podem pagar. Enquanto isso, nega-se o conflito e empurra-se os excluídos urbanos para áreas de menos prestígio e visibilidade.

Grande parte dos protestos identificados, contudo, foram organizados por defensores das pessoas em situação de rua e não por elas próprias. Como ocorreu em 2019, quando movimentos sociais se manifestaram contra a instalação de pedras sob os viadutos da cidade com o intuito de evitar a presença de mendigos.[13]

Ressalta-se, por fim, um protesto solitário, ocorrido em 2013[14], feito por uma moradora em situação de rua que transformou as caixas de papelão que serviam como sua moradia em cartazes contra as condições desumanas a que são submetidas as pessoas que vivem nas ruas da cidade. Dentre os dizeres escritos nos papelões destacam-se: "A ditadura voltou!!!"; "O prefeito ordenou aos fiscais e à Polícia Militar que sumissem com os moradores de rua".

---

[9] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/10/03/interna_gerais,455873/moradores-prometem-ato-em-favor-dos-mendigos-do-bairro-de-lourdes.shtml Acesso em: 14 de março de 2024.

[10] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/11/12/interna_gerais,469776/comerciantes-do-centro-de-bh-cobram-mais-seguranca.shtml Acesso em: 14 de março de 2024.

[11] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/06/17/interna_gerais,773594/moradores-de-rua-pedem-tregua-a-pbh-no-frio-para-manter-cobertores.shtml Acesso em: 18 de março de 2024.

[12] https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/07/05/interna_gerais,971362/obra-da-praca-da-liberdade-expoe-divida-social-com-populacao-de-rua.shtml Acesso em: 20 de março de 2024.

[13] https://www.otempo.com.br/cidades/movimentos-sociais-protestam-contra-instalacao-de-pedras-sob-viadutos-de-bh-1.2230589 Acesso em: 20 de março de 2024.

[14] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/07/10/interna_gerais,420113/moradora-de-rua-faz-protesto-solitario-na-rua-espirito-santo.shtml Acesso em: 27 de março de 2024.

Esse protesto solitário expressa muito bem a realidade das pessoas que vivem nas ruas. Impossibilitadas de se mobilizarem conjuntamente por sua própria condição, não se constituem enquanto sujeito coletivo e têm sua ação política limitada e invisibilizada. Seus corpos nas ruas representam o próprio conflito. Contudo, a espacialidade do conflito é difusa e seus atores flutuam entre lugares variados. Poucas são as perspectivas de luta conjunta, de melhores condições de vida e de conquistarem algo próximo ao direito à cidade.

3. O MODELO MORADIA PRIMEIRO: ABRINDO UMA PORTA PARA A POPULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE RUA

> Você não tem condição nem de sonhar. Pra sonhar, você tem de dormir.[15]

O aumento crescente da população em situação de rua é um dos grandes desafios sociais a serem enfrentados pelas cidades brasileiras. Segundo Nota Técnica 103 do IPEA - Estimativa da população em situação de rua no Brasil (2012-2022): "Estima-se que a população em situação de rua no Brasil tenha crescido 38% entre 2019 e 2022. Considerando o período de uma década (2012-2022), o crescimento foi de 211%. O crescimento da população brasileira na última década, entretanto, foi de apenas 11%."[16]

O descaso e a negligência com esse grupo social tornam-se cada vez mais visíveis diante de calçadas e praças ocupadas por barracas, colchões e pessoas. Um espaço público que se confunde com o espaço privado de quem não tem espaço algum.

O Relatório "População em Situação de rua: diagnóstico com base nos dados e informações disponíveis em registro administrativo e sistemas do Governo Federal" [17] aponta que, em 2022, o Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) registrou mais de 236 mil pessoas vivendo nas ruas das cidades brasileiras.[18] Esse número fica aquém da realidade, visto que não inclui a parte mais vulnerável e marginalizada da população em situação de rua, aquela que não se beneficia dos serviços assistenciais do Estado ou que sequer tem documentos de identificação. Assim, nem todas as pessoas que estão em situação de rua estão no CadÚnico e mais, nem todas as pessoas que estão no CadÚnico estão cadastradas como em situação de rua.

De acordo com o Relatório, o perfil dessa população é majoritariamente composto por homens (87%), adultos (55%) e negros (68%) e o percentual de pessoas com deficiência é de 15%, sendo a deficiência física a mais frequente.

A despeito da característica de heterogeneidade social, como destaca a própria definição de população em situação de rua prevista no Decreto nº7.053/09, "a mais imediata característica de uma pessoa em situação de rua é a falta de moradia" (Menezes, 2022, p.11). No entanto,

---

[15] Registro de fala de uma pessoa que esteve muitos anos em situação de rua e que hoje mora em uma casa, trabalha e possui autonomia financeira. Saiu da situação de rua com apoio do projeto Casa Cidadã, que adota o modelo Moradia Primeiro. A fala refere-se ao tempo em que ele dormia na rua ou em abrigos temporários.

[16] Destaca-se que a população em situação de rua não está contabilizada no censo populacional do IBGE, nem incluída nos números referentes ao déficit habitacional.

[17] Esse Relatório é fruto de Decisão Liminar do Supremo Tribunal Federal (STF), que determinou a formulação, pelo Poder Executivo Federal, do Plano de Ação e Monitoramento para a efetiva implementação da Política Nacional para a População em Situação de Rua.

[18] O levantamento abrangeu 64% dos municípios brasileiros.

as políticas públicas direcionadas para esse público voltam-se para a assistência social, em seus diversos aspectos, mas raramente incluem o acesso à moradia.

Serviços de acolhimento temporário (albergues, abrigos, repúblicas e casas de passagem), programas de segurança alimentar e nutricional (cozinhas comunitárias e restaurantes populares), políticas voltadas para saúde (consultório na rua), serviços de assistência social (Centros Pop) e outras políticas que facilitam o acesso à documentação, aos benefícios previdenciários e aos programas de transferência de renda, não obstante sua relevância diante da absoluta precariedade que é estar nessas condições, acabam por se apresentarem como as melhores ou únicas alternativas para quem está em situação de rua.

Isso decorre do entendimento de que, hoje, no Brasil, o acesso à moradia para quem vive em situação de rua é uma última etapa após um longo processo de 'reabilitação' dessas pessoas, de forma a conferir-lhes condições para uma vida em uma casa. O modelo proposto para abordar a questão das pessoas em situação de rua se baseia, então, em etapas a serem vencidas. Adentrar uma casa torna-se quase um objetivo inalcançável, a ser conquistado após o atendimento de condições e requisitos, como aderir a tratamentos, abster-se do uso de drogas, ingressar em um abrigo ou habitação provisória coletiva e aí sim acessar a moradia individual e permanente. Trata-se de uma concepção meritocrática, que preconiza a necessidade de uma 'preparação' e uma 'demonstração' de capacidade para sair da rua. Sair da situação de rua fica condicionado a um padrão de comportamento, contrariando a previsão constitucional:

> Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (grifo nosso).

Dentro dessa lógica "etapista" ou de tratamento primeiro, vale refletir: Parece possível adquirir hábitos saudáveis de saúde e higiene vivendo na rua? Será que é plausível tratar-se satisfatoriamente de problemas de saúde física e mental tendo como cama um colchão ou um pedaço de papelão na calçada? É admissível obter êxito no tratamento da dependência química vivendo em total insegurança e violência e sendo alvo de preconceito e rejeição? É viável ser aceito no mercado de trabalho sem um endereço?

A partir do Decreto nº 7.053/09, que "Institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersetorial de Acompanhamento e Monitoramento e dá outras providências", pode-se observar que o regramento nele contido trata essencialmente de regular a rede de atendimento temporário e outras políticas assistenciais e não de garantir acesso à moradia. A palavra 'moradia' aparece apenas uma vez, no art. 7º, no rol de quatorze incisos que listam os objetivos da Política Nacional para a População em Situação de Rua:

> Art.7º São objetivos da Política Nacional para a População em Situação de Rua:
> I – assegurar o acesso amplo, simplificado e seguro aos serviços e programas que integram as políticas públicas de saúde, educação, previdência, assistência social, moradia, segurança, cultura, esporte, lazer, trabalho e renda (grifo nosso).

A Lei nº14.821/24, que Institui a Política Nacional de Trabalho digno e Cidadania para a População em Situação de Rua (PNTC PopRua), menciona a relação entre trabalho e moradia em suas diretrizes, reconhecendo que a sustentabilidade no mundo do trabalho está atrelada também ao acesso à moradia. No entanto, o conteúdo da lei não estabelece essa relação, mantendo o caráter assistencialista e ignorando a necessidade de o acesso à moradia preceder a inserção no mundo do trabalho.

Ao contrário do que vem sendo adotado, prioritariamente, no Brasil, o modelo Moradia Primeiro tem como pilar o entendimento que a moradia individual e permanente deve ser o primeiro passo na abordagem da questão de pessoas em situação de rua. Também compreende que o acesso à habitação é incondicional a todas as pessoas que estejam em situação de rua. Já estabelecidas em uma casa, outros atendimentos e suportes seriam ofertados. Como bem esclarece Menezes (2022):

> "Casa Primeiro" ou "Moradia Primeiro" são nomes dados a certos serviços de moradia para pessoas em situação de rua crônica, com alguma condição como uso abusivo de drogas e/ou problemas de saúde mental, doenças debilitantes, ou deficiências físicas muito limitadoras. Serviços que seguem o modelo Moradia Primeiro disponibilizam habitação incondicional a pessoas que precisam de níveis significativos de suporte, de modo que deixem imediatamente as ruas (Menezes, 2022, p. 11).

O modelo busca justamente atender, prioritariamente, os mais vulneráveis e necessitados de ajuda estatal, desde que desejem sair da situação de rua, e não os mais aptos. A compreensão é que o direito à habitação não pode estar condicionado, precisando ser compreendido como direito básico e universal garantido pela Constituição de 1988.

O já citado Relatório "População em Situação de rua: diagnóstico com base nos dados e informações disponíveis em registro administrativo e sistemas do Governo Federal", menciona, em seu último tópico, que:

> A perda de moradia precisa ser enfrentada com uma política habitacional robusta e equitativa. A existência de locais para dormir, como albergues, abrigos e casas de passagem, influencia tanto no local de pernoite, quanto no acesso a outros serviços e políticas públicas, quando estruturado de forma integrada e intersetorial. Porém, são necessárias políticas mais estruturantes, como o Programa Moradia Primeiro, que tem sido apontado como estratégia prioritária pelo MDHC.

A expectativa é que o modelo Moradia Primeiro se torne uma orientação do Governo Federal para o desenvolvimento de políticas públicas pelos estados e municípios.

4. COLETIVO ALUGUEL SOLIDÁRIO: UM EXEMPLO DA APLICAÇÃO DO MODELO MORADIA PRIMEIRO

> A gente se sente incluído na sociedade de novo. Você nem se sente mais naquele time de ter que pegar fila para tomar um café, um banho. Porque aquilo ali é uma guerra![19]

O Coletivo Aluguel Solidário nasceu de uma ação entre amigos, como esclarece sua coordenadora Déborah Amaral[20]. Em 2021, Déborah começou a ajudar uma pessoa, em vias de ser despejada, a pagar seu aluguel. Um grupo de amigos do trabalho se dispôs a contribuir e puderam financiar o aluguel para mais uma pessoa, que foi indicada pela Pastoral de Rua (valioso apoio no início das atividades). Uma reportagem em uma emissora de TV jogou luz nessa ação solidária e ampliou significativamente o número de doadores. Surgiu também um grupo de voluntários. Nasce assim, em 2022, o Coletivo Aluguel Solidário.

Com o aumento expressivo do número de doadores, o que permitiu ampliar o número de casas financiadas coletivamente, surgiu a necessidade de transformar a ação coletiva em uma Associação. E, no final de 2023, é fundada a Associação Coletivo Aluguel Solidário (ainda em processo de aprovação).[21]

O Coletivo Aluguel Solidário tem como missão "promover, por meio de ação coletiva, acesso à moradia para pessoas em situação de rua, em uma perspectiva do reconhecimento da dignidade e do respeito do direito à cidadania e à autonomia."[22] Ao todo, 48 pessoas em situação de rua já passaram pelo Coletivo, sendo que, atualmente, são 36 pessoas abrigadas e morando dignamente, por meio do financiamento do aluguel de 32 casas/quartos de hotel.[23] Tem-se então uma taxa de permanência nas casas de 75%, sendo que das pessoas que se desligaram do Coletivo, duas faleceram, quatro voltaram para o interior e as outras voltaram para a situação de rua.

Alguns moradores têm condições de, aos poucos, auxiliarem com o pagamento de despesas ou mesmo de conquistarem sua autonomia financeira. Atualmente, um dos moradores já assume o valor total do seu aluguel, outros utilizam o benefício do Bolsa Moradia para pagar o aluguel, total ou parcialmente, e ainda há alguns que assumem despesas, como contas de água e luz. Outros moradores, por uma série de motivos - doenças psiquiátricas, limitações físicas ou mesmo dependência química – apresentam dificuldades de desenvolver estabilidade emocional ou financeira para se comprometerem com parte das suas despesas.

Há uma preocupação em alugar casas localizadas próximas ao local onde essas pessoas estavam, garantindo a manutenção de suas referências urbanas (posto de saúde, templos, praças, locais de trabalho e pontos de assistência social). Algumas casas financiadas foram 'escolhidas' pelos próprios moradores. Do ponto de vista da socialização e da vivência da ideia de 'coletivo', são valorizados encontros mensais, para confraternizar e fornecer orientações e informações, e encontros eventuais, com rodas de conversa, dinâmicas de

[19] Registro de fala, de morador residente em moradia financiada pelo Coletivo Aluguel Solidário, proferida em reunião realizada entre moradores e voluntários do Coletivo Aluguel Solidário.
[20] Déborah Amaral concedeu entrevista às autoras do presente trabalho no dia 14 de março de 2024.
[21] O Estatuto da Associação Coletivo Aluguel Solidário lista diversas ações, além da ação primeira que é fornecer moradia para pessoas em situação de rua, como: apoio às demandas relacionadas à educação, saúde, segurança alimentar; atuação junto a órgãos públicos visando à construção de políticas de moradia social e de Moradia Primeiro; estímulo ao exercício de cidadania e de participação em conselhos e fóruns de discussão voltados para a população em situação de rua; promoção do voluntariado e da ética da cooperação; promoção de intercâmbio e do trabalho em rede com outras entidades de atenção a pessoas em situação de rua e outros.
[22] Disponível em: @aluguelsolidario. Acesso em: 26 de abril de 2024.
[23] AluguelÔmetro. Disponível em: @aluguelsolidario. Acesso em: 26 de abril de 2024.

interação e partilha de histórias pessoais, além dos momentos de comemorações de aniversários e de datas especiais. Volta-se aqui à ideia de "habitar" desenvolvida por Lefebvre (2008), que se refere à participação criativa e potente na vida social, tão essencial ao ser humano, e que vai além do "habitat" e seu sentido restrito de morar.

O Coletivo atualmente funciona à base de doações de pessoas físicas e se entrelaça numa rede de parcerias com outros grupos de apoio a pessoas em situação de rua, que suprem diversas necessidades e demandas.[24] Utensílios e mobiliário para montagem das casas também são originários de doações. Os gastos envolvem, além do pagamento do aluguel/mensalidade de hospedagem em hotel, as contas de luz, água e telefone, pagamento de fretes, reparos nas casas e outras necessidades específicas de cada morador.

Segundo Déborah Amaral, são atualmente 205 doadores e 55 voluntários que contribuem com: acompanhamento das casas e de necessidades individuais diversas (orientação sobre a vida doméstica, higiene e saúde, apoio em questões jurídicas, etc.); realização de reuniões mensais com os moradores para alinhar condutas e conversar sobre vários assuntos de interesse; realização de eventos em datas comemorativas (Páscoa, Festa Junina, Natal); realização de reuniões, com os moradores, voltadas para a escuta e a partilha de histórias; desenvolvimento de ações com entidades parceiras.

A experiência relatada pelo Coletivo evidencia que, se a habitação é o teto que permite uma vida digna, ela é também o chão que permite às pessoas que estão sobrevivendo na rua, viverem de acordo com suas escolhas. É a moradia, e tudo que ela representa do ponto de vista físico, emocional e simbólico, que vai viabilizar saúde, educação, trabalho, sociabilidade e cidadania.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se dizer que o acesso à moradia é o direito que abre a porta para os outros direitos, inclusive o direito à cidade. Negligenciada em Belo Horizonte, desde a sua fundação, e nos demais centros urbanos brasileiros, a habitação digna é objeto de luta, que se manifesta em conflitos e mobilizações que se realizam no espaço urbano.

No caso da população em situação de rua, o acesso à moradia torna-se ainda mais difícil, seja por não serem sequer contabilizados como cidadãos pelo censo demográfico, por não estarem incluídos no déficit habitacional e pela dificuldade de se mobilizarem conjuntamente e de se constituírem como sujeitos coletivos.

O modelo Moradia Primeiro é a possibilidade de assegurar o direito incondicional à moradia individual às pessoas em situação de rua, acreditando que é a partir da moradia que as ações assistenciais voltadas para saúde, educação, trabalho e outras poderão avançar, em contraposição ao modelo "etapista" predominantemente praticado nas cidades brasileiras.

Ao adotar o modelo Moradia Primeiro, o Coletivo Aluguel Solidário mostra a sua viabilidade e torna-se uma experiência a ser analisada, capaz de inspirar políticas públicas mais eficazes direcionadas para quem vive (ou sobrevive) nas ruas.

[24] Alguns parceiros do Coletivo Aluguel Solidário: Instituto de Apoio e Orientação a Pessoas em Situação de Rua (INAPER), Pastoral de Rua, Programa Casa Cidadã, Grupo Ser do Bem, Grupo Comida que Abraça, Grupo Somos Todos Irmãos, Projeto Divina Providência, curso de Enfermagem e curso de Odontologia da UFMG, Defensoria Pública da União e outros.

As ações de cunho social empreendidas pela sociedade civil, de forma coletiva e solidária, são ainda evidências de que o movimento em direção ao direito à cidade exige a experiência do afeto, no sentido de afetar-se, e nasce da ousadia da defesa de um urbanismo humanista.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da FAPEMIG.

7. REFERÊNCIAS

BARRETO, Abílio (1995) **Belo Horizonte:** memória histórica e descritiva. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro.

BRASIL (1988) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL (2009) Decreto nº 7.053, de 23 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional para a População em Situação de Rua e seu Comitê Intersetorial de Acompanhamento e Monitoramento, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL (2024) Lei nº14.821/24, que Institui a Política Nacional de Trabalho digno e Cidadania para a População em Situação de Rua (PNTC PopRua.).

HARVEY, David (2014) **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana**. São Paulo: Martins Fontes.

IPEA (2023) Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Nota Técnica nº 103: Estimativa da população em situação de rua no Brasil (2012-2022). Brasília: Ipea. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11604/4/NT_103_Disoc_Estimativa_da_Populacao.pdf Acesso em 24 de abril de 2023.

LEFEBVRE, Henri (2008) **O direito à cidade**. 5. ed. São Paulo: Centauro.

MENEZES, Rafael Lessa Vieira de Sá (2022) **Moradia Primeiro**: novos paradigmas nas políticas públicas para a população de rua. São Paulo: Editora Dialética.

OLIVEIRA, F. (2000) **O que é formação para a cidadania?** Entrevista por S. C. Bava.

SIMÃO, Karina Machado de Castro (2020) **Espaço público como palco das manifestações coletivas e da vitalidade urbana**: subversão à ordem, luta pelo direito à cidade e expressão dos conflitos urbanos de Belo Horizonte. Tese (Doutorado) Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VAINER, Carlos (2007) Palestra no Seminário Nacional Prevenção e Mediação de Conflitos Fundiários Urbanos, Programa Nacional de Capacitação das Cidades/ Conselho Nacional das Cidades/ Ministério das Cidades. Salvador.

MORADIA DIGNA NA VELHICE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO NO PALACETE DOS ARTISTAS NA CIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL

M. A. P. Brito, L. F. Olaia, M. F. C. Rodrigues,
M. E. V. Carvalho, L. B. Campos e L. C. A. Monteiro

RESUMO

A longevidade representa uma transformação significativa na demografia e na dinâmica social. Nesse contexto, a questão habitacional emerge como um dos principais desafios urbanos, especialmente devido às desigualdades e vulnerabilidades associadas à velhice. As políticas públicas habitacionais direcionadas a essa faixa etária visam assegurar o direito à moradia adequada. Em São Paulo, a reabilitação do Edifício Palacete dos Artistas pela Prefeitura, impulsionada por movimentos de moradia e entidades artísticas, é um exemplo notável. Inspirado em experiências europeias, o edifício oferece 50 apartamentos destinados a idosos com histórico de atividades artísticas. Este artigo examinou as atribuições desenvolvidas no âmbito dessa política habitacional, utilizando um recorte de pesquisa quanti-qualitativa que incluiu entrevistas semiestruturadas e indicadores de gestão do Palacete. A análise de seis entrevistas revelou que essas atividades facilitam o acesso a direitos fundamentais, como moradia e participação social, promovendo funções sociais urbanas, bem-estar dos residentes e maior inclusão socioespacial.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial atingiu um marco importante na história da humanidade com 8 bilhões de pessoas no ano de 2022. A expectativa de vida em 2024 está em 73 anos, estima-se que a longevidade média global seja de 77,5 anos em 2050. A proporção mundial de pessoas com 65 anos ou mais está em 11% e deverá aumentar para 16% em 2050. (Nações Unidas, 2022; 2024). No Brasil a população chegou a mais de 203 milhões de pessoas, de acordo com o último censo populacional realizado em 2022, e a expectativa de vida está em 75,5 anos. A proporção de pessoas idosas residentes no país, ou seja, pessoas com 60 anos ou mais está em 15,8%, um contingente de 32,1 milhões de pessoas idosas (IBGE, 2024). No estado de São Paulo essa proporção chegou a 17%. No município de São Paulo, maior metrópole da América Latina a proporção de pessoas idosas corresponde a 17,7% da população, acima da proporção nacional, sendo o grupo etário que mais cresce na capital. Em número absoluto são mais de 2 milhões de pessoas idosas. (SEADE, 2024; IBGE, 2024)

Esses dados demográficos confirmam a literatura que assinala o envelhecimento populacional e a urbanização como o grande fenômeno do século XXI. A longevidade representa uma importante transformação demográfica e na dinâmica da sociedade, que

acarreta em numerosas consequências econômicas e sociais, imprimindo novos ritmos ao espaço urbano e desafios para solucionar demandas que se impõe pelo processo do envelhecimento. Essa realidade assim como o conforto e facilidades da vida urbana são inegáveis. Melhorias no acesso ao saneamento básico, aos serviços de saúde e à redução das doenças infecciosas e parasitárias favorecem uma vida mais longa. No entanto, é crescente a prevalência de doenças crônicas, como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e doenças respiratórias. (Barrozo *et al.,* 2023; Nações Unidas, 2022; Freire, 2017; Monteiro *et al.,* 2019)

Em resposta ao fenômeno da longevidade e atenta às demandas das pessoas idosas que moram em ambiente urbano, a Organização Mundial da Saúde (OMS) no ano de 2008 lançou a Estratégia Cidade Amiga do Idoso enfatizando oito eixos de atuação, sendo a moradia considerada como principal desafio do espaço urbano em vista das especificidades da população idosa cujas necessidades nem sempre são atendidas com a provisão de políticas habitacionais (Monteiro *et al.,* 2019). A OMS deixa claro ainda que são universalmente valorizados a moradia e os serviços de suporte, que permitem aos idosos envelhecer com conforto e segurança na comunidade a que pertencem. Deste modo, alguns tópicos são de extrema importância, como: a viabilidade financeira, serviços essenciais, planejamento, adaptações, manutenção, acesso a serviços, conexões comunitárias e familiares, e opções de moradias. (Olaia, 2020)

A moradia é um dos direitos sociais garantidos no artigo 6° da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Para as pessoas idosas especificamente consta nas ações e atribuições de competência da gestão pública na Política Nacional da Pessoa Idosa de 1994. Ademais, no ano de 2003 é reforçada dentre os direitos prioritários no Estatuto da Pessoa Idosa. (Monteiro *et al.,* 2019)

A moradia adequada representa mais do que a oferta de um teto, englobando o usufruto urbano e todas as necessidades ao longo do ciclo vital, e portanto, a dignidade humana. O comentário nº 4 do Comitê sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais define alguns critérios que contemplam uma moradia adequada: segurança da posse; disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura; economicidade; habitabilidade; localização; adequação cultural e acessibilidade. (United Nations, 1991)

O direito à moradia além de garantia constitucional se identifica como um direito básico e fundamental de toda a população, uma necessidade universal, sem qualquer distinção. Diretamente vinculado ao princípio da dignidade da pessoa humana, caminha ao lado de outros direitos básicos como a vida, saúde, alimentação, educação, entre outros. A garantia da moradia digna se entrelaça à conquista do acesso à cidade, direito coletivo que engloba variadas dimensões socioespaciais. Desse modo, a cidade é vista como principal lugar onde é possível suprir necessidades, participar socialmente, obter informações e realizar atividades. Necessita que o ambiente urbano seja qualificado, abrangendo a diversidade, além de ser um local para trocas e encontros. (Monteiro, 2023; IPEA, 2021; Oliveira, 2021; Olaia, 2022)

Não bastasse as adversidades urbanas, como distâncias sociais profundas que segregam as pessoas vulneráveis socioeconomicamente, existe ainda a questão do esvaziamento dos centros históricos e consequente abandono de imóveis em áreas, geralmente, dotadas de boa estrutura e serviços. A prática do abandono de imóveis impõe pesado ônus ao ambiente e à população, especialmente à mais carente, contraria a Constituição Federal de 1988,

especialmente o artigo 5º, inciso XXIII e 182 e 183, regulamentado no Estatuto da Cidade (lei 10.257/01). Desse modo, à população cabe encaixar-se nas soluções possíveis, de acordo com as condições econômicas para realizar a base de todos os direitos sociais: a moradia adequada e o corolário da dignidade humana. No Brasil, o espaço urbano é marcado pela desigualdade, divergindo dos valores constitucionais que vislumbram a justiça social. Diferentes desafios, como o envelhecimento populacional, reforçam a responsabilidade do Poder Público em efetivar as funções sociais da cidade, com um olhar às demandas dessa população carente socioespacial e economicamente. (Monteiro, 2023; Vargas & Castilho, 2015)

O estudo de Portes *et al.* (2020) acentua o elevado número de imóveis ociosos nas cidades brasileiras, apresentado como contradição no espaço urbano e descumprimento de legislações pertinentes ao direito à cidade. Acrescenta que há necessidade de abordar a questão da moradia adequada para pessoas idosas com baixa renda, uma vez que esta demanda impacta na gestão pública e na própria sociedade. São pessoas idosas sem moradia que dependem do Estado para a implementação de políticas públicas que possam atender e garantir seus direitos sociais, e a não concretização contraria o que está assegurado na legislação do país.

Os imóveis ociosos, geralmente, livres e desimpedidos de qualquer ônus, podem prestar-se à função social da propriedade, minimizando a demanda por moradia ou equipamento social e, ainda, contribuindo com as políticas habitacionais. Reabilitar essas propriedades significa, de acordo com a Carta de Lisboa, tornar os "locais funcionais da habitação", ou seja, para equipamentos e infraestruturas que possam de forma acessível atuar em patrimônios ociosos, oferecendo serviços para a população. A requalificação ainda se refere às ações que dão a este imóvel condições de uso, levando em consideração sua estrutura e as demandas do contexto. (Carta de Lisboa, 1995; Peixoto, 2009; Lucredi, 2019)

Marques & Lima (2022) apresentam que na cidade de São Paulo são 400 mil domicílios urbanos vagos, a maioria situada em áreas consolidadas e centrais. Contrastando com a atuação dos movimentos de moradia que reivindicam habitação na área central da cidade, ocupando espaços vazios na exposição do debate sobre os imóveis abandonados ou subutilizados em áreas providas de infraestrutura. (Leão, 2022)

Cientes dessas controvérsias, governantes nos âmbitos federal, estadual ou municipal, buscam realizar políticas sociais, as quais têm se mostrado, ao longo da história brasileira, pontuais, com alguns avanços e retrocessos (Maricato, 2010; Rolnik, 2015; Saldiva, 2018). Uma alternativa de política pública que pode minorar esta segregação é a habitação social através de reforma de parte desses imóveis centrais da cidade, por seu referencial histórico, e lugar com infraestrutura e maior dinamismo. (Marques & Lima, 2022)

Nesse sentido, destaca-se a política habitacional de locação social intitulada Palacete dos Artistas, instalado em antigo imóvel histórico na região central do município de São Paulo. Edifício construído no ano de 1920, localizado na Avenida São João. Trata-se de um patrimônio tombado por sua relevância arquitetônica e histórico cultural. O residencial, classificado como moradia de locação social, inaugurado em 2014, tem inspiração na experiência de países europeus e está detalhado pelo órgão gestor da Secretaria Municipal de Habitação, por meio da instrução normativa 01/03. Reabilitado pela Prefeitura de São Paulo para habitação social, através do Programa de Locação Social, vinculado à Ação Morar no Centro.

Conquistado através da insistente reivindicação e articulação de grupos organizados de artistas da cidade. Reformado e requalificado para moradia de pessoas idosas, com 60 anos ou mais, que possuam renda mensal de até três salários mínimos, independentes, que exerceram atividades artísticas ao longo da vida, tenham cadastro em entidades do setor e não possuam moradia própria. Diferenciado em sua arquitetura e público atendido, conta com 50 unidades habitacionais com valores acessíveis de aluguel de até 10% do salário da pessoa idosa. Apresenta espaços como salão de festas, sala multiuso, horta, refeitório e lavanderia comunitária. Tem como órgão operador de gestão condominial a COHAB - Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo. (Lucredi, 2019; Leão, 2022)



Figura 1 Fachada do Edifício Palacete dos Artistas

Fonte: *Palacete dos Artistas - imagens da internet (à direita década de 1920, à esquerda ano de 2014).*

Sabendo das características do Palacete dos Artistas, este artigo busca analisar atividades desenvolvidas por profissionais inseridos na equipe que atuam na política habitacional municipal. De modo a afirmar que estejam atendendo seu objetivo, que neste caso é promover moradia adequada às pessoas idosas com vulnerabilidades socioeconômica, independentes e socialmente ativos.

2 MÉTODO

Este artigo é recorte de uma pesquisa transversal, observacional, exploratória e descritiva, baseada no método quanti-qualitativo de investigação, aprovada pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) CAAE: 70298223.6.0000.5504. A identidade dos participantes está preservada de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A coleta de dados se deu através de entrevistas com instrumento semi-estruturado organizado pelos autores deste estudo, composto com perguntas abertas e fechadas que retratam o perfil sociodemográfico dos participantes, bem como ações e atividades

profissionais empenhadas no âmbito do serviço e/ou função. Além do acesso às informações monitoradas pela gestão do Palacete dos Artistas.

A pesquisa foi realizada com 6 profissionais atuantes na política habitacional como servidores públicos ou trabalhadores terceirizados que prestam serviços técnico-especializados. Observa-se que quatro dos participantes foram entrevistados nas dependências do próprio Edifício Palacete dos Artistas e dois foram entrevistados na sede da Secretaria Municipal de Habitação (SEHAB), situada em um raio de distância de 1,5 Km do local da pesquisa. As entrevistas foram realizadas presencialmente no período de novembro a dezembro de 2023, respeitando os critérios de inclusão que eram pessoas atuantes no serviço, maiores de 18 anos, que aceitaram participar da pesquisa e assinaram o TCLE.

Para análise utilizamos a estatística descritiva simples no tratamento de dados quantitativos. Já para os achados qualitativos foi utilizada a análise de conteúdo (Bardin, 2016; Minayo, 2001) em três etapas: pré-análise; exploração das respostas, tratamento dos resultados e a interpretação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gestão do Palacete é compartilhada entre a SEHAB e COHAB, além da empresa gerenciadora contratada pela Prefeitura de São Paulo. De acordo com as informações disponíveis e dos relatórios de monitoramento da gestão (2019), dos 50 apartamentos, três encontram-se vagos. São 49 pessoas idosas residentes, a média de idade é de 68,1 anos, sendo que a maior faixa etária está entre 70 e 79 anos, o que corresponde a 43,1% dos moradores.

Notavelmente, um expressivo número de residentes, 71,4%, mora sozinho, e o mesmo percentual recebe até dois salários mínimos, o que equivale na cotação atual a menos de 550 dólares por mês. Esses dados corroboram com os estudos de Portes (2020) que ressalta a necessidade do direito à cidade, especialmente para as pessoas idosas em vulnerabilidade socioeconômica. No contexto nacional de desigualdades profundas, o fenômeno da longevidade tem resultado em um número crescente de idosos que vivem sozinhos e dependem de benefícios ou aposentadoria para sobreviver.

Considerando Monteiro *et al*. (2019; 2020), frente ao envelhecimento populacional e as demandas que emergem do contexto, o poder público se depara com novos desafios no sentido de estabelecer estratégias para garantir o direito à cidade à pessoa idosa, principalmente diante do elevado número de idosos com pouco ou nenhum suporte financeiro e familiar. Estatísticas apontam que 80% das pessoas acima de 60 anos, sobrevivem com um salário mínimo advindo de pensões ou aposentadorias.

Na análise das 6 entrevistas o perfil sociodemográfico dos participantes apresenta uma amostra predominante do sexo feminino 66,7% (n: 4), as idades variam de 33 a 60 anos, com média de 46,33 anos. A naturalidade dos participantes corresponde a 83,3% (n: 5) nascidos na cidade de São Paulo/SP e 16,7% (n: 1) fora do Estado de São Paulo. Quanto à escolaridade, 83,3% (n: 5) possuem pós-graduação completa. O trabalho contratual dos profissionais entrevistados está dividido entre servidores públicos municipais (n: 3) e terceirizados (n: 3). Variam em relação ao tempo de atuação no serviço, entre um a nove anos, média de cinco anos no tempo de serviço. A formação e função exercida corresponde

a 50% no campo da Assistência Social, e a outra metade com formação em Pedagogia e na área de Segurança Privada. As especializações e pós-graduações são em Políticas e Práticas de Promoção Social, Gestão de Políticas Públicas, Gestão de Projetos Sociais, Saúde Mental, Arteterapia, Desenho Industrial e Marketing.

As atividades desempenhadas por esses profissionais foram agrupadas em três categorias principais: I - Ações diretas com os moradores, incluindo plantão social, mediação de conflitos, oficinas e atividades sócio-educativas; II - Tarefas administrativas e operacionais, como a gestão do equipamento, elaboração de relatórios e monitoramento de contratos; III - Interlocução com redes do Município. De acordo com a tabela 1 que descreve as ações e atividades desenvolvidas no Palacete dos Artistas.

Tabela 1 Atividades desenvolvidas pelos profissionais entrevistados

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELOS PROFISSIONAIS	
Diretas com os moradores	● Plantão Social e acompanhamento para verificar as demandas dos moradores, através do Plano de Trabalho Social (PTS). ● Palestras e ações sócio-educativas. ● Fortalecimento de vínculos e educação ambiental. ● Mobilização e fortalecimento social. ● Ajuda aos moradores em situações específicas. ● Mediação de conflitos. ● Visitas domiciliares. ● Oficinas de artes, alimentação saudável e outras temáticas. ● Reuniões periódicas com os moradores.
Administrativas e operacional	● Reuniões com o "Grupo de Apoio" formado pelos próprios moradores do Palacete para repasse e gerenciamento de demandas. ● Relatórios e monitoramento dos plantões sociais. ● Revisão e organização de documentação dos moradores. ● Supervisão do trabalho social na habitação no processo de pré e pós ocupação das unidades habitacionais. ● Supervisão da gerenciadora contratada pela Prefeitura, através da gestão do trabalho social. ● Verificar entrada e saída de entregas e pessoas no Edifício. ● Segurança interna e contato com a Segurança Pública. ● Renovação de contrato com os moradores e emissão de boletos. ● Gestão do empreendimento nos aspectos estruturais externos.
Com equipamentos externos ao Palacete dos Artistas	● Contato com a rede socioassistencial para orientações e encaminhamentos. ● Interlocução com outras redes do Município. ● Gestão dos contratos com empresas que prestam serviços para o Edifício.

Fonte: Elaboração própria (2024)

O Plano Intersetorial de Políticas Públicas para o Envelhecimento do Município de São Paulo (2021 a 2024) é um instrumento de gestão pública elaborado com contribuições de quinze secretarias municipais e pessoas idosas do Conselho Municipal do Idoso. Nele estabelece a oferta de plenas condições de qualidade de vida, com dignidade, saúde e lazer para as pessoas idosas da cidade. Assegurando os direitos e seguindo as melhores práticas que se debruçam sobre o processo de envelhecimento e responsabilidade social. A complexidade e diversidade existentes na capital paulista resultam em diferentes experiências de velhice, de acordo com as condições e oportunidades encontradas ao longo da vida. Há enormes desproporções demográficas, sociais e econômicas impactando diretamente na população idosa do município. Por isso as políticas públicas desenvolvidas devem ser integradas e transversais, envolvendo múltiplos agentes públicos. (São Paulo, 2021)

Os custos do Edifício são supridos com orçamento público municipal. Inclusive, algumas atividades elencadas na tabela 1, relacionadas a equipamentos externos ao Palacete, colaboram para a maior efetividade dos objetivos da política. Ademais, a moradia adequada também está relacionada ao ambiente e à percepção do indivíduo em relação a maior oportunidade de acesso à cidade, que incluem os equipamentos públicos de saúde, social, transporte, lazer e cultura. A gestão das atividades no Palacete dos Artistas relaciona-se com fatores internos e externos, seja a disponibilidade e participação dos moradores em oficinas, palestras ou mesmo festas temáticas, que disparam criatividade do profissional e habilidade na articulação. Bem como, o contato e interlocução com a rede socioassistencial, que inclui outros equipamentos do Município.

Paz & Diniz (2018) contextualiza que no Brasil o trabalho social inserido na política habitacional, deve ser compreendido como serviço público, que viabiliza o acesso à direitos. Portanto, as estratégias devem ser pensadas considerando para quem as unidades habitacionais se destinam, quais são as necessidades do grupo envolvido e suas características. Assim, o profissional compreende a realidade social enfrentada e atua na particularidade de sua qualificação para o trabalho. Dentre os saberes necessários para atuação com pessoas idosas podemos destacar o estudo de Silva *et al.* (2023) que apresenta a importância da boa comunicação e preservação de autonomia desse segmento etário; inovações nos serviços prestados; práticas de avaliação e gestão são necessários, fundamental para a análise crítica do desenvolvimento da ação.

As atividades desenvolvidas no Palacete dos Artistas, com destaque para a Assistência Social, que inclui mobilização e fortalecimento de vínculos entre os moradores, estão estritamente relacionadas ao manejo de conflitos e a boa convivência, além da organização e participação social dos moradores na condução diária. Pode-se compará-la a uma convivência e prática condominiais, embora sem a figura de um síndico. Por outro lado, há a organização e atuação de um grupo de apoio formado por moradores do Palacete, selecionados pelos residentes.

Outra relevância é a integração entre os profissionais e os próprios moradores, sendo este um fator fundamental, desafiador e característico das relações humanas. Acrescenta ainda o estudo de Leão (2022) que interliga a dimensão artística com as ações dos profissionais da Assistência Social, onde o trabalho torna-se permeado por construções coletivas de intervenção na realidade, problematizando questões com os usuários de modo a promover participação, incluindo os conhecimentos artísticos ou não dos moradores.

Com relação a atenção dispensada a partir das necessidades socioculturais dos moradores do Palacete, destaca-se os aspectos biopsicossociais que incluem alterações biológicas e condições psicossociais que impõem ganhos e perdas durante o processo de envelhecimento humano. Por isso, os plantões sociais, que acontecem presencialmente uma vez na semana, sendo que outros contatos ocorrem através de ligação telefônica ou por uso de recursos de internet, apresentam significativa relevância no acompanhamento realizado pelos profissionais. É crucial para que as ações e atividades diferenciadas sejam planejadas e executadas. No entanto, é observada a existência da autogestão dos moradores, ao solucionar problemas ou situações cotidianas.

Outros destaques importantes resultantes das atividades com os moradores do Palacete dos Artistas como a educação ambiental, oficinas, palestras e atividades educativas relacionam-se com a aprendizagem ao longo da vida, entendida como um recurso que promove saúde, desenvolvimento social e autonomia. Os profissionais relatam que estão envolvidos em um processo de construção de conhecimento que integra as potencialidades e as vulnerabilidades da pessoa idosa. De modo a não criar dependências, ao contrário, proporcionando proteção, autonomia e independência ao engajar os envolvidos em um processo de protagonismo coletivo.

No que diz respeito às atividades administrativas e operacionais, permite que a atuação da Gestão Pública seja parte integrante de um projeto de desenvolvimento implementado na política habitacional, promovendo eficiência na gestão diante da complexidade dos desafios enfrentados. Esta complexidade está relacionada à necessidade de uma abordagem interdisciplinar e intersetorial para lidar com os problemas emergentes. (São Paulo, 2021). Desde o monitoramento e supervisão até o trabalho cotidiano de segurança perpassa a habilidade profissional, técnica e relacional com as pessoas idosas. Observa-se que as formações dos profissionais com ênfase nas diferentes atuações, são estratégias para atuação da política habitacional. Muito embora na análise das entrevistas identificou-se a necessidade de contínua capacitação profissional, especialmente referente ao processo do envelhecimento em seus aspectos biopsicossociais. Uma vez que a idade dos moradores avança, a possibilidade de perdas e fragilidades aumentam e as estratégias precisam ser alteradas.

4 CONCLUSÕES

A longevidade representa um dos múltiplos e complexos desafios de cidades no Brasil e no mundo. A busca por moradia digna está profundamente interligada ao acesso à cidade, um direito coletivo que abrange aspectos dos direitos humanos e das políticas urbanas. A cidade, portanto, é vista como o principal lugar para atender necessidades, permitir a participação social, obter informações e realizar atividades. Com isso é crucial que o ambiente seja de qualidade, acolhendo a diversidade e servindo como espaço para trocas e encontros.

O antigo prédio localizado no coração da maior metrópole brasileira, a cidade de São Paulo, após restaurado tornou-se o lar digno de aproximadamente 50 pessoas do meio artístico. Após ouvir gestores do Palacete dos Artistas, os resultados revelaram que a equipe desenvolve atividades desafiadoras, como a mediação de conflitos entre os moradores, a realização de interlocução com a rede da prefeitura municipal, além de perfazer simples tarefas organizacionais e cotidianas, não menos importantes para a organização e adequação da moradia digna. Para efeito didático as atividades foram agrupadas em três categorias:

diretas com os moradores, com equipamentos socioassistenciais extremos, bem como as administrativas e operacionais, as quais aparecem devidamente elencadas no texto.

Cabe ressaltar que a gestão desenvolvida no Palacete dos Artistas está em conformidade com o objetivo de facilitar o acesso aos direitos fundamentais, como a moradia digna e a participação social. Ainda, articula-se e integra-se ao plano de gestão pública municipal ao garantir que as pessoas idosas tenham um usufruto adequado e acessível à região central de São Paulo de forma a respeitar suas condições socioeconômicas, uma vez que o valor dispensado de aluguel social condiz com suas possibilidades financeiras.

A modalidade habitacional estudada se alinha com a aplicabilidade das funções sociais da cidade, à medida que se encontra implementada em imóvel ocioso havia muitos anos, e após requalificado passa a promover o bem-estar social, oferecendo uma abordagem inovadora e estratégica de modelo exclusivo para pessoas na fase da velhice. É uma experiência notável, em que pese a necessidade de difusão deste e de outras tipologias, mas cabe ressaltar a importância histórica do Palacete dos Artistas, atualmente compondo o arcabouço das políticas públicas, mais que isto, favorecendo o alcance de uma moradia digna, com inclusão socioespacial em região privilegiada em termos de serviços e infraestrutura urbana.

5 REFERÊNCIAS

Bardin, L. (2016). Análise de conteúdo. 4. ed. Lisboa: Edições 70.

Carta de Lisboa sobre reabilitação urbana integrada. Lisboa. (1995). Disponível em: https://www.icomos.pt/images/pdfs/2021/37%20Carta%20de%20Lisboa%20reabilita%C3%A7%C3%A3o%20urbana%201995.pdf. Acesso em: fevereiro, 2023.

Freire, R. M. H. Junior, N.C. (2017). Produção científica sobre habitação para idosos autônomos: revisão integrativa da literatura. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia.** 20 (05). Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbgg/a/F3qBmxPnh6QdkWGXDsSSWFr/?lang =pt. Acesso em: fevereiro, 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais de idade cresceu 57,4% em 12 anos. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos#:~:text=Considerando%20a%20popula%C3%A7%C3%A3o%20de%20idosos,de%200%20a%2014%20anos. Acesso em: fevereiro, 2024.

IPEA. (2021). Para ficar em casa é preciso ter casa: a COVID-19 e o direito à moradia no Brasil. Boletim regional, urbano e ambiental. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10690/2/Brua_n.24_art_9.pdf. Acesso em: fevereiro, 2023.

Leão. R. H. (2022). ESTÉTICA MARXISTA E MEDIAÇÃO ATRAVÉS DA ARTE: perspectivas do cotidiano profissional do Assistente Social. Tese doutorado em Serviço Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC. Disponível em: https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/26483/1/Ricardo%20de%20Holanda%20Le%C3%A3o.pdf. Acesso em: março, 2023.

LucredI, V. R. (2019). Habitação para idosos: programa de locação social nos centros históricos de São Paulo (Brasil) e Barcelona (Espanha). Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/182238?show=full. Acesso em: janeiro, 2023.

Maricato, E. (2010). O estatuto da cidade periférica. In: Carvalho, C.S; Rossbach, A.C. O Estatuto da Cidade Comentado, p. 05-22. São Paulo: Ministério das Cidades/Aliança das Cidades.

Marques, S.B.V; Lima, I.A. (2022). Aluguel social em área central da cidade como política de habitação pública. **Rev. Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**. Curitiba, v. 11, n. 03, p. 601-627. Disponível em: https://revistas.utfpr.edu.br/rbpd/article/viewFile/14051/9074. Acesso em: março, 2023.

Minayo,, M. C. S; Gomes, S. F. D. R. (2001). Teoria, método e criatividade. 18 ed. P. 21-25. Petrópolis: Vozes.

Monteiro, L. A. (2023). Estratégias para Políticas Urbanas que favoreçam todas as (C)idade, In: Any Brito Ivo, Patrícia Marins Farias (Org.). Cidades para todas as idades: pensar o urbano para o bom envelhecimento. 1 ed. v. 1. p. 209-226. Edufba, Salvador,

Monteiro, L.C.A *et al.* (2019). Envelhecimento urbano e humano: requalificar para o usufruto. III Congresso Internacional de Política Social e serviço social: Desafios contemporâneos. UEL. Londrina-PR. Disponível em: https://www.congressoservicosocialuel.com.br/trabalhos2019/assets/4604-232385-36235-2019-04-08-envelhecimento-urbano-e-humano-requalificar-para-o-usufruto.pdf. Acesso em: fevereiro, 2023.

Monteiro, L.C.A *et al.* (2020). Moradia Adequada para Pessoa Idosa de Baixa Renda: Construir ou Requalificar? Revista Portuguesa de Estudos Regionais, n. 57,

Nações Unidas. (2022). População Mundial chegará a 8 bilhões em novembro de 2022. https://brasil.un.org/pt-br/189756-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-chegar%C3%A1-8-bilh%C3%B5es-em-novembro-de-2022. Acesso em: fevereiro, 2023.

Olaia, L. F.(2020). A Percepção de idosos beneficiários da Vila Dignidade de Araraquara - Sp Em relação à moradia adequada e sua capacidade Funcional. Trabalho de Conclusão de Curso - Gerontologia da Universidade Federal de São Carlos,

Olaia, L. F. (2023). Satisfação Habitacional da Pessoa Idosa: Construção de Instrumento e Validação de Conteúdo. Dissertação Mestrado Programa de Pós Graduação em Gerontologia – PPGGero da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Mestre em Gerontologia,

Oliveira, S. S. (2021). O direito humano e fundamental de moradia em tempos de pandemia. **Revista Eletrônica Direito e Política.** Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.16, n.1. Disponível em: www.univali.br/direitoepolitica. Acesso em: fevereiro, 2023.

Organização Mundial da Saúde (OMS). (2015). Relatório Mundial de Envelhecimento e Saúde. Genebra: OMS, 2015. Acesso em: dezembro, 2023.

Organização Mundial da Saúde. (2008). Guia global: cidade amiga do idoso. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/publicacao/guia-global-oms.pdf. Acesso em: novembro, 2023.

Paz, R. D. O.; Diniz, T. M. R. G. (2018). O trabalho social na política habitacional: a vitalidade do serviço social. Anais do 16º Encontro Nacional de Pesquisadores em Serviço Social. UFES. Vitória, ES.

Peixoto, P. (2009). Requalificação Urbana. In: Fortuna, C; Leite, R. P. Plural de cidade: novos léxicos urbanos. Coimbra: Edições Almedina, p. 41-52.

Portes, F. A. *et al*. (2021). Entre o abandono e as obrigações tributárias: uma lacuna sobre a função social da propriedade. **Revista Direito GV**, v. 17, n. 1. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rdgv/a/6KJLkmqd556KH4MmYHLGxqK/?lang=pt. Acesso em: abril, 2024.

Rolnik, R. (2015). Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo.

Saldiva, P. (2018) Vida urbana e saúde: os desafios dos habitantes das metrópoles. Editora Contexto.

São Paulo. (2020). Secretaria de Direitos Humanos e Cidadania. Indicadores Sociodemográficos da população idosa residente na cidade de São Paulo. Prefeitura de São Paulo. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/direitos_humanos/IDOSO/PUBLICACOES/Indicadores%20sociais%20(2).pdf. Acesso em: janeiro, 2023.

São Paulo. (2002). Prefeitura do Município de São Paulo. Conselho do Fundo Municipal de Habitação. Resolução CFMH N° 23, de 12 de Junho de 2002. Aprova o Programa de Locação Social no Município de São Paulo. Disponível em: http://servicos.cohab.sp.sov.br/demanda/resolucaocfmh23_1252610964.pdf. Acesso em: março, 2023.

São Paulo. (2021). Plano Intersetorial de Políticas Públicas para o Envelhecimento.. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/direitos_humanos/IDOSO/PUBLICACOES/VALE%20ESTE%20VERSAO%20SITE%20Plano%20Intersetorial%20de%20Pol%C3%ADticas%20P%C3%BAblicas%20para%20o%20Envelhecimento.pdf. Acesso em: abril, 2024.

SEADE (São Paulo). (2022). Cidade para os idosos. Disponível em: https://www.seade.gov.br/cidade-para-os-idosos/#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Seade%20para,de%20forma%20hegem%C3%B4nica%20pela%20capital. Acesso em: fevereiro, 2023.

Silva, Carlos Eduardo Menezes da et al. (2020). Influência das condições de bem-estar domiciliar na prática do isolamento social durante a Pandemia da Covid-19. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-7. Disponível em: https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/3410. Acesso em: fevereiro, 2023.

Silva, H. S. *et al.* (2023). A atuação do Gerontólogo nos diferentes níveis de gestão. **Revista Kairós-Gerontologia**, Disponível em: https://doi.org/ 10.61583/kairs.v26i33.41. Acesso em: março, 2024.

United Nations. (2022). Population Division. Day of Eight Billion, 15 November 2022. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/events/day-eight-billion. Acesso em: dezembro. 2023.

Vargas, H.C & de Castilho. A. L. H. (2015). Intervenções em centros urbanos: objetivos, estratégias e resultados. Editora Manole,

DIMENSÕES DE ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PROGRAMAS HABITACIONAIS

G. B. Pasquotto, R. F. B. Salcedo

RESUMO

A produção habitacional de interesse social é um tema com grande relevância, no entanto, os resultados alcançados frequentemente não atendem às expectativas dos moradores, uma vez que muitas iniciativas priorizam a quantidade em detrimento da qualidade. Nesse sentido, a presente pesquisa de pós-doutorado propõe contribuir para um planejamento mais eficiente e eficaz. O objetivo deste artigo é apresentar o projeto-piloto do Programa de análise do planejamento urbano e desenvolvimento sustentável de políticas públicas em habitações de interesse social denominado PlanHIS. O *software* foi desenvolvido para analisar editais e estudos de caso de Habitação de Interesse Social (HIS) por meio de quatro dimensões (social, urbana, coletiva e habitacional) contemplando oito parâmetros de análise. O programa permitirá que pesquisadores investiguem a produção habitacional, oferecendo análises específicas para cada parâmetro por meio de gráficos lineares e compilando os resultados em um *radar chart*. Isso possibilitará a investigação dos programas de HIS sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável e da moradia adequada.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a *Blueprint for Addressing the Global Affordable Housing Challenge* (MGI, 2014), são 330 milhões de famílias em todo o mundo que vivem hoje em moradias abaixo do padrão adequado. A Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) adverte que sem o empenho dos governos e outros agentes do espaço urbano os dados de más condições de moradia e de saúde nos próximos anos será alarmante. No Brasil, a desigualdade social e econômica evidenciada no último censo do IBGE (2020), que aponta a existência de 5,1 milhões de domicílios em condições precárias, confirma a grande disparidade existente devido ao sistema neoliberal, que, como destacado por Rolnik (2019), transformou o espaço colonizado pela lógica financeira.

Ao longo dos anos, governos e sociedade civil relutam em aceitar a formulação de uma agenda de inclusão que contemple as comunidades menos abastadas socialmente, bem como a sua importância para a valorização humana. Contemporaneamente, nota-se que a pauta política das temáticas sociais, especialmente na América Latina, obteve avanços significativos em busca de sociedades mais justas e igualitárias, no sentido de fomentar políticas que propiciaram maiores incentivos ao crescimento social e econômico sustentável, buscando atender àqueles que, historicamente, foram relegados socialmente.

Para superar esses desafios, torna-se fundamental o desenvolvimento de políticas públicas abrangentes e integradas, que abordem a questão da habitação de forma articulada. Nesse sentido, a busca por soluções eficazes para a habitação no Brasil envolve a criação de instrumentos normativos mais detalhados, a coordenação entre os diferentes níveis de governo e a promoção de uma abordagem qualitativa e eficiente no setor habitacional, alinhada com os padrões internacionais de habitação adequada estabelecidos pelas Nações Unidas.

Desta maneira, a presente pesquisa, a partir de uma investigação de pesquisas, relatórios e legislações nacionais e internacionais, buscou elencar dimensões e parâmetros de análise. Desta forma foram contemplados oito parâmetros de análise (Segurança de posse, Economicidade, Equipamentos públicos comunitários, Mobilidade, Programa comunitário, Área mínima das unidades habitacionais, Acessibilidade e Adequação Cultural Sócio física) distribuídos em quatro dimensões (Social, Urbana, Coletiva e Habitacional). Além disso, a pesquisa contou com a elaboração de um *software* que permitiu a sistematização dos conceitos abordados e a sintetização e visualização dos resultados em um *radar chart.*
A análise permite a investigação de editais/programas habitacionais e de objeto de estudo. Assim, este trabalho pretende contribuir significativamente para o desenvolvimento e a implementação de políticas mais eficazes e sustentáveis no âmbito da habitação social.

Os parâmetros utilizados buscaram permear de maneira quantitativa questões importantes, e por vezes subestimadas, na concepção das leis e projetos relativos aos programas habitacionais. Embora exista uma grande dificuldade em transformar em números exatos aspectos variáveis e em alguns casos, subjetivos, foi realizada uma grande pesquisa bibliográfica para que os resultados sirvam de direcionamento para a análise do planejamento sustentável.

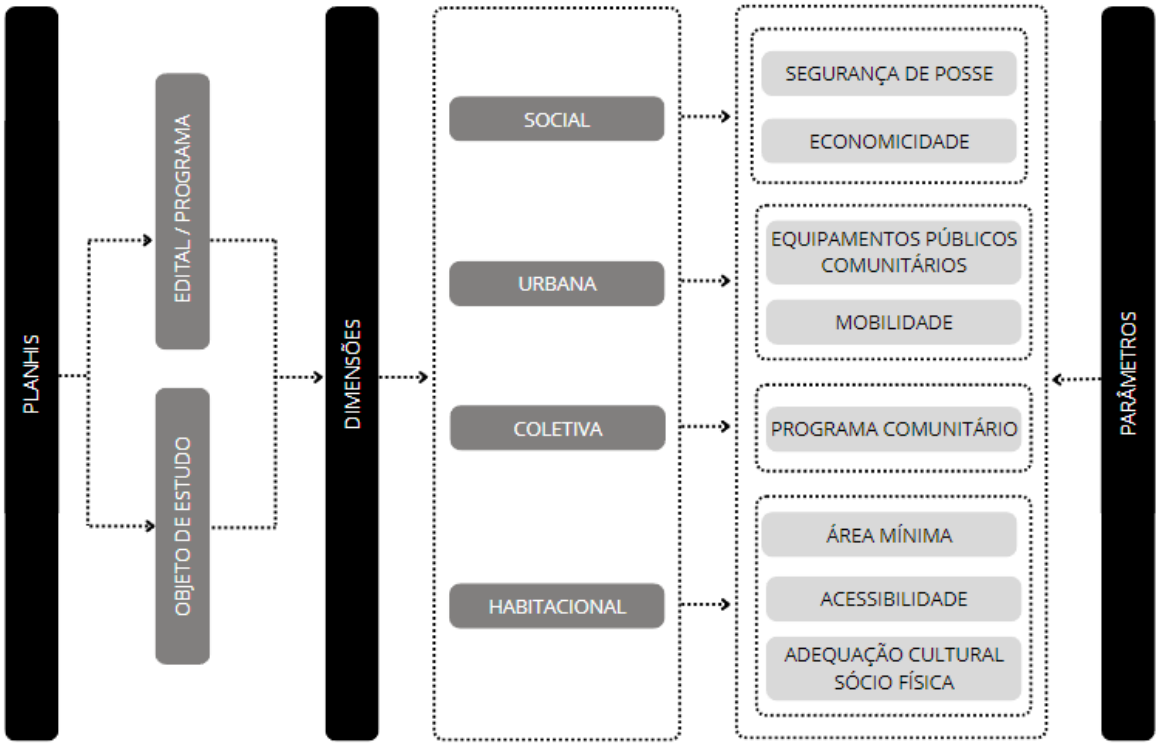


Fig. 1 Esquema metodológico do PlanHIS (Elaborado pelas autoras, 2024)

O *software* desenvolvido possibilitou também a criação de um banco de dados, que servirá como uma base sólida para análises futuras e para o aprimoramento contínuo das políticas públicas habitacionais.

Portanto, a partir da pesquisa é possível identificar lacunas e problemas nas políticas habitacionais e no mercado imobiliário, além de subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficazes. O trabalho contribui para garantir que as necessidades habitacionais das populações vulneráveis sejam atendidas de forma adequada, promovendo a inclusão social e a redução das desigualdades. Além disso, a pesquisa sobre parâmetros em programas habitacionais auxilia no desenvolvimento urbano mais sustentável e equitativo. Uma moradia adequada está intimamente ligada a um ambiente urbano saudável, com acesso a serviços básicos, transporte, áreas verdes e empregos. Portanto, ao promover a moradia adequada, contribuímos para o desenvolvimento de cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis, onde todos os cidadãos possam desfrutar de uma boa qualidade de vida.

2 DIMENSÕES E PARÂMETROS DE ANÁLISE

Na **dimensão social**, para o parâmetro de "segurança de posse" foram utilizadas as questões abordadas no Comentário Geral nº 4 da Organização das Nações Unidas (Nações Unidas, 1991) realizado em função do Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (PIDESC) (Nações Unidas, 1966) e no relatório temático (A/HRC/25/54) sobre segurança de posse dos pobres urbanos (Rolnik, 2014a) exposto em 2014 na 25º Sessão do Conselho de Direitos Humanos da ONU pela professora Dra. Raquel Rolnik. Também foram levados em consideração as modalidades de segurança de posse como a casa própria, o aluguel social, o abrigo temporário, e novas formas de habitação social (algumas ainda não utilizadas no Brasil, mas que estão sendo aplicadas em outros países da América do Sul, fato este que evidencia um potencial uso em solo brasileiro). Desta maneira, no *software*, o índice "ótimo" incluiu locação social e moradia cooperativa com cessão de uso, uma vez que essas formas habitacionais não possuem um proprietário capaz de desalojar os ocupantes para vender o imóvel ou utilizá-lo. O índice "bom" incorporou a forma de obtenção mais comum em programas habitacionais, o financiamento. Essa opção foi classificada como "bom" porque o financiamento pode resultar no despejo do ocupante em caso de inadimplência. Quanto ao índice "ruim", optou-se pela moradia transitória, uma vez que essa modalidade não oferece segurança de posse e é destinada principalmente às situações emergenciais. E péssimo quando a habitação é cedida, emprestada, podendo em qualquer momento ser despejado

No parâmetro de "economicidade", além do Comentário Geral nº 4 (Nações Unidas, 1991), foram utilizados a Lei Brasileira do Comprometimento da Renda Nº 8.692 (Brasil, 1993) e o relatório do Grupo de Trabalho "Direito Humano à Moradia Adequada" (SDH/PR, 2013) com base no Decreto 591. Outro fator que determinou as porcentagens foi a análise de programas habitacionais brasileiros, como o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV (Brasil, 2023), o Programa de Locação Social-PLS (São Paulo, 2002) e o Programa Pode Entrar (São Paulo, 2021). Este ítem foi complexo, pois, a legislação brasileira neste quesito é muito "afrouxada" e as leis internacionais não delimitam uma porcentagem de economicidade como guia norteador. Para a quantificação no *software*, foram realizadas as seguintes divisões: i) péssimo: Prestações acima de 31% da renda familiar mensal ou o edital/programa não cita; ii) ruim: Prestações de 16% até 30% da renda mensal familiar ,

iii)bom: Prestações de 11% até 15% da renda mensal familiar e iv) ótimo: Prestações de até 10% da renda mensal familiar.

Na **dimensão urbana** foram levados em consideração a existência de uma preocupação com o entorno e a disponibilidade de infraestruturas relacionadas com equipamentos de cultura, lazer, esporte, educação, saúde e mobilidade. Para este parâmetro, a pesquisa difere de quem está analisando o edital/programa ou um objeto de estudo específico. Para o Programa de HIS, não serão feitas quantificações por distância, pois geralmente essas questões não são especificadas. Desta forma, será levado em consideração se o programa é realizado para habitações centrais (que subentende-se uma melhor infraestrutura de equipamentos públicos comunitários e mobilidade), para áreas periféricas e se a escolha é realizada pelo poder público ou pelas incorporadoras. Desta forma, os índices para o software ficaram: i) péssimo: Não identifica nenhuma questão relacionada com os equipamentos públicos comunitários, ii) ruim: A escolha da implantação do terreno ou do edifício será decidido pelos incorporadores imobiliários, iii) bom: O projeto, no edital/programa, possui identificação que será implantado na área central e/ou cita como relevante a proximidade com os equipamentos públicos urbanos comunitários e iv) ótimo: O edital/programa cita as distâncias dos equipamentos públicos comunitários. Para a pesquisa de um conjunto com a localização já existente, foram utilizadas a quantificação das distâncias dos equipamentos públicos comunitários e de mobilidade (Tabela 1). Para chegar em um número ideal (distância ótima em relação à moradia e o equipamento), foram analisados diversos autores, instituições e planos diretores, como: Ferrari (1977), Prinz (1986), Gonzalez (1994), Moretti (1997), Campos Filho (2003), Pitts (2004), Guimarães (2004), Goiânia (2007), Castello (2008), Gouvea (2008), Rolnik (2014b) e Caixa (2023).

Tabela 1 Raio de abrangência dos equipamentos urbanos públicos comunitários e de mobilidade.

VARIÁVEIS ANALISADAS				RAIOS DE ABRANGÊNCIA (m)
EDUCAÇÃO	ENSINO INFANTIL	CRECHES		450
		PRÉ-ESCOLA		450
	ENSINO FUNDAMENTAL			800
	ENSINO MÉDIO			800
SAÚDE	POSTOS DE SAÚDE			1000
	UBS/SANTA CASA			2000
LAZER	PRAÇAS			600
	PARQUES DE BAIRRO			1000
	CENTROS ESPORTIVOS			2000
	EQUIPAMENTOS CULTURAIS	EQUIPAMENTOS CULTURAIS DE BAIRRO	Centro Comunitário	800
			Biblioteca	1400
MOBILIDADE	PONTO DE ÔNIBUS			500
	TERMINAL DE ÔNIBUS OU ESTAÇÃO FERROVIÁRIA			1000

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Para a **dimensão coletiva** foram levados em consideração o programa habitacional comunitário (terminologia baseada em Lorente et.al. 2023). Tanto no edital, quanto no objeto de estudo, é importante a identificação de quais programas são inseridos para fomentar a sociabilização dos moradores. Para tanto, foram analisados diversos exemplos de habitações

com áreas comuns, tanto em habitações usuais (French, 2009), como em habitações realizadas por cooperativas (Lorente *et al.*, 2023). Como resultado, foram elencados diversos espaços comunitários importantes em um conjunto habitacional. São eles: i) Biblioteca, ii) Bicicletário, iii) Pátio/Espaço Livre, iv) Espaços Versáteis, v) Quarto de Hóspedes (comunitário), vi) Área de lazer/esporte, vii) Terraços, viii) Cozinhas Comunitárias, iv) Lavanderia Coletiva, x) Salão de Festas, xi) Parque infantil e xii) Creche.
Para a escala de qualificação, foram considerados "péssimo" e "ruim" àquelas habitações ou programas/editais de programas habitacionais que não tinham/citavam nenhum ou apenas um espaço, respectivamente. De dois a quatro espaços foi considerado "bom" e acima de quatro, "ótimo".

A **dimensão habitacional** possui o maior número de parâmetros, enfocando os quesitos de "funcionalidade" da NBR 15575-1 (ABNT, 2013). O parâmetro inicial aborda a área das unidades habitacionais, um tema de relevância atual devido à tendência de redução das dimensões das habitações e da falta de uma legislação específica. Portanto, para a identificação do valor ideal, foram utilizadas informações de pesquisadores (Blachere, 1967; Portas, 1969; Pedro, 2002; Rosso, 1980; Silva, 1982; Boueri, 1989), países (Brasil, França, Holanda, Dinamarca, Itália, Espanha, Argentina) e instituições (BID, UIOF, IPT, ABNT).
Desta forma, a partir dos dados elencados, foi possível chegar em um valor ideal de área mínima para habitações de interesse social de 33,7m^2 para unidades com 1 dormitório e 48,9 m^2 para unidades com 2 dormitórios. Para a escala de cada índice foi utilizada a fórmula abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 Escala de qualificação do parâmetro "área mínima" da unidade habitacional.

PÉSSIMO	RUIM	BOM	ÓTIMO
x < (Ideal - 50%)	(ideal - 50%) ≤ x < Ideal	Ideal ≤ x ≤ (ideal + 50%)	x > (Ideal + 50%)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

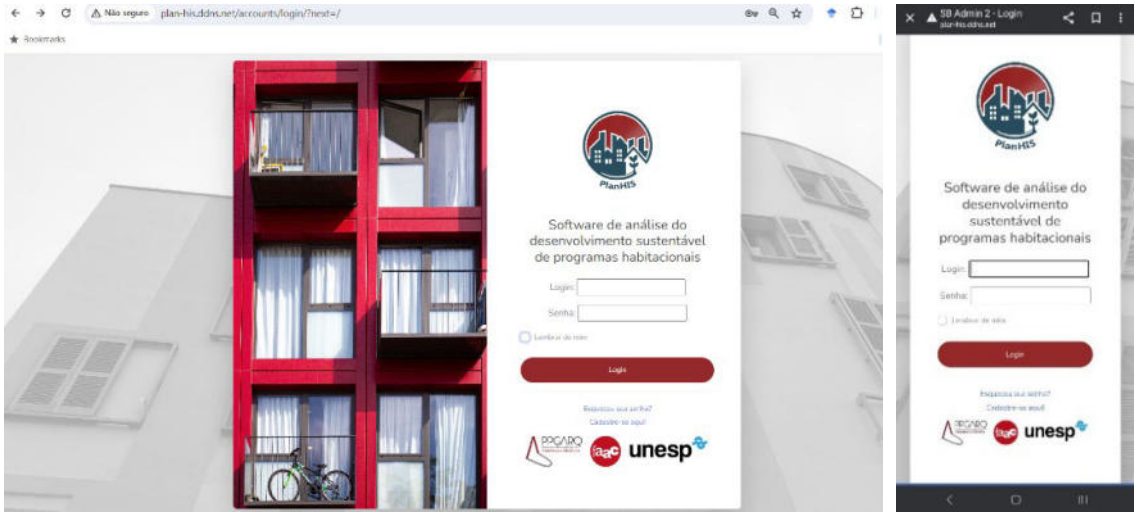
O segundo parâmetro relacionado à dimensão "habitação" é a questão de acessibilidade. Como fonte foram utilizados a NBR9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2020), o Decreto nº 6.949 (Brasil, 2009) e o Decreto n. 9.296 (Brasil, 2018) que regulamenta o art. 45 da Lei nº 13.146 de 2015 (que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - Estatuto da Pessoa com Deficiência). Também foram adotadas as questões relativas ao desenho universal (Cambiaghi, 2017; Governo do Estado de São Paulo, 2010). Desta maneira, utilizou-se como índice os seguintes dados: i) péssimo: não possui unidades acessíveis, ii) ruim: menos de 10% de unidades são acessíveis, iii) bom: pelo menos 10% das unidades habitacionais devem ser elaboradas com todos os ambientes acessíveis e iv) ótimo: todas as unidades devem conter ambientes de convívio que sejam acessíveis (sala, 1 banheiro e cozinha).

O terceiro e último parâmetro relacionado à dimensão "habitacional" é a questão da adequação cultural. Os padrões culturais relacionados com a habitação podem ser, em sua forma escalar, domésticos ou da unidade de habitação, padrões comunitários no conjunto habitacional e padrões urbanos, no bairro e cidade. Ainda, os padrões culturais podem ser físicos, sociais e simbólicos. Nesta pesquisa, iremos abordar os padrões físicos e sociais domésticos ou da habitação, que denominaremos adequação cultural sócio física. Nesta área foram analisadas as pesquisas de Alexander (2013), Salíngaros, Brain e Duany (2010),

Rapoport (2003), Portas (1969), Silva (1982), Pedro (2000, 2002) Boueri (2008), Palermo (2009), Montaner (2011), Amorim *et al.* (2015) e a norma brasileira 15.575 (ABNT, 2013). Desta forma, para quantificar tal parâmetro, foram definidos dois eixos de adequação cultural sócio física: i) composição familiar e ii) flexibilidade construtiva. Assim, foi possível distribuir este parâmetros nos índices: i) péssimo: não possui nenhuma indicação de quantidade de pessoas por dormitório e não possui nenhuma indicação de flexibilidade construtiva, ii) ruim: atende mais de 3 pessoas por dormitório e não possui flexibilidade construtiva, iii) bom: atende no máximo 2 pessoas por dormitório e não possui flexibilidade construtiva e iv) ótimo: atende no máximo 2 pessoas por dormitório e possui flexibilidade construtiva.

3 *SOFTWARE* PLANHIS

O programa[1] é gratuito e pensado para ser intuitivo para pesquisadores, técnicos e população em geral. A área de login (Figura 2) capta o nome, e-mail, escolaridade e vínculo institucional do usuário (dados estes que são importantes para a classificação no banco de dados). Uma pessoa, com o mesmo cadastro, pode realizar diversas consultas com objetos de pesquisa diferentes.



a) Computador b) Dispositivo móvel

Fig. 2 Aspecto visual de entrada do *software* em multiplataforma (Elaborado pelas autoras, 2024)

A página principal é dividida em: i) barra superior (pesquisa, avisos e configuração do usuário), ii) barra lateral (acesso às páginas do sistema), iii) área central e iv) barra inferior (logos institucionais e *copyright*).

Na área lateral esquerda é possível verificar os questionários já preenchidos, dados sobre o programa, publicações relacionadas à pesquisa e contato. A área central possui um breve texto sobre o objetivo do programa e o botão para iniciar a consulta. Enquanto as barras permanecem fixas, a área central muda conforme a consulta realizada.

[1] Endereço do *software*: http://plan-his.ddns.net:8000/

A interface do usuário é flexível, adaptando-se ao dispositivo utilizado (multiplataforma), ou seja, aumentando ou diminuindo de tamanho. Assim é possível fazer as consultas até mesmo no celular, facilitando o acesso ao programa.

A segunda página da área central permite dois tipos de análise: i) do edital/programa ou ii) do objeto de estudo. A análise do edital/programa pressupõe uma análise geral segundo a legislação/edital (política pública) indicada. Portanto, poderá ser realizada uma consulta para programas habitacionais federais, estaduais e municipais. O objeto de estudo será utilizado quando a consulta for obtida a partir de uma construção já consolidada ou de plantas e memoriais com os dados já definidos (inclusive o terreno a ser implantado o conjunto).

Cada parâmetro possui um índice de qualificação, dividido em quatro escalas: i) péssimo, ii) ruim, iii) bom e iv) ótimo. Esta escala baseou-se nos gráficos utilizados pelas pesquisadoras Ono *et.al.* (2018) no livro Avaliação Pós-Ocupação: da teoria à prática.

Os parâmetros que possuírem subparâmetros, como os equipamentos públicos comunitários e de mobilidade, apresentarão um gráfico preliminar linear, para análise individual (Figura 3).

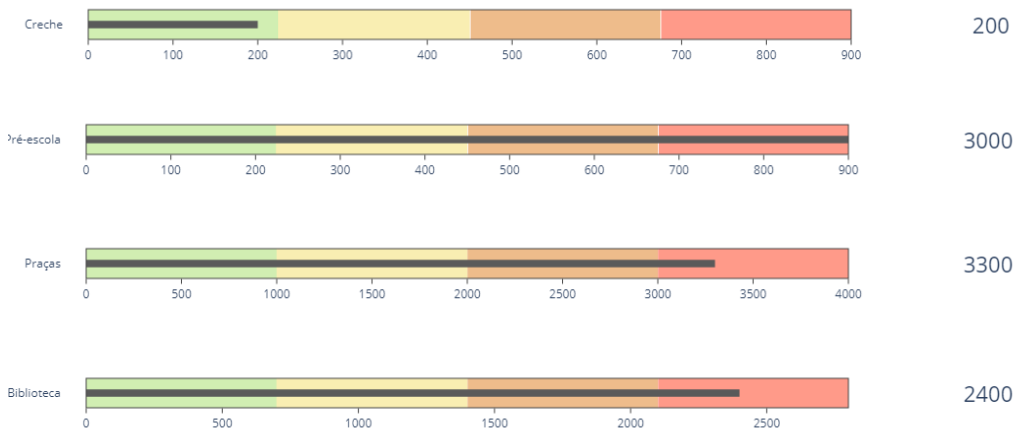


Fig. 3 Exemplo dos gráficos lineares dos subparâmetros (Elaborado pelas autoras, 2024).

A análise final é compilada por meio de um gráfico radar, que de maneira bastante visual, revela quais os parâmetros possuem uma qualificação melhor e quais os parâmetros precisam ser melhorados segundo os critérios utilizados na pesquisa (Figura 4). Também será possível a sobreposição de várias consultas, tornando a pesquisa ainda mais interessante do ponto de vista analítico crítico.

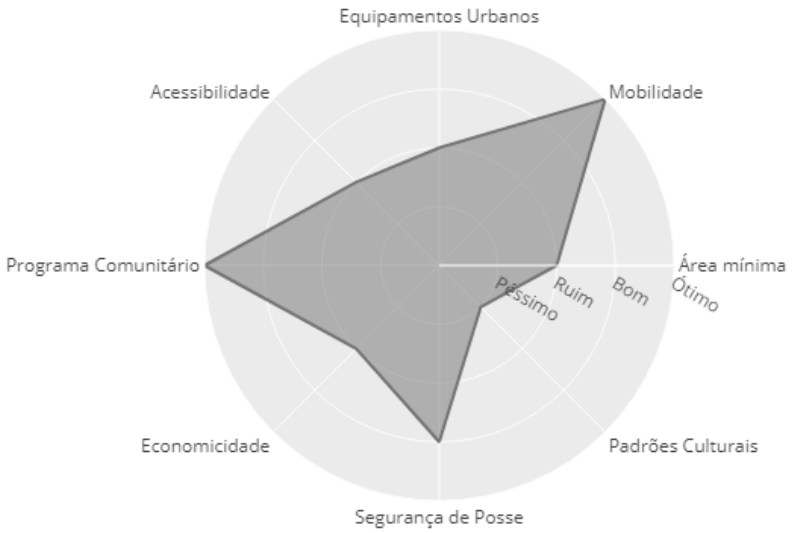


Fig. 4 Exemplo do *Radar Chart* com o resultado das análises dos parâmetros (Elaborado pelas autoras, 2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investigar os parâmetros de moradia adequada é essencial para embasar e direcionar políticas públicas no Brasil por motivos de ordem social, econômica e de desenvolvimento urbano.

Primeiramente, a moradia adequada é um direito humano fundamental reconhecido internacionalmente, conforme a Declaração Universal dos Direitos Humanos e o Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais. Portanto, a compreensão dos parâmetros que definem uma moradia digna é fundamental para garantir o cumprimento desses direitos no contexto brasileiro e mundial. Além disso, políticas públicas eficazes relacionadas à moradia adequada podem contribuir significativamente para a redução das desigualdades sociais e para a promoção da inclusão social. Através do acesso a moradias dignas, as famílias podem melhorar sua qualidade de vida, saúde e bem-estar, impactando positivamente a sociedade como um todo.

Na dimensão social, assegurar o acesso a uma moradia adequada, proporcional à renda mensal, sem comprometer os gastos essenciais ao bem-estar, é um direito humano reconhecido internacionalmente. Na dimensão urbana, considera-se que a moradia é adequada quando localizada próxima a equipamentos e serviços públicos comunitários, garantindo acesso à educação, saúde, cultura, lazer e transporte coletivo. Na dimensão coletiva, o acesso a equipamentos comunitários, como salão comunal e parque infantil, dentro do conjunto habitacional, é fundamental para a qualidade de vida dos moradores e para a promoção da sociabilidade. Na dimensão habitacional, a moradia é considerada adequada se a unidade habitacional dispõe de cômodos com condições apropriadas para o desenvolvimento dos padrões habitacionais e domésticos dos moradores.

Portanto, do ponto de vista do desenvolvimento urbano sustentável, a adoção de parâmetros de moradia adequada nas políticas públicas pode contribuir para a redução do déficit habitacional, para a promoção de um desenvolvimento urbano mais equilibrado e para a

preservação do meio ambiente. Desta forma, estudar os parâmetros de moradia adequada é crucial para embasar a formulação de políticas públicas eficazes que promovam o direito à moradia digna, contribuam para a redução das desigualdades sociais, estimulem a economia e promovam um desenvolvimento urbano sustentável no Brasil.

5 AGRADECIMENTOS

A PROPG/UNESP e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, respectivamente pelas bolsas de Pós-doutorado e Produtividade em Pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013) **NBR 15.575-1/2013**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais, Rio de Janeiro.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020) **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, Rio de Janeiro.

Alexander, C. *et al*. (2013) **Uma linguagem de padrões**, Bookman, Porto Alegre.

Amorim, C. N. D., Guinancio, C.; Ikeda, D. F. R., Peixoto, E. R. (2015). Qualidade Do Projeto Arquitetônico, in R. N. Blumenschein, E. R. Peixoto, C. Guinancio (orgs.), **Avaliação da qualidade da habitação de interesse social**: projetos urbanístico e arquitetônico e qualidade construtiva, UNB, Brasília, p. 102-139.

Blachere, G. (1967) **Saber Construir**: habitabilidade, Durabilidad, Economia de los Edificios, Editores Técnicos Associados, S.A., Barcelona.

Boueri, J. (1989) **Antropometria:** fator de dimensionamento da habitação. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Boueri, J. (2008) **Antropometria aplicada à Arquitetura, urbanismo e Desenho Industrial,** Estação das Letras e Cores Editora Ltda, São Paulo.

Brasil. (1993) **Lei nº 8.692**. Define planos de reajustamento dos encargos mensais e dos saldos devedores nos contratos de financiamentos habitacionais no âmbito do Sistema Financeiro da Habitação e dá outras providências. Presidência da República, Brasília.

Brasil. (2009) **Decreto nº 6.949.** Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Presidência da República, Brasília.

Brasil. (2018) **Decreto nº 9.296**. Regulamenta o art. 45 da Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - Estatuto da Pessoa com Deficiência. Presidência da República, Brasília.

Brasil. (2023) **Lei nº 14.620**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida, altera [...]. Presidência da República, Brasília.

Caixa. (2023) **Selo Casa Azul + Caixa**, Brasil.

Cambiaghi, S. (2017) **Desenho Universal**: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas, Senac, São Paulo.

Campos Filho, C. M. (2003) **Reinvente seu bairro**: caminhos para você participar do planejamento de sua cidade, Editora 34, São Paulo.

Castello, I. R. (2008) **Bairros, loteamentos e condomínios**: elementos para o projeto de novos territórios habitacionais, Editora da UFRGS, Porto Alegre.

Ferrari, C. (1977) **Planejamento Municipal Integrado**, Pioneira, São Paulo.

French, H. (2009) **Conjuntos Habitacionais do Séc. XX**, Bookman, São Paulo.

Goiânia. (2007) **Lei Complementar n. 171. Anexo vii**. Plano Diretor, Goiânia.

Gonzalez, F. (1994) **A estruturação urbana e a participação da comunidade**: a unidade de vizinhança, o bairro, a cidade e a evolução sócio-cultural do cidadão, Editora da Universidade, Porto Alegre.

Gouvêa, L. A. (2008) **Cidade Vida**: curso de desenho ambiental urbano, Nobel, São Paulo.

Governo do Estado de São Paulo. (2010) **Desenho Universal**: habitação de interesse social, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo.

Guimarães, P. P. (2004) **Configuração urbana**: evolução, avaliação, planejamento e urbanização, ProLivros, São Paulo.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). **Condições de vida, desigualdade e pobreza,** IBGE, Rio de Janeiro.

Lorente, D., Sakamoto, T., Devesa, R., Bugés, M. (eds) (2023). **Cohousing in Barcelona**, Actar, Ayuntament de Barcelona, Barcelona.

MGI - Mckinsey Global Institute. (2014) **Blueprint For Addressing The Global Affordable Housing Challenge**.

Montaner, J. M. (2011) **Herramientas para habitar el presente**. La vivienda del siglo XXI, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Moraes, M. I. P. (1996) **Fatores que afetam o nível de satisfação e o uso dos espaços abertos comuns em conjuntos habitacionais populares**: Estudo de caso – Santo Tomé (Argentina) e São Borja (Brasil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Dissertação de Mestrado, Porto Alegre.

Moretti, R. de S. (1997) **Normas urbanísticas para habitação de interesse social**: recomendações para elaboração, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.

Nações Unidas. (1966) **Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais.** Resolução n. 2.200 A (XXI) da Assembleia Geral das Nações Unidas.

Nações Unidas. (1991) **General Comment nº 4**: The Right To Adequate Housing, Office of The High Commissioner for Human Rights, Geneva.

Ono, R., Ornstein, S. W., Villa, S. B., França, A. J. G. L (orgs). (2018) **Avaliação pós-ocupação**: na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática, Oficina de Textos, São Paulo.

ONU - Organização das Nações Unidas. (2015) **Transformando Nosso Mundo**: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

Palermo, C. (2009) **Sustentabilidade social do habitar**, Ed. da Autora, Florianópolis.

Pedro, J. B. (2000) **Definição e avaliação da qualidade arquitectónica residencial**, Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitectura, Universidade do Porto, Lisboa.

Pedro, J. B. (2002) **Programa Habitacional**: habitação. LNEC, Lisboa.

Pittz, A. (2004) **Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit**: Pragmatic sustainable design on building and urban scales, Architectural Press, Oxford.

Portas, N. (1969) **Funções e Exigências de Áreas da Habitação.** LNEC, Lisboa.

Prinz, D. (1986) **Planificación y configuración urbana**. Ediciones G. Gili, México.

Rapoport, A. (2003) Cultura, arquitectura y diseño. **Arquitectonics**. Mind, Land & Society. Vol.5. Univ. Politèc. de Catalunya, Barcelona.

Rolnik, R. (2019) **Guerra dos Lugares.** Boitempo Editorial, São Paulo.

Rolnik, R. (2014a) **Diretrizes para a segurança da posse dos pobres urbanos**.LabCidade-FauUsp e FordFoundation, São Paulo.

Rolnik, R. (coord.). (2014b) **Ferramentas para avaliação da inserção urbana dos empreendimentos do MCMV**. LabCidade - FauUsp, São Paulo.

Rosso, T. (1980) ***Racionalização da Construção***. FauUsp, São Paulo.

Salíngaros, N., Brain, D., Duany, A. (2010) Habitação socialmente organizada, uma nova abordagem à estrutura urbana I: design capaz de estabelecer posse emocional. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2(2), 191–211

São Paulo (2002). **Resolução CFMH N°23,** Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo.

São Paulo. (2021) **Lei n. 17.638**. Disciplina o Programa Pode Entrar, estabelecendo regras, mecanismos e instrumentos para sua operacionalização, Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo.

SDH/PR - Secretaria dos Direitos Humanos da Presidência da República. (2013) **Direito à Moradia Adequada.** Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, Brasília.

Silva, E. (1982) **Geometria funcional dos espaços da habitação**: contribuição ao estudo da problemática da habitação de interesse social, Ed. da Universidade, UFRGS, Porto Alegre.

INTERVENÇÕES URBANAS E HABITAÇÃO NO CENTRO HISTÓRICO DE BELÉM (CHB): NEM JUNTAS, NEM SEPARADAS

H. L. Z. Tourinho e A. B. F. Macedo

RESUMO

Neste artigo, realiza-se uma retrospectiva sobre as intervenções urbanas realizadas pelo poder público no Centro Histórico de Belém (CHB) desde os anos de 1970 e a prospecção das operações a serem executadas com vistas à preparação para a COP30, em 2025. Para isso: a) caracteriza as dinâmicas e os processos socioespaciais vivenciados durante as últimas décadas que intensificaram a quantidade de imóveis ociosos no CHB; b) mapeia os investimentos realizados e previstos para preparar o CHB para a COP30, procurando destacar aqueles relacionados à habitação; e c) analisa a lógica espacial inerente aos investimentos aportados no passado e aos que estão previstos para serem realizados no presente/futuro próximo. O estudo mostra como o modelo de políticas públicas habitacionais, baseado na promoção do mercado imobiliário articulado à implantação de megaprojetos urbanos, interfere sobremaneira nas estratégias de reabilitação do CHB e sugere que a COP30, mais do que ser uma janela de oportunidades para reabilitar o uso habitacional no CHB, tem sido utilizada para atração de capital excedente, reconfiguração de uso e usuários e imagem de tal área.

1 INTRODUÇÃO

O Centro Histórico de Belém (CHB) teve sua ocupação iniciada em 1616 pela colonização portuguesa. Localizado na confluência do Rio Guamá com a Baía do Guajará, no Município de Belém, Estado do Pará, Brasil, é constituído por 7.339 unidades imobiliárias, sendo 1.708 de valor histórico, distribuídas em dois bairros: Cidade Velha e Campina (Belém, 2004; Mercês *et al.*, 2014).

A partir dos anos 1970s, o CHB passou por transformações urbanas que foram desde a perda de atividades terciárias mais sofisticadas até o deslocamento de residências de população de maior renda para o seu entorno e/ou outras áreas da cidade. Para enfrentar esse processo e visando à conservação do patrimônio construído, ações vêm sendo desenvolvidas pelos poderes públicos Municipal, Estadual e Federal. Tais ações, além de estarem concentradas na área de orla – onde se localizam atividades terciárias e os espaços urbanos de maior atratividade – vêm relegando praticamente ao descaso o uso habitacional.

Assim sendo, a despeito do expressivo volume de recursos investidos, as ações desenvolvidas até o presente não foram suficientes para promover mudanças sustentáveis na

qualidade do ambiente construído nem para garantir a permanência/ampliação do uso habitacional (Mercês *et al.* 2014; Tourinho e Lima, 2015).

Com a escolha de Belém para sediar a 30ª Conferência do Clima sobre Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas (COP30), que será realizada em 2025, a preocupação com o CHB foi retomada e mais um conjunto de intervenções foi planejado.

O presente estudo, por meio da catalogação, espacialização da natureza funcional e análise da lógica espacial inerente às ações programadas, procura investigar se há mudanças no tratamento das questões urbanas e habitacionais a partir da comparação entre as políticas públicas de intervenção realizadas outrora com as previstas para preparar o CHB para a COP30.

O artigo se estrutura em quatro partes, além desta introdução. A primeira aborda os materiais e métodos utilizados pela pesquisa para coletar e sistematizar informações. A segunda apresenta os megaeventos como oportunidade de investimento para o capital global excedente, procurando identificar como esse debate se articula com as políticas habitacionais contemporâneas no país. A terceira contextualiza, descreve, mapeia e analisa as intervenções urbanas e habitacionais já executadas e a serem realizadas no CHB para a COP30. Por último, o artigo apresenta considerações sobre como o megaevento da COP30 tem repercutido nas políticas habitacionais para o CHB.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O recorte espacial do estudo de caso é o CHB, localizado na parte sudoeste de Belém, Estado do Pará, Brasil. Compreende a totalidade do bairro da Campina e parte do bairro da Cidade Velha, conforme observa-se na Figura 1.

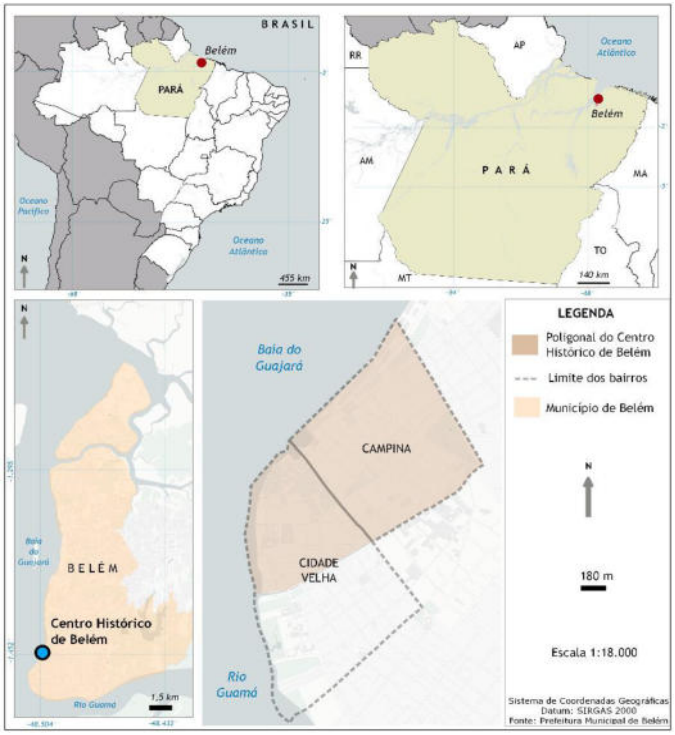


Fig. 1 Localização do CHB no Município de Belém e seu polígono de investigação
Fonte: Ana Beatriz Macedo e Luiz Gusmão (2021)

O levantamento bibliográfico e documental foi o principal procedimento adotado para:

a) caracterizar as políticas habitacionais e urbanas instauradas no Brasil pelo poder público;
b) identificar a natureza e as características dos grandes projetos vinculados à preparação de cidades para receber megaeventos;
c) investigar os processos socioespaciais que se desenrolaram no CHB após a década de 1970.

Para relacionar e espacializar as intervenções públicas já realizadas no CHB em períodos pretéritos, assim como as que foram anunciadas pelo poder público visando à preparação deste centro para a COP30, além da pesquisa em acervos bibliográficos e documentais, foram coletadas informações em portais de instituições governamentais, assim como em reuniões institucionais dos três níveis governamentais e da sociedade civil abertas ao público.

Para o mapeamento georreferenciado das intervenções, utilizou-se o "*Google Maps*" e a ferramenta *QGis3.32* (*QGIS Development Team*, 2023). Inicialmente, com o apoio do *Google Maps,* foram identificados os pontos de coordenadas geográficas das intervenções executadas desde 1970 e daquelas previstas, dentro do CHB, para a preparação da cidade para a COP30. Essas coordenadas foram usadas para, mediante o uso do *QGis3.32* (*QGIS Development Team*, 2023), localizar geograficamente as ações, o que possibilitou comparar a distribuição espacial das intervenções do passado com aquelas programadas para presente/futuro próximo.

Para articular a análise da distribuição espacial das intervenções com os usos do solo, os estados de conservação dos imóveis, os imóveis vazios, desocupados e subutilizados, foi usado o levantamento de uso e ocupação do solo realizado pelo Grupo de Pesquisa "Mercado Imobiliário nos Centros Históricos das Cidades Brasileiras" (MICH), produzido em 2013. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do ano de 2010 complementam e proferem maior robustez às ideias expostas. Cabe destacar a ausência de informações cadastrais de uso e ocupação do solo recentes para o CHB.

3 MEGAEVENTOS E AS INTERVENÇÕES URBANAS E HABITACIONAIS

No âmbito da expansão do neoliberalismo e da ampliação de processos de globalização, assiste-se o crescente fortalecimento dos sistemas financeiros e da livre circulação de excedentes de capital globais, o que tem permitido o aumento da disponibilidade de crédito para empréstimos. Essa transformação ocorre *pari passu* à limitação e/ou renúncia de políticas urbanas de matriz keynesiana, que entendem a habitação como parte relevante do bem-estar social e a implementação de projetos urbanos como artigo de apropriação pública e coletiva.

Fruto dessa mesma dinâmica, observa-se a privatização ou destruição do estoque de habitações públicas, a redução de gastos estatais com fundos habitacionais e assistencialistas destinados a camadas mais vulneráveis da população. A provisão de moradias incentivada é a produção privada voltada ao mercado, ou seja, aquela que se opera a partir do acesso ao crédito concedido pelo sistema financeiro diretamente às famílias. Dessa forma, o endividamento e a responsabilidade com os custos de produção da moradia migram de instituições governamentais para os indivíduos e famílias, convertendo-se em janelas de oportunidades para a construção da hegemonia política da habitação como mercadoria e

ativo financeiro capaz de auferir maior extração de renda e ganhos financeiros (Rolnik, 2015; Vainer, 2000).

No contexto de ajuste fiscal e de incapacidade de o poder público arcar com investimentos em grandes projetos, o empreendedorismo municipal emerge como alternativa para alavancar a atração do capital excedente concentrado sob a égide de empresas privadas que estão à procura de locais onde possam ancorar investimentos a fim de obter maior remuneração (Rolnik, 2015; Vainer, 2000; Harvey, 1992).

Indubitavelmente, a preparação para sediar megaeventos colabora para reposicionar a imagem de venda da cidade e serve como estratégia para a sua inserção no mercado competitivo entre cidades pelo aporte de capital. Na janela de oportunidades aberta pelo megaevento, as políticas de reestruturação urbana se voltam aos usos e usuários que podem proporcionar maior rentabilidade e responder aos interesses do capital. Isso significa, em não raros casos, restringir o acesso e o atendimento de necessidades de segmentos da população de média e baixa renda. Portanto, as definições sobre o conteúdo urbanístico e os tipos de obras a serem desenvolvidos para a preparação de uma cidade que vai receber um megaevento, para além do objetivo de garantir o funcionamento do evento "em si", estão condicionadas à possibilidade e à quantidade da remuneração que podem proporcionar aos investidores.

Megaeventos são, então, oportunidades para executar intervenções relacionadas ao urbanismo *ad hoc* de projetos, isto é, para promover respostas imediatas e específicas. Em geral, são pontuais, localizados espacialmente e visam a solucionar demandas urgentes. Para tanto, privilegiam a exceção em detrimento da regra (Rolnik, 2015). A flexibilização das legislações urbanísticas, a desburocratização de processos de elaboração, análise e contratação de projetos pelo poder público, bem como a dispensa de mecanismos de participação social em processos decisórios são justificadas e aceitos em prol da necessidade de agilidade e celeridades na execução das obras. É nesse panorama que se anunciam as obras para a COP30 no CHB.

4 INTERVENÇÕES URBANAS NO CHB

4.1 Os processos socioespaciais e as intervenções habitacionais e no espaço público de CHB desde 1970

O CHB abriga importante conjunto histórico-cultural edificado, mas que tem sido submetido a diversos processos socioespaciais que resultaram em ostensivo cenário de degradação e ociosidade imobiliária, em grande medida decorrente dos limites impostos à atuação do capital imobiliário pela regulamentação urbanística (Lima, 2015; Tourinho e Lima, 2015). Mas nem sempre foi assim.

Nos anos 1930, o poder público impulsionou a verticalização no CHB, influenciado por ideais de modernidade. Em 1950, o governo concedeu lotes e estabeleceu normativas (Lei Municipal n. 3.450/1956) que estabeleciam o gabarito mínimo entre dez a 12 pavimentos em determinadas vias do CHB com o intuito de estimular a construção de arranha-céus (Lima, 2015; Tourinho e Lima, 2015; Lacerda *et al.*, 2018).

Na década de 1960, contudo, o bairro da Cidade Velha já dava indícios de degradação física. Nessa época, no bairro da Campina, o uso habitacional unifamiliar era substituído por usos

terciários, e as famílias mais ricas começavam a deslocar suas moradias para as bordas e bairros do entorno do CHB (Nazaré e Batista Campos). Naquela época, o tombamento era pontual e não havia qualquer precaução de conservação e preservação garantida por legislações protecionistas (Penteado, 1968; Lima, 2015; Tourinho e Lima, 2015; Lacerda *et al.*, 2018).

A partir do final da década de 1970, para conter a destruição do patrimônio, instaura-se um conjunto de leis e normativas que impede ou limita a atuação do setor privado no CHB. Num contexto em que a política habitacional do país e os financiamentos imobiliários estavam voltados para a produção de novos imóveis e de empreendimentos habitacionais de grande porte, o CHB viu acelerar, nos anos seguintes, o processo de esvaziamento do uso habitacional e a saída das camadas de maior renda.

Nos anos de 1980, o processo de expansão dos limites urbanos e de crescimento da cidade – orientado aos eixos da Av. Augusto Montenegro, Entroncamento e BR-316 – reforçou, ainda mais, o movimento de retirada dos mais abastados a caminho de empreendimentos imobiliários vinculados aos novos modos de morar (condomínios fechados) e consumir (*shoppings centers*) (Mercês *et al.*, 2014; Lima, 2015; Tourinho e Lima, 2015; Lacerda *et al.*, 2018). Como consequência, tem-se o aumento da ociosidade imobiliária residencial e da degradação física do CHB, refletido no abandono, na descaracterização e na subutilização de várias edificações.

Para enfrentar esse movimento e salvaguardar o conjunto edificado, o poder público tem atuado basicamente em duas frentes: uma normativa; e outra promovendo intervenções destinadas a requalificar espaços públicos, prédios ou conjuntos arquitetônicos de interesse.

No que tange à primeira estratégia, uma série de leis e normas foram instituídas, dentre as quais cabe destacar: a Lei n. 7.401/1988 (Lei de Desenvolvimento Urbano) que criou o CHB; a Lei Orgânica Municipal, de 1990, que tombou e delimitou as poligonais do CHB e entorno; e a Lei Municipal n. 7.709/1994 (Lei de Preservação do Patrimônio) que regulamentou a Lei Orgânica e fixou parâmetros urbanísticos que, dentre outros, reduziram o gabarito dos edifícios, coibiram a demolição de edificações e o remembramento de lotes (Lima, 2015, Tourinho e Lima, 2015; Lacerda *et al.*, 2018; Lacerda *et al.*, 2018).

Quanto à segunda, o poder público vem implementando várias iniciativas desde os anos de 1970. A Figura 2 relaciona e aponta a localização dessas intervenções. Ela evidencia, claramente, que as intervenções governamentais ora foram dispersas, voltadas para a recuperação de monumentos arquitetônicos pontualmente localizados no espaço do CHB, ora foram concentradas em um arco situado na parte da orla que abrange a Baía do Guajará e do Rio Guamá (Tourinho e Lima, 2015; Lima, 2015).

Algumas dessas obras foram declaradamente definidas com intuito de inserir o CHB em circuitos de turismo globalizado. Aqui situam-se as intervenções implementadas na década de 1990 que readaptaram armazéns portuários e edificações públicas para desempenharem funções culturais, turísticas e de lazer, como o Complexo Feliz Lusitânia e a Estação das Docas. Outras iniciativas tiveram motivações de natureza mais endógenas e foram direcionadas para a requalificação de espaços públicos que abrigam atividades e fluxos regionais. Esses foram os casos da reforma do complexo Ver-o-Peso, que abriga os mercados de carne e peixe, além da feira, houve melhorarias no sistema viário, por meio da recuperação

de calçadões na Av. Portugal e Rua Conselheiro João Alfredo, dentre outros (Lacerda *et al.*, 2018; Tourinho e Lima, 2015; Lima, 2015).

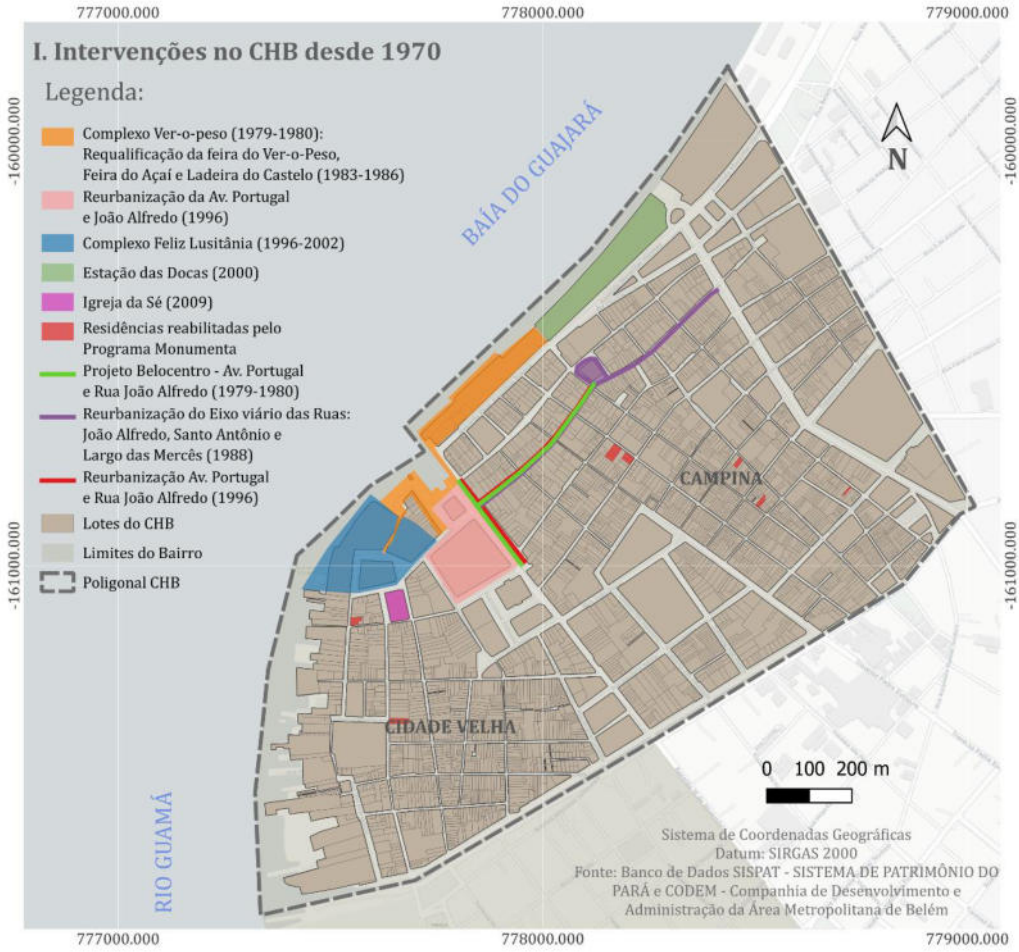


Fig. 2 Intervenções no CHB desde 1970
Fonte: Ana Beatriz Macedo e Helena Tourinho (2024).

No que diz respeito às ações das esferas federal, estadual e municipal relacionadas à habitação, estudos mostram que as políticas públicas, desde a década de 1970, têm negligenciado o CHB. Entre as políticas federais, apenas o Programa Monumenta, desenvolvido pelo Ministério da Cultura (MINC), financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e apoiado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), voltava-se à reabilitação de imóveis ociosos ou malconservados em centros históricos protegidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), objetivando a restauração e preservação de edificações públicas antigas conectadas a monumentos e logradouros e de cunho privado (Santos, 2017; Santos, 2022).

O Monumenta tinha a intenção de conceder empréstimos sem acréscimo de juros e com prestações acessíveis aos proprietários que comprovassem residir no imóvel há no mínimo cinco anos (Santos, 2017). Entretanto, a captura de investimentos para a reabilitação de imóveis habitacionais privados no CHB ficou aquém das expectativas.

O primeiro edital de participação, promovido em 2005, inscreveu 13 interessados, 11 foram selecionados e somente um empréstimo foi concedido para o único beneficiário que conseguiu atender os requisitos de regularidade da posse e comprovar sua aptidão para honrar com as com a dívida a ser adquirida. *Pari passu*, o segundo edital também foi divulgado em 2005, contou com 12 cadastrados, 11 selecionados e três concessões de crédito. O terceiro edital, publicado em 2007, teve 17 interessados, 16 selecionados e três consentimentos de financiamento. O quarto e último, divulgado em 2008, indexou 50 matriculados, 49 selecionados, que até o ano de 2017, ainda estavam em tramitação para terem acesso ao empréstimo (Santos, 2017); entretanto, o Programa foi descontinuado.

Dentre os entraves à viabilização do Programa Monumenta, estava a burocracia e a exigência de comprovação da propriedade. Santos (2017) menciona também a falta de conhecimento sobre o programa pelos moradores e suas associações, bem como pelos técnicos de órgãos governamentais e instituições bancárias parceiras. Pairava a crença de que o recurso concedido no financiamento não precisava ser restituído, assim, quando os interessados entediam as reais condições de obtenção do financiamento, decidiam parar os trâmites de negociação, pois achavam que a obrigação de arcar com os custos da reabilitação das moradias era do governo, visto que seus imóveis possuíam valor histórico-cultural.

Ademais, a impossibilidade de requisição do empréstimo por agentes que não fossem os proprietários dos imóveis limitou o progresso da ação (Santos, 2017). Isso porque, muitos imóveis no CHB enfrentam situação fundiária complexa, decorrente de características históricas de formação da propriedade e do domínio dos terrenos de marinha. Os conflitos são alvos de litígio sobre os quais duas esferas governamentais — Município ou União — competem pela titularidade para fins de regularização fundiária. Tais questões prolongam-se também devido os burocráticos processos de inventário e divisão de herança (Tourinho *et al.*, 2021). Além disso, foram impedidos de acessar esses recursos todos os proprietários de residências hipotecadas.

Os outros programas habitacionais federais, a exemplo do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), Cartão Reforma e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), não possuíam viés de atuação específico aos centros históricos, destinavam-se à aquisição de materiais para obra e construção de unidades novas, o que dificultava suas operações nesse recorte espacial (Santos, 2017; 2021).

O PAR era dedicado ao estabelecimento de condições espaciais de arrendamento residencial, com opção de compra do imóvel após determinado período. Tratava-se de locação de unidades habitacionais reabilitadas ou construídas, locadas a um valor acessível para famílias de baixa renda, que contava com obras financiadas pela Caixa Econômica Federal (CAIXA). Ao final de 15 a 30 anos de locação, existe a possibilidade de a família comprar a moradia por custo residual.

No caso de habitações enderençadas em centros históricos, a renda mensal das famílias para a participação no PAR poderia ser no máximo R$ 2.200,00. Todavia, a renda média mensal por domicílio, em 2010, no bairro da Campina, era equivalente a R$ 3.062,00 e na Cidade Velha de R$ 2.770,00. Sendo assim, grande parte das famílias não estavam aptas para pleitear essa iniciativa (IBGE, 2010).

O Cartão Reforma, concebido em 2017, oferecia subsídios para a obtenção de materiais de construção para obras de reforma, acréscimo ou término de unidades habitacionais. Embora

o benefício seja gratuito, o proprietário precisava arcar com as despesas de mão de obra, que deveria ser muito mais especializada em imóveis do CHB.

O PAC, lançado em 2007, tinha como desafio a realização de obras infraestruturais, incluindo a habitação. Por mais que, em Belém, até 2017, a ação tenha produzido 9.226 unidades, essas não se encontravam dentro dos limites do CHB.

O governo do Estado do Pará focou suas ações para tornar-se operador de programas habitacionais federais. Seu único programa independente foi o "Cheque Moradia", destinado aos servidores públicos com renda mensal familiar de até três salários mínimos que desejassem ampliar, construir ou reformar habitações com verbas públicas, sem necessidade de devolução do dinheiro cedido, em semelhança ao Cartão Reforma (Santos, 2017). O perfil de renda familiar contemplado pelo programa também não condizia com o das famílias residentes do CHB, portanto, não teve aplicabilidade em tal área.

Da mesma forma que o governo estadual, o poder público municipal agiu, principalmente, como intermediador das iniciativas federais. Apenas dois programas habitacionais foram instaurados pelo Município: o Viver Belém — Servidores e o Viver Belém — Minha Casa Minha Vida. Em ambas as situações, era financiada a compra de imóvel na planta, mediante CAIXA ou Banco do Brasil em cooperação com o Sistema Financeiro de Habitação (SFH). O primeiro voltava-se aos servidores públicos municipais que ansiavam pela aquisição da casa própria. O segundo destinava-se às famílias cuja renda familiar não superasse R$ 1.600,00 e atendessem a algum dos seguintes requisitos: viver em áreas de risco; ser chefiada por mulher; ter como membro da família algum portador de necessidades especiais atestada por laudo médico; e trabalhar próximo ao empreendimento (Santos, 2017).

No ano de 2006, a atuação do governo municipal enquanto facilitador de operações federais permitiu a execução de reabilitação, via PAR, em 66 apartamentos no Edifício Justo Chermont, localizado no CHB (Lacerda *et al.,*2018). Inicialmente, os beneficiários seriam funcionários públicos, porém poucos conseguiram atender as exigências solicitadas pela CAIXA. As unidades que não foram preenchidas passaram a ser oferecidas para mutuários (Santos, 2017).

A dificuldade de emprego das políticas habitacionais no CHB, aliada ao movimento de esvaziamento do uso residencial observado neste centro, ajudam a compreender o decréscimo no número de lotes de uso exclusivamente habitacional observado entre os anos de 1997 (1.652 lotes) e 2013 (1.518 unidades). Por outro lado, aumentaram a participação de imóveis desocupados ou parcialmente ocupados (Mercês *et al.*, 2014).

Os dados de ociosidade imobiliária mensuram a existência de 982 domicílios não ocupados nos bairros da Campina (580) e Cidade Velha (402), o que em termos percentuais representa 19% do total de domicílios do CHB, cerca de 13% dos domicílios da Campina e 27,9% da Cidade Velha (IBGE, 2010).

Sobretudo a partir dos anos 1990, alguns dos imóveis habitacionais localizados no bairro da Campina passaram a abrigar o comércio popular atrelado à lógica de comercialização e gerenciamento asiáticas de produtos com baixo valor agregado. Ressalta-se também a intensificação do comércio informal nos espaços públicos, mediante presença de barracas de camelôs e vendedores ambulantes, abastecidos por fornecedores instalados nos imóveis vinculados a tais atividades comerciais no CHB (Macedo, 2020; Macedo *et al.*, 2022).

Já na Cidade Velha, chama a atenção o expressivo aumento na quantidade de ocupações irregulares da tipologia palafita que avançam sobre as margens do Rio Guamá (Lima, 2015; Lima e Tourinho, 2015; Lacerda *et al.*, 2018).

Não é demais destacar que o Plano Diretor de Belém de 2008 estabeleceu, dentre as diretrizes estabelecidas para a área que compõe o CHB, a ocupação das edificações desocupadas ou subutilizadas (Art.27) e de promoção de políticas habitacionais (Art. 113) (Belém, 2008; Mercês *et al.*, 2014; Bandeira, 2021).

Em 2010, 18.284 pessoas moravam no CHB, o que representa aumento de 4,9% em relação à população residente em 2000, mas abaixo do crescimento demográfico municipal de 8,8% (Mercês *et al.*, 2014). Esse crescimento se deu baseado no mercado de aluguel. De acordo com dados do IBGE (2010), o percentual de domicílios alugados no CHB disparou de 27,4% para 32,6%, entre 2000-2010, em compensação, decaiu o número de domicílios próprios (de 68,6% para 63,7%), dos cedidos (3,5% para 3,3%) e dos agrupados em "outros" (de 0,5% para 0,3%).

Ainda não foram disponibilizados os dados do Censo Demográfico de 2020, mas face ao crescimento do comércio popular e a forte presença de transmigrantes asiáticos notada no CHB (Tourinho *et al.*, 2019; Macedo, 2020; Macedo *et al.*, 2022), é possível inferir que tais tendências tenham se mantido. É nesse contexto que se dá o anúncio abrupto, que a cidade de Belém sediará a COP30 em 2025.

4.2 Provisões de intervenções de preparação à COP30 no CHB

A confirmação de Belém como sede da COP30 fez com que diversos projetos de requalificação de imóveis e espaços públicos que estavam represados por falta de financiamento viessem à tona à guisa de preparação do CHB para o megaevento. Ao se analisar a localização dessas intervenções no CHB, nota-se que se tratam dos mesmos prédios e espaços públicos que, historicamente, receberam recursos para reabilitação desde o final dos anos de 1970 (Figura 3).

A repetição de intervenções nos mesmos locais denota que elas foram letárgicas e desassociadas de ações de manutenção e conservação, ao passo que as áreas em que predominam imóveis residenciais ociosos no miolo são novamente ignoradas.

O investimento a ser realizado no CHB está na ordem de R$70 milhões. Por outro lado, o valor investido para a implementação de projetos de parques lineares em canais situados em bairros do entorno do CHB supera a marca de meio bilhão de reais.

A instalação de grandes projetos urbanos nas áreas de entorno, onde a legislação é mais flexível, ajusta-se perfeitamente aos interesses de ganhos potenciais de empreendimentos imobiliários particulares associados a espaços públicos renovados. Não é por coincidência que paralelamente, ao anúncio de tais obras, cerca de 16 prédios comerciais e habitacionais multifamiliares novos estão sendo lançados ou entregues. Isso denota a constante pressão imposta pelo mercado imobiliário sobre os limites da área tombada do CHB, constituindo-se como arco de pressão que busca estourar a bolha de proteção instaurada em detrimento dos interesses de agentes imobiliários privados.

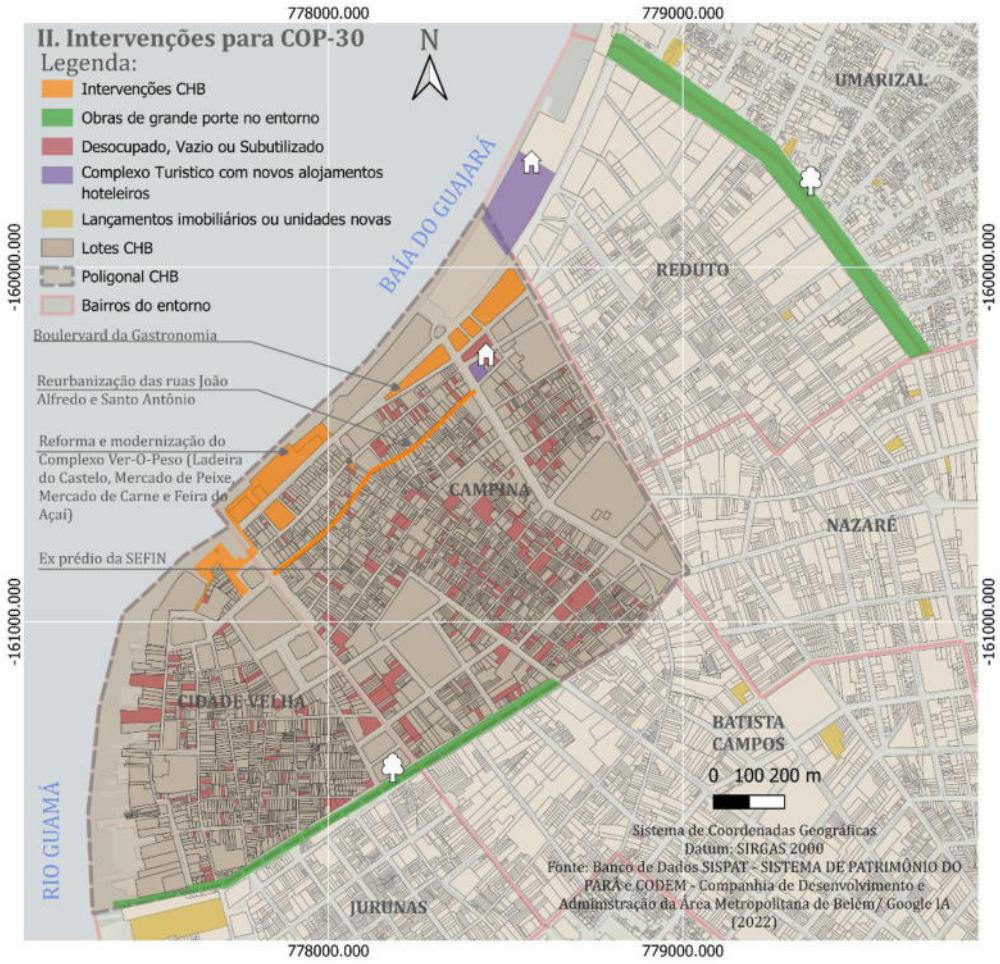


Fig. 3 Intervenções no CHB de preparação à COP30
Fonte: Ana Beatriz Macedo e Helena Tourinho (2024).

Evidencia-se também que, até então, sequer foi cogitada a promulgação de intervenções ou políticas de cunho habitacional que aproveitassem para deixar um duradouro legado ao CHB. Edificações ociosas poderiam estar sendo recuperadas para abrigar leitos temporários e, posteriormente, serem ocupadas com fins habitacionais, inclusive mediante locação comum ou social, já que o aluguel é a modalidade de ocupação que mais tem crescido e interessado aos seus usuários.

Ao invés disso, a tendência é de que imóveis públicos ociosos sejam cedidos para a instalação de hotéis boutique por 30 anos, sendo somente 2% do total mensal arrecadado pelo hotel destinado ao pagamento de seu arrendamento. Além disso, tratativas com plataformas de alojamento de curta temporada foram assinadas e podem estimular a destinação de imóveis ociosos a essa finalidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ostensiva ociosidade de imóveis no CHB torna legítimo pensar sobre políticas habitacionais que viabilizem a ocupação da área, inclusive para o aluguel comum ou social. A destinação de imóveis ociosos a usos de hospedagem e a inexistência de ações habitacionais podem prejudicar a promoção de moradias dignas, bem localizadas e infraestruturadas, com acessibilidade e oferta de emprego.

As intervenções previstas no CHB para preparar a cidade para receber a COP30 seguem a lógica historicamente construída de ignorar o uso habitacional, agora potencializada pela competição por excedente de capital global e pelo empreendedorismo urbano. Por isso, voltam os recursos públicos para o setor terciário e turístico, buscando divulgar ações de *marketing* urbano.

Os projetos urbanos a serem implementados fazem parte de um urbanismo *ad hoc* centrado na reabilitação de monumentos e prédios específicos, mas que não prevê a continuidade da manutenção do "legado" que será deixado.

A propagação da ideologia de casa própria, e a atribuição da função de promover o acesso à moradia ao mercado retiram a responsabilidade do poder público de garantir o direito à habitação e impulsiona o endividamento familiar a partir da concessão de crédito. Os escassos programas habitacionais que conseguiram penetrar o CHB, através dos tempos, tiveram impacto muito limitado e apenas concediam empréstimo a juros.

A carência de iniciativas habitacionais, mesmo aquelas orientadas ao comprometimento financeiro, pode indicar a existência de processo de especulação imobiliária no CHB, em que os imóveis ociosos ficam retidos pelos agentes do mercado imobiliário à espera de ganhos políticos e fundiários colossais, inclusive com aluguéis no período da COP30.

Ademais, escancara a contradição entre o discurso propagado que declara a promoção do desenvolvimento sustentável para mitigação das mudanças climáticas, e intervenções que não consideram a possibilidade de reutilização de vários imóveis sem uso, muito menos um planejamento de usos para o CHB a longo prazo.

Por fim, o observado até o presente, indica a necessidade de constante acompanhamento das propostas de reabilitação dos espaços públicos e destinação de imóveis habitacionais ociosos que vêm, paulatinamente, sendo anunciadas até a realização da COP30.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – PROSUP PROCESSO Nº 88882-507993/2020-01.

5 REFERÊNCIAS

Belém (2004) **Plano de Desenvolvimento Local Sustentável do Centro Histórico de Belém**, Pará, Belém.

Belém (2008) **Plano Diretor do Município de Belém - Lei nº. 8.655/2008**. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf.

Harvey, D. (1992) **Condição pós-moderna:** Uma Pesquisa sobre as Origens da Mudança Cultural. Boitempo, São Paulo.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Censo demográfico 2010: microdados da amostra - Pará. Rio de Janeiro. Disponível em:

http://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?u=ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/Microdados/PA.zip.

Lacerda, N., Tourinho, H. L. Z., Lôbo, M. A. A. e Venâncio, M. W.C. (2018) "Dinâmica do mercado imobiliário nos centros históricos em tempos de globalização: os casos do Recife, Belém e São Luís (Brasil)", **Cadernos Metrópole**, 20(42), p. 443–469. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/2236-9996.2018-4207.

Lima, D. B. O. (2015) A Percepção dos Agentes do Mercado Imobiliário sobre a Preservação e a Legislação do Centro Histórico de Belém. Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia, Belém. Brasil. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Q4PE20z1qTbHhAncI9ZFdhrImMS2i9hN/view.

Macedo, A. B. F. (2020) Made *in Asia*: Comércio Asiático e Morfologia Urbana no Centro Histórico de Belém (PA). Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia, Belém. Brasil. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1fcrK3bjlR94BJFmfe-6o468Yx3ysZOMs/view.

Macedo, A. B. F., Tourinho, H. L. Z. e Fróes, N. A. (2022) Globalização não-hegemônica e mudanças no centro histórico de Belém. **V!RUS** [online] (24), p 143-158. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/virus/papers/v24/735/735pt.php.

Mercês, S. S. S., Tourinho, H. L. Z. e Arbage Lobo, M. A. (2014) "Locação Social no Centro Histórico de Belém: investigação introdutória", **Caderno CRH**, 27(71). doi: 10.9771/ccrh.v27i71.19694.

QGIS Development Team. (2023) *QGIS Geographic Information System*. **Open Source Geospatial Foundation Project.** Disponível em: http://qgis.org.

Rolnik, R. (2015) **Guerra dos lugares:** a colonização da terra e da moradia na era das finanças. Edições Loyola, São Paulo.

Santos, B. B (2017) Programas Habitacionais e a Ociosidade Imobiliária no Centro Histórico de Belém. Trabalho Final de Graduação. Universidade da Amazônia, Belém. Brasil.

Santos, B. B (2021) Ociosidade Imobiliária no Centro Histórico de Belém. Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia, Belém. Brasil.

Santos, J. A. O (2022) Programa Monumenta e os principais programas de preservação antecedentes. **Arq.urb**, 34(1), 45-53. Disponível em: https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/589.

Tourinho, H. L. Z. e Lima, D. B. O. (2016) Planos urbanos e centro histórico de Belém. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo** [online] 22(30), 44-63. Disponível em: https://doi.org/10.5752/p.2316-1752.2015v22n30p44.

Vainer, C (2000) Pátria, empresa e mercadoria: Notas sobre a estratégia discursiva do Planejamento Estratégico Urbano, in Arantes, O., Vainer, C., Maricato, E. (eds.), **A cidade do pensamento único:** desmanchando consensos. Rio de Janeiro, Petrópolis.

VACÂNCIA HABITACIONAL: UMA SOLUÇÃO PARA O DÉFICIT HABITACIONAL?

M. S. Jesus & E. P. Araujo

RESUMO

Analisa-se os domicílios vagos nas áreas centrais do Distrito Federal/DF, a demanda habitacional e as possibilidades de uso residencial, a partir do conceito de vacância. Destaca-se as regiões do DF com maior incidência de vacância. Indica-se as tipologias de imóveis possíveis para reurbanização, adotando-se o uso combinado misto como possíveis soluções de uso da vacância imobiliária do Setor Comercial Sul/DF. Orienta-se a utilização combinada e criteriosa de instrumentos de política urbana e habitacional de interesse social em áreas centrais/DF, como estratégias de reocupação dos imóveis vazios e democratização da cidade. Utiliza-se a análise documental para o registro e sistematização do estudo, análise e aplicabilidade. Busca-se disseminar o conhecimento e contribuir com o incentivo a novas pesquisas sobre política urbana e habitacional. Conclui-se que é possível reduzir o déficit habitacional com outras formas de politica habitacional – imóveis vagos nas áreas centrais do DF - evitando o espalhamento das cidades.

1 INTRODUÇÃO

O montante de domicílios vagos se destaca a cada nova pesquisa de dados habitacionais. No Distrito Federal-DF, por exemplo, de acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios-PNAD de 2015, foram identificados 69.447 domicílios vagos, sendo que, quase a sua totalidade localizada em área urbana. Por outro lado, conforme dados divulgados pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal-CODEPLAN/DF, a demanda por moradias no mesmo período era de 117.536 novos domicílios urbanos. Utilizando-se uma conta simplista, esses 69.447 domicílios vagos atenderiam quase 50% da demanda por novas moradias no DF, considerando-se, portanto, um precioso recurso desperdiçado.

A aparente contradição entre um déficit de moradias, contrapondo com os números de vacância, é sempre uma fonte de questionamento e um poderoso tema a ser explorado. Conforme relata Bonduki (2018)[1], antecede um trabalho fundamental: identificar esses imóveis, sua destinação atual e novas possibilidades, para que cumpram sua função social conforme estabelece o Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/01.

[1] Dados publicados por BONDUKI (2018). Disponível em https://fase.org.br/pt/informe-se/artigos/tanta-casa-sem-gente-tanta-gente-sem-casa-os-criminosos-sao-velhos-conhecidos/. Acesso em 12 de abril de 2024.

Os domicílios vagos constituem um estoque potencial no mercado e parque residencial, pois correspondem a unidades prontas e em condições de serem habitadas à curto prazo, para combater o déficit habitacional em várias faixas de renda. Calcula-se que grande parte do déficit habitacional atinge com maior intensidade as famílias de baixa renda. E que grande parte dos imóveis vagos sejam adequados ao perfil de famílias que precisam ser atendidas, nas faixas de renda de até 3 salários-mínimos mensais. No entanto, é um tema pouco conhecido, a desafiar estudos por parte dos profissionais da Arquitetura e Urbanismo.

As grandes cidades do mundo, como São Paulo e Nova York, têm utilizado amplamente os instrumentos de política urbana e habitacional para fazer valer a função social da cidade, combater o déficit habitacional, além do combate à especulação imobiliária. Neste cenário, políticas públicas habitacionais, como as da "Locação Social"[2] podem ser mais efetivas do que o financiamento de habitações prontas, que geram comprometimento da renda com a prestação da casa própria e custos de serviços públicos.

Recentemente, a equipe técnica da área urbanística do Governo do Distrito Federal-DF iniciou a retomada do estudo e debate sobre os imóveis vagos na área central de Brasília. Um tema que integra a pauta da Arquitetura e Urbanismo, é parte fundamental do Direito à Cidade e que tem seus marcos referenciais no Estatuto da Cidade[3] e no princípio da função social da cidade. Tal debate surgiu em virtude de um problema: a quantidade expressiva de imóveis ociosos na área central do Plano Piloto de Brasília-PPB, a maioria destinados a lojas, escritórios, salas comerciais, em pousadas ilegais, dotados de toda infraestrutura, e que poderiam ser utilizados para atender à crescente demanda por novas moradias.

Representa, portanto, buscar soluções para preservar, dinamizar e democratizar o centro da cidade com a utilização combinada de um conjunto de instrumentos de política urbana e habitacional para aplicação criteriosa em setores centrais de Brasília. Tal solução pode ser estudada também para os setores centrais das diversas cidades satélites do DF.

Assim, esta pesquisa emergiu diante deste cenário, com os seguintes questionamentos: qual a vacância habitacional do DF? A vacância imobiliária pode ser uma solução para atender o déficit habitacional? Qual a contribuição acadêmica que possa subsidiar a essas questões de forma aplicada no caso do DF?

O objetivo é identificar a vacância habitacional do DF e os instrumentos de política urbana relacionados ao estudo de vacância para subsidiar a implementação de políticas públicas habitacionais no DF. Visa também contribuir para que novos estudos e pesquisas científicas sejam produzidas e atualizadas, utilizando-se de casos de sucesso já implantados em grandes centros urbanos, visando disseminar o conhecimento e alavancar possíveis soluções sobre o uso dos espaços e edifícios vazios ou subocupados das cidades.

2 CONCEITO E ESTUDOS DE VACÂNCIA

Utilizaremos nesta pesquisa o conceito de vacância nos estudos realizados por Nadalin (1987), definida como a quantidade de propriedades não ocupadas com relação ao total do estoque. Ou seja, a proporção entre os domicílios vagos com relação ao total de domicílios de um

[2] Programa habitacional que tem por objetivo ampliar as formas de acesso à moradia para a população de baixa renda por meio da oferta de aluguel de unidades habitacionais já construídas. (D'Ottaviano, 2014).
[3] Representado pela Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que abarca um conjunto de princípios e instrumentos para a política urbana no País, nos níveis federal, estadual e municipal. (BRASIL, 2001).

determinado estoque. Além de indicar como funcionam os mecanismos de ajustes entre demanda e oferta, essa taxa também indica a existência de falha de mercado.

Os estudos realizados por Nadalin (2018)[4] e Balbim & Nadalin (2011)[5], pesquisadores do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada-IPEA, trazem a definição e as regras de funcionamento básicas das taxas de vacância residenciais a partir do arcabouço da teoria econômica. Apresentam também, os mecanismos que fazem da taxa de vacância um indicativo da dinâmica do mercado imobiliário, ao mesmo tempo em que pode indicar desperdício de um recurso escasso, a moradia. Concluem que a quantidade de domicílios vagos é comparável ao déficit habitacional brasileiro. Tais estudos constituíram-se as principais fontes de subsídio para esta pesquisa.

Os estudos de Peixoto (2011), indicam algumas estratégias de estímulo a reocupação dos imóveis vagos. A primeira delas, como estratégia de informação, é a elaboração de um banco de dados de lotes e edificações, baseado em uma coleta ampla e sistemática de informações a serem periodicamente atualizadas. Acredita-se que a falta de informações sistemáticas sobre os imóveis vagos é uma das razões para que, até então, o problema não tenha sido tratado com a urgência que merece.

Facilitar o acesso municipal aos imóveis vagos estaduais e federais é uma recomendação citada por Peixoto (2011), que já está sendo posta em prática pela legislação brasileira para o caso de imóveis vagos da União. A lei federal 11.481/2007 que dispõe sobre a regularização fundiária é um avanço nesse sentido e pode ser um estímulo para a criação de leis estaduais com o mesmo propósito. Além disso, revisões nas legislações edilícia e de zoneamento também são importantes.

Para a mudança do cenário de vacância de imóveis, Peixoto (2011) considera que as estratégias de reutilização e planejamento poderiam constituir os primeiros esforços de uma política pública nacional visando a mobilização do estoque ocioso para a promoção de Habitação de Interesse Social - HIS.

Porém, conforme Peixoto (2011), o potencial desse estoque atualmente está longe de ser aproveitado para sanar o déficit habitacional no país. Para isso, faz-se necessário conferir maior visibilidade ao fenômeno da vacância residencial e prolongar as cadeias de vacância. Para Peixoto (2011), estratégias de informação e de prevenção e estabilização também deveriam ser implementadas.

O Estatuto da Cidade[6] estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. E uma das diretrizes gerais é a garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.

---

[4] Disponível em: https://caosplanejado.com/moradias-vagas-um-precioso-recurso-desperdicado/. Acesso em: 02 de maio de 2024.

[5] Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5543/1/BRU_n6_padroes.pdf. Acesso em 12 de maio de 2024.

[6] Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf, acesso em 09 de março de 2024.

Nesse sentido, Schvarsberg (2019) também apresenta como proposta de estratégia a promoção de uma demarcação urbanística, definindo perímetros com áreas e imóveis, bem como a gravação de Zonas Especiais de Interesse Social-ZEIS em áreas centrais de todas as Regiões Administrativas-RA do DF que utilizam o seu potencial máximo construtivo.

2.1 Instrumentos de Política Urbana e Habitacional

Na nova ordem jurídico-urbanístico-brasileira, consolidada pela promulgação da Constituição Federal de 1988 e, sobretudo, pela regulamentação do capítulo da Política Urbana pelo Estatudo da Cidade[7], de 2001, as regras de zoneamento, uso e ocupação do solo, bem como os instrumentos urbanísticos adotados pelos Planos Diretores, como norma básica da política de desenvolvimento e expansão urbana, são a peça-chave para promover o combate à retenção especulativa de imóveis urbanos, fazendo com a cidade e as propriedades urbanas atendam à função social.

Conforme determina o Estatudo da Cidade, os municípios devem elaborar seus planos diretores observando não apenas as diretrizes orientadoras da política urbana, mas através dos novos instrumentos urbanísticos introduzidos pela Lei. Dentre os instrumentos estão a regulamentação e a adoção do gravame de ZEIS – citada no artigo 4º da Lei 10.257/01 - que possibilita a utilização de um regime urbanístico próprio, proposto a partir do projeto urbanístico. Nesse sentido, essa diretriz permite o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação.

De acordo com Fernandes Júnior & Araujo (2015, p. 143), através de instrumentos como as ZEIS, é possível propor e produzir regularizações fundiárias que respeitem o existente sem perder de vista um critério de habitabilidade, sustentabilidade e qualidade de vida. As ZEIS também podem ser utilizadas para gravar áreas na cidade para fins de produção de Habitação de Interesse Social-HIS.

Fernandes Junior & Araujo (2015) destacam que o artigo 5º do Estatudo da Cidade regulamentou os instrumentos de combate à retenção especulativa de imóveis urbanos, trazendo regras mínimas para que os municípios possam aplicar a notificação para parcelamento, edificação ou utilização de imóveis não utilizados, subutilizados ou não edificados. Tais instrumentos são essenciais para o monitoramento do cumprimento da função social de propriedade, devendo ser previstos nos Planos Diretores, territorializados no mapa e serem identificadas as áreas da cidade em que tais instrumentos serão aplicados. O município poderá lançar o IPTU progressivo no tempo e, após cinco anos de incidência de alíquotas que podem dobrar em relação ao ano anterior, o município poderá ainda lançar mão da desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública.

Estes são instrumentos inovadores em termos de política urbana, que para constar no ordenamento jurídico devem ser previstos no Plano Diretor. Os planos diretores devem indicar as áreas do município que aplicarão outros instrumentos urbanísticos, como o direito de preempção, a outorga onerosa do direito de construir, as áreas em que os proprietários poderão

[7] Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, que estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. (BRASIL, 2001). Disponivel em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em 10 de maio de 2024.

realizar a transferência do direito de construir e as áreas que estarão sujeitas à realização de operações urbanas consorciadas. (Fernandes Junior & Araujo, 2015).

Schvarsberg (2019) ressalta que as diversas possibilidades de destinação de imóveis para moradia no PPB devem ser garantidas nas revisões em andamento do Plano de Preservação do Centro Urbanístico de Brasília – PPCUB e do Plano Diretor de Transportes Públicos – PDTU. E por se tratar de área tombada, deverá passar pela análise criteriosa do Instituto do Patrimônio Histórico Nacional – IPHAN e do Conselho de Planejamento Territorial e Urbano-CONPLAN.

Schvarsberg (2019) propõe como perspectiva de uma Política Urbana e HIS, que esta seja específica para o Centro Metropolitano da Cidade e com utilização combinada de um conjunto de instrumentos de política urbana e habitacional para aplicação criteriosa em setores centrais, a exemplo, cita áreas centrais do Plano Piloto de Brasília-PPB, que também dispõe de um considerável estoque de imóveis vazios: Setor Comercial Sul - SCS, Setor Comercial Norte-SCN, Setor de Autarquias Sul-SAUS, Setor de Autarquias Norte-SAUN, Setor Bancário Sul-SBS, Setor Bancário Norte-SBN, W3 sul e norte, dentre outros.

Conforme Schvarsberg (2019), o uso combinado misto, com atividades comerciais no térreo e moradia nos andares superiores, constitui uma estratégia de reocupação de imóveis vazios e, além disso, ajuda a democratizar locais elitizados, como os já existentes legalmente na W3 Norte do PPB. Porém, sem que essa prática comprometa os princípios do tombamento e da preservação patrimonial da cidade.

3 OS DADOS DE VACÂNCIA DO DF

Em 2015, a SEDUH/GDF iniciou um trabalho junto ao Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília – PPCUB de previsão de uma Política Habitacional para o provimento de habitação de interesse social no Conjunto Urbanístico de Brasília – CUB[8]. Neste mesmo ano, o PPB abrigava 41,53% dos empregos totais da cidade, mas apenas 7,2% atendiam a sua população. Isso significa que mais de 50% (cerca de 434.318 trabalhadores) se deslocavam diariamente das demais RA's para trabalhar no PPB, configurando um grande movimento pendular de pessoas entre a periferia e o núcleo central.

Esse quadro de segregação e exclusão socioespacial, de acordo com a SEDUH/GDF, está ligado ao encarecimento do preço do solo nas áreas centrais, à ausência de regulação da ação dos agentes econômicos envolvidos na produção da cidade e à produção de habitação popular nas periferias. Tais fatores consolidaram um modelo de ocupação centro-periferia associado à distribuição injusta de serviços e de infraestrutura e a um déficit habitacional de cerca de 116.000 famílias.

Para reverter esse quadro, uma alternativa apontada pela SEDUH/GDF foi a oferta de moradia em áreas centrais às populações com menor renda e em déficit habitacional, privilegiando aqueles que trabalham no PPB e moram fora dele, promovendo a integração com as de demais rendas. Morar em áreas centrais propicia o direito à cidade em áreas mais servidas de infraestrutura, serviços e ofertas de emprego. Parte do pressuposto que garantir o acesso à cidade e a espaços públicos de qualidade possibilita saúde e bem-estar aos moradores, assim como o intercâmbio de expressões culturais.

[8] Abrange o Plano Piloto, Sudoeste, Octogonal, Cruzeiro e Candangolândia.

Assim, utilizou-se como fontes de dados para esta pesquisa, os estudos realizados pela CODEPLAN (2019) e pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação do GDF– SEDUH/GDF (2018), especialmente os estudos técnicos de revisão do Plano de Habitação de Interesse Social do DF - PLANDHIS/DF.

Considera-se, nos estudos da CODEPLAN/GDF (2019), o indicador de domicílios vagos urbanos e o percentual (%) de domicílios, obtido da seguinte forma:

Indicador Domicílios vagos Urbanos => número total de domicílios vagos / número total de domicílios urbanos x 100.

Seu objetivo é aferir a proporção de domicílios vagos urbanos em relação ao total de domicílios por Região Administrativa-RA. A vacância dos domicílios é um indicador do não cumprimento da função social de propriedade urbana e uma alternativa para oferta habitacional de interesse social em áreas centrais da cidade.

A quantidade de Domicílios Urbanos é dada pelo número total de "domicílios permanentes"[9], em locais estruturalmente independentes que são destinados à habitação, particulares ou coletivas urbanas.

A Figura 1, a seguir, representa os percentual de vacância imobiliária – comerciais, residenciais, industriais e públicos – por RA do DF:

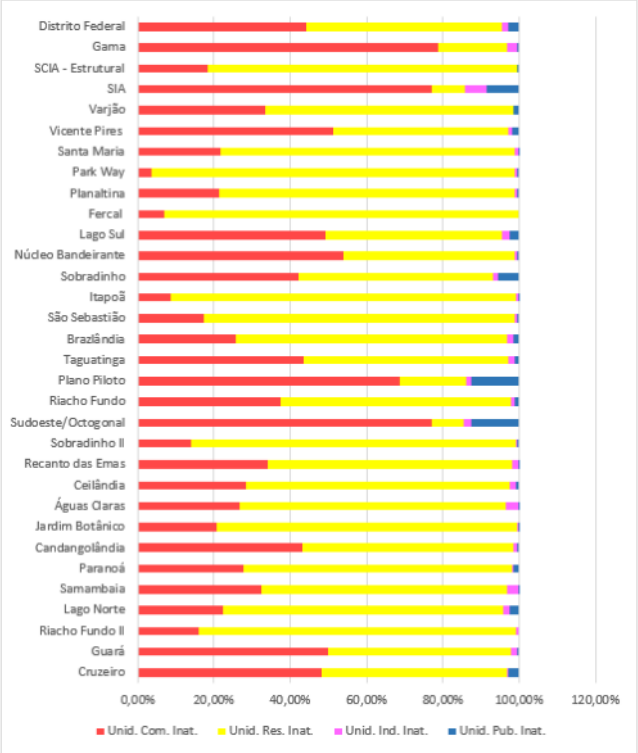


Fig. 1 – Percentual de Vacância Imobiliária Urbana por RA/DF (2017)

[9] Construído para servir exclusivamente à habitação e que, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/glossario.html. Acesso em 18 de julho de 2023.

Para calcular os domicílios vagos nas regiões administrativas, a SEDUH/GDF utilizou a mesma metodologia, considerando os dados de fornecimento de água nos domicílios. Para o cálculo, utiliza-se o percentual de unidades de consumo de água (inativas) como métrica aproximada da vacância imobiliária.

Observa-se pelos dados da Fig. 1, que as regiões com maior percentual de vacância imobiliária absoluta, tendo como base as unidades comerciais inativas, são: Gama, SIA, Sudoeste/Octogonal e Plano Piloto. Considerando as unidades públicas inativas, o Plano Piloto e Sudoeste/Octogonal apresentam os maiores percentuais.

Em termos absolutos, o PPB apresenta os resultados mais expressivos de imóveis vazios, com 11.334 unidades vagas, conforme demonstrado na Figura 2, abaixo. Isso se deve à grande concentração de imóveis comerciais vazios na área central (SCS, SBS, SAS, SBN, SCN, SAN e W3 Sul).

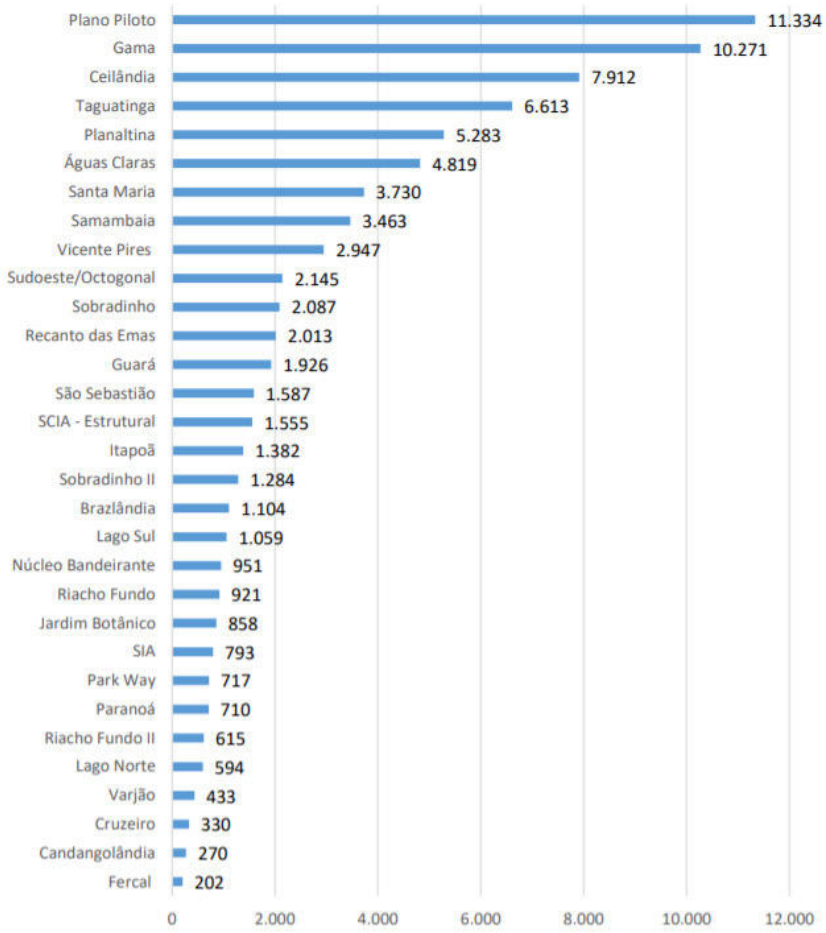


Fig. 2 – Quantidade de Vacância Imobiliária Urbana por RA/DF (2017)

Conforme demonstrado na Figura 3, abaixo, o indicador de Vacância Imobiliária Urbana para o DF apresentou um resultado de 6,37% de unidades imobiliárias vagas (com ligações de água inativas). Em termos absolutos, esse percentual corresponde a 79.908 unidades, em um universo de 1.259.905.

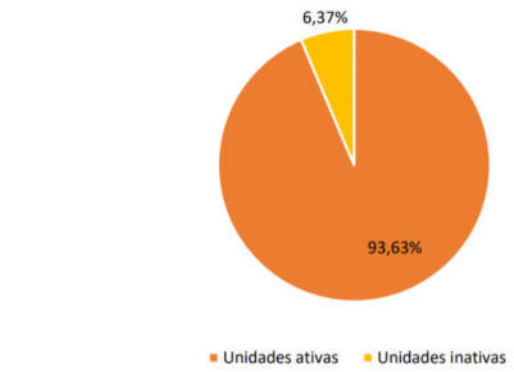


Fig. 3: Vacância Imobiliária Urbana - DF (% de unidades)

A Figura 4, a seguir, apresenta a vacância imobiliária urbana para o DF desagregada pelos usos definidos na base de dados da CAESB (comercial, residencial, industrial e público). Essa mesma distribuição, por RA.

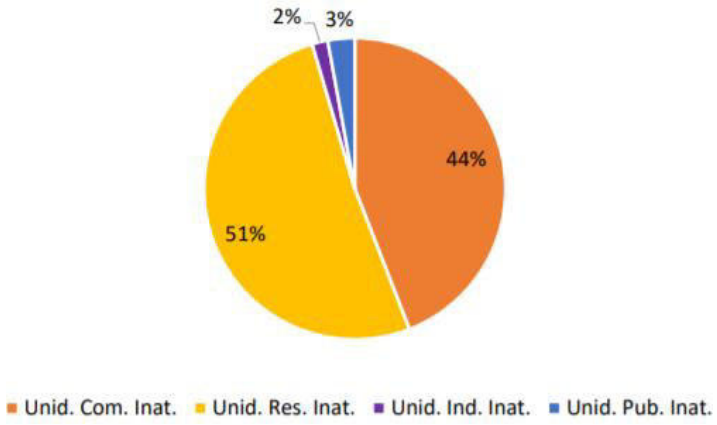


Fig. 4: Vacância Imobiliária Urbana por Uso - DF (% de unidades)

A Figura 5, a seguir, demonstra as maiores concentrações de unidades inativas (comerciais, residenciais, públicas e industriais):

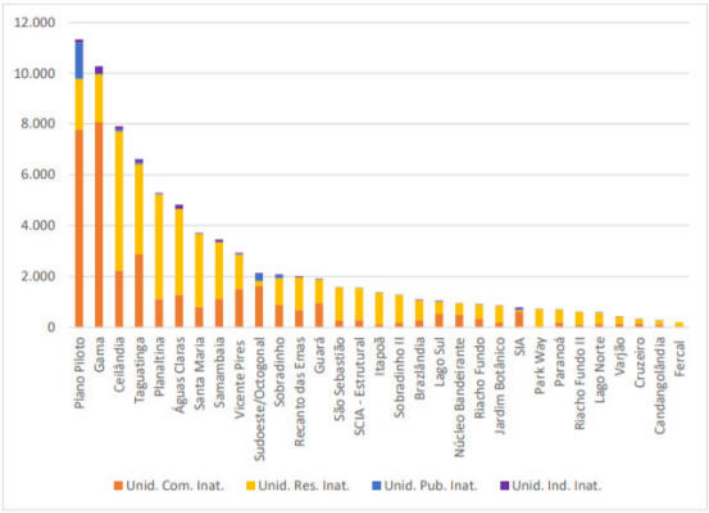
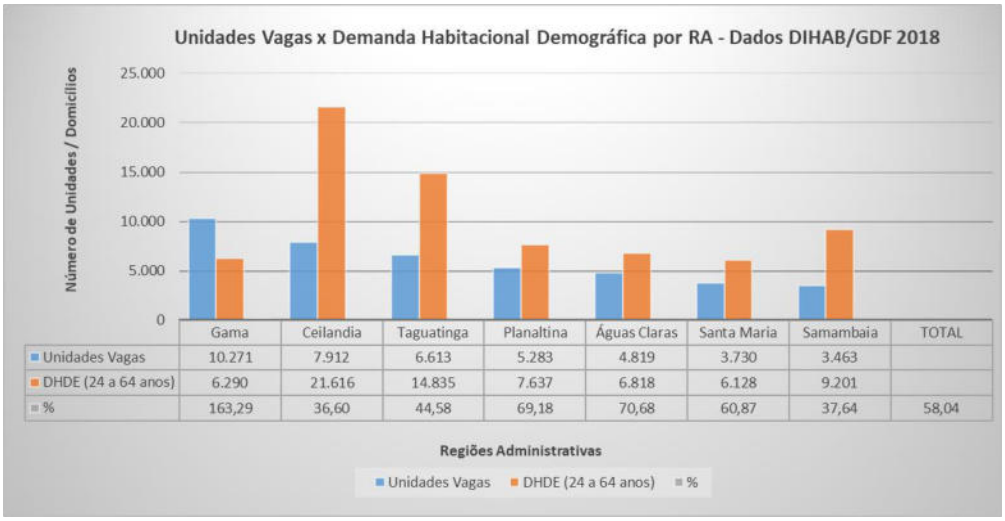


Fig. 5: Vacância Imobiliária Urbana por Uso – RA/DF

Observa-se que as maiores concentrações se encontram nas regiões do Plano Piloto, Gama, Ceilândia e Taguatinga. No Plano Piloto se deve à grande concentração de imóveis vazios nas áreas centrais (SCS, SBS, SAS, SBN, SCN, SAN e W3 Sul). No Gama, devido a mudança do PDF, que transformou áreas industriais em residenciais, com grande oferta de imóveis. Em Ceilândia, pode-se explicar pela grande quantidade de imóveis comerciais inativos nas principais vias da cidade.

Em outras RA's do DF também apresentam um considerável número de pessoas que pretendem formar um novo arranjo domiciliar. Conforme os números da Demanda Habitacional Demográfica-DHDE, do total de 79.908 unidades habitacionais vagas no DF, cerca de 42.000 unidades correspondem às RA's Gama, Ceilândia, Taguatinga, Planaltina, Águas Claras, Santa Maria e Samambaia.

Verificando os dados de demanda habitacional demográfica urbana, por RA, essas 42.000 unidades vagas poderiam suprir cerca de 58% da demanda de novas unidades para as mesmas regiões, sem prejudicar as transações de moradias na região, conforme demonstrado na Figura 6 a seguir.



	Gama	Ceilandia	Taguatinga	Planaltina	Águas Claras	Santa Maria	Samambaia	TOTAL
Unidades Vagas	10.271	7.912	6.613	5.283	4.819	3.730	3.463	
DHDE (24 a 64 anos)	6.290	21.616	14.835	7.637	6.818	6.128	9.201	
%	163,29	36,60	44,58	69,18	70,68	60,87	37,64	58,04

Fig. 6 – Unidades Vagas x DHDE (Dados DIHAB/2018)

Pelos dados apresentados na Figura 6, apenas na RA Gama o número de unidades vagas seria suficiente para atender a demanda habitacional daquela região. A RA Ceilândia apresenta o menor percentual de unidades vagas em relação à sua DHDE, equivalente a 36,6%, sendo que, essa RA apresenta a maior DHDE comparativamente com as demais.

A vacância habitacional do DF, em termos absolutos, conforme demonstrado durante a pesquisa, considerando os dados da CAESB de 2018 de unidades de consumo de água inativas como métrica aproximada de vacância imobiliária, apresenta os resultados mais expressivos no PPB, região central do DF, com 11.334 unidades vagas. Em seguida, destacam-se as cidades do Gama (10.271), Ceilândia (7.912) e Taguatinga (6.613). A vacância total do DF, também em termos absolutos, corresponde a 79.908 unidades, o que corresponde a 6,37% de um universo de 1.259.905 unidades.

O déficit habitacional do DF, conforme estudos da Fundação João Pinheiro[10], dados de 2015, é de 129.630 unidades. Sendo que, cerca de 70% deste déficit tem como componente principal o ônus excessivo com aluguel. Entre os anos de 2011 e 2015, o déficit habitacional médio no DF corresponde a 13,26% do total de domicílios urbanos.

Estudos sobre a demanda habitacional demográfica[11], realizados pela CAIXA, indicam que a região de Ceilândia possui a maior demanda habitacional absoluta, com 21.616 domicílios. Em segundo lugar a região de Taguatinga, com 14.835. Em terceiro o Plano Piloto, com 12.967 domicílios. A demanda habitacional demográfica total do DF é de 131.644 moradias.

Comparando-se esses dois indicadores do DF, observa-se que tanto o déficit habitacional (129.630 unidades), quanto a demanda habitacional (131.644 unidades), apresentam resultados aproximados e, portanto, apontam uma considerável carência de moradias, em torno de 130 mil unidades. Observando esses indicadores, poder-se-ia imaginar uma simplista solução, alocando diretamente famílias que estão na fila por habitação de interesse social nas unidades vazias da cidade. Ou seja, as 79.908 unidades vagas no DF poderiam atender 61,4% do déficit habitacional.

Destaca-se que em outras grandes cidades brasileiras, como São Paulo e Belo Horizonte, esse cenário não é diferente. Em Belo Horizonte, São Paulo e Distrito Federal estudos realizados apresentam estratégias de estímulo a reocupação dos imóveis vagos, todas elas visando a mobilização do estoque ocioso para a promoção de habitação de interesse social, pois, cerca de 90% do total do déficit habitacional é composto pela população com renda igual ou inferior a 3 salários-mínimos, conforme os dados do déficit habitacional da Fundação João Pinheiro.

4 CONCLUSÃO

O SCS foi levantado como uma localidade muito propícia para o provimento de habitação de interesse social, visto a sua localização em relação aos centros de emprego e ao esvaziamento dos imóveis comerciais que o setor tem sofrido nos últimos anos. Detectou-se uma vacância[12] de aproximadamente 25% do setor e aliada ao provimento habitacional, incluiria a estratégia de reabilitação dos edifícios do Setor.

Assim, aliada ao provimento habitacional, inclui-se a estratégia de reabilitação dos edifícios do SCS na política habitacional a ser adotada pela SEDUH/GDF, considerando ser esta uma localidade muito propícia para o provimento de habitação de interesse social, visto a sua localização em relação aos centros de emprego e ao esvaziamento que o setor tem sofrido nos últimos anos.

Nesse sentido, a estratégia de Política Habitacional no CUB priorizaria a população em déficit habitacional e que ali trabalha, valorizando e reconhecendo as relações sociais existentes dessa população e permitindo às famílias optarem por serem beneficiadas próximas às localidades onde trabalham.

[10] Disponivel em: https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/. Acesso em 15 de maio de 2024.
[11] Disponível em https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/demanda_habitacional.pdf. Acesso em 15 de maio de 2024.
[12] Disponível em http://www.seduh.df.gov.br/governo-propoe-residencias-no-setor-comercial-sul/. Acesso em 17 de maio de 2024.

De acordo com (Schvarsberg, 2019), para a reabilitação dos imóveis vagos das áreas centrais do DF, recomenda-se uma política urbana e habitacional de interesse social - com a criação de ZEIS - específica para os imóveis vagos do centro metropolitano do DF, adotando-se o uso combinado misto, com atividades comerciais no térreo e moradia nos pavimentos superiores. Constituindo assim, como uma estratégia de reocupação dos imóveis vazios e de democratização de locais elitizados. Porém, sem comprometer os princípios do tombamento e da preservação do património histórico das áreas centrais do PPB.

Schvarsberg (2019) alerta que, para a alteração de usos nas áreas centrais do PPB, necessita-se de um planejamento da mobilidade urbana para estas áreas, com ênfase na mobilidade ativa (pedestres e ciclistas). Destaca que as alterações dos usos e destinações das unidades vazias devem ser garantidas nas revisões em andamento do PPCUB e do PDTU. Além de passar pela análise criteriosa do IPHAN e do CONPLAN, de forma consequente com a Política Habitacional do DF que se encontra em exame na revisão do PLANDHIS.

Conclui-se, portanto, que a pesquisa nos permitiu produzir um conhecimento e análise crítica sobre o estado de vacância imobiliária, especialmente a habitacional no DF. Considera-se que este conhecimento seja de importância fundamental e estratégica para a formulação de políticas públicas urbanas, particularmente a habitacional, de transportes e mobilidade urbana, como também políticas e econômicas, sociais, culturais e de segurança no DF.

Percebe-se uma lacuna importante a ser preenchida e atualizada em novos estudos sobre a vacância no DF, sobretudo devendo considerar os impactos do periodo pandemia - março de 2020 até aqui. E assim, apontar diretrizes para políticas urbanas pós-pandemia, em projetos de arquitetura que visem a melhoria dos ambientes de trabalho e moradia, bem como, da interação entre os múltiplos espaços (moradia, lazer e trabalho). Tais políticas poderão contribuir para a melhoria de programas habitacionais.

Espera-se que esta pesquisa seja um estímulo para a realização de novos estudos dentro do tema, e que sirva de alerta aos gestores públicos acerca da importância e da necessidade de implementação de outras políticas habitacionais, além daquelas pressionadas pelo mercado imobiliário: pressão constante por construir novas moradias de média e alta renda e contribuir ainda mais com o espalhamento das cidades.

5 REFERÊNCIAS

BALBIM, Renato; NADALIN, Vanessa Gapriotti. (2011) **Padrões espaciais da vacância residencial brasileira.** Brasília**,** DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Boletim regional, urbano e ambiental, 06 de dezembro de 2011.

BONDUKI, Nabil. (2018) **Tanta casa sem gente, tanta gente sem casa: os criminosos são velhos conhecidos.** São Paulo, SP: www.fase.org.br. São Paulo, 03 de maio de 2018.

BRASIL. (2001) **Estatuto da Cidade. Lei nº 10,257, de 10 de julho de 2001**. Ministério das Cidades. 2001. Brasília. Disponivel em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257. Acesso em 19 de julho de 2023.

_____. (2015) **Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios e IPTU progressivo no tempo: regulação e aplicação.** Brasília, DF. Ministério da Justiça, Secretaria de assuntos legislativos. Disponível em: http://pensando.mj.gov.br/wpcontent/uploads/2015/11/PoD_56_web1.pdf. Acesso em 19 de julho de 2021.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do DF. (2019) **Panorama habitacional prospectivo para 2020/2025.** Brasília, DF. Gerência de Estudos Urbanos GEURB/DEURA/CODEPLAN (Sergio Jatobá); Diretoria de Estudos e Políticas Sociais – DIPOS/CODEPLAN (Ana Maria Nogales Vasconcelos).

D'OTTAVIANO, Camila. (2014) **Política habitacional no brasil e programa de locação social paulistano.** Salvador, BA. Caderno CRH, v. 27, n. 71, p. 255-266, maio/ago. 2014.

FERNANDES JUNIOR, Edésio; ARAUJO, Rogério Palhares Zschaber - organizadores. (2015) **Entre o urbano, o social e o ambiental: a práxis em perspectiva.** Belo Horizonte, MG. Gaia Cultural – Cultura e Meio Ambiente.

PEIXOTO, Ana Paula Maciel. (2011) **Vacância residencial na Região Metropolitana de Belo Horizonte: mobilização do estoque vago para a promoção de habitação de interesse social.** Belo Horizonte, MG. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG.

GDF, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação-SEDUH. (2018) **Arquivos técnicos dos estudos da revisão do PLANDHIS**. Brasília, DF. Nota técnica n. 01/2018. Disponivel em: https://www.seduh.df.gov.br/wpconteudo/uploads/2017/10/PLANDHIS-Reda%C3%A7%C3%A3o-final-12.12.12.pdf. Acesso em 15 de maio de 2024.

_____, Secretaria de Gestão do Território e Habitação do Governo–SEGETH. (2018) **Déficit Habitacional Urbano**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.observatorioterritorial.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/relatorio_habitacao_deficit-habitacionalurbano-1.pdf. Acesso 15 de maio de 2024.

_____, Secretaria de Gestão do Território e Habitação do Governo–SEGETH. (2018) **Vacância Imobiliária Urbana**. Brasília, DF. http://www.observatorioterritorial.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/relatorio_habitacao_deficithabitacionalurbano-1.pdf. Acesso em 15 de maio de 2024.

SCHVARSBERG, Benny. (2019) **Preservar, dinamizar e democratizar o centro de Brasília com moradia.** Brasília, DF. Brasiliários.com. Disponível em: https://brasiliarios.com/artigos/1095preservar-dinamizar-e-democratizar-o-centro-de-brasilia-com-moradia. Acesso em 18 de julho de 2023.

SCHVARSBERG, Benny. (2017) **A carroça ao lado do avião: o direito à cidade metropolitana em Brasília.** São Paulo, SP. Caderno Metrópoles, v. 19, n. 38, pp. 313-334,2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cm/v19n38/2236-9996-cm-19-38-0313.pdf. Acesso em: 19 de julho de 2023.

PLANEJAMENTO CONTRA-HEGEMÔNICO E TECNOLOGIAS SOCIAIS: DIÁLOGOS POSSÍVEIS A PARTIR DA OCUPAÇÃO TIRADENTES 2 - CURITIBA

S. A. Polli, G. V. S. Victor, G. M. M. do Vale, A. Sanches e C. R. G. O. Morais

RESUMO

A relevância do presente artigo está em dar voz a situações subalternizadas, discutindo as interfaces entre planejamento contra-hegemônico e tecnologias sociais. Assim, objetiva refletir sobre as tecnologias sociais utilizadas na ocupação Tiradentes 2, localizada na Cidade Industrial de Curitiba (CIC), frente às diversas tentativas de reintegração de posse que sofreu, devido à intenção de expansão do aterro sanitário da empresa Essencis Ambiental. Para tanto, a metodologia utilizada compõe-se da busca documental disponível nos meios de comunicação e visita de campo com lideranças da ocupação urbana. Os resultados apontam para a apropriação de tecnologias sociais, como estratégia de ambientalização e visibilização das pautas, na construção de uma opinião pública que colabore com a conquista dos direitos, e sobretudo, na resistência cotidiana que constroem as formas de permanência nos territórios populares e de fortalecimento das lutas por políticas públicas de regularização fundiária e urbanística.

1 INTRODUÇÃO

Cerca de 70 famílias ocuparam um terreno privado com área de 15 mil metros quadrados, ao lado de um aterro sanitário industrial, da empresa Essencis Soluções Ambientais S.A.[1], na Cidade Industrial de Curitiba (CIC), no município de Curitiba, no sul do Brasil. Denominada como Tiradentes 2, a ocupação iniciada em 2021, sofre constantes ameaças de remoção, para a ampliação do aterro sanitário. É a mais nova de outras 4 nas imediações, a Dona Cida (2016), Tiradentes (2015), 29 de Março (2015) e a mais antiga, Nova Primavera (2012), formando o conjunto conhecido como "Ocupações da CIC", como observa-se na Figura 1. Apesar da proximidade entre os locais onde se instalaram, cada uma das ocupações possui identidade, organização e dinâmicas de funcionamento próprias.

Destaca-se que este aterro, está situado próximo à Área de Preservação Permanente (APA) e Represa do Rio Passaúna e lote adjacente à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) CIC Xisto, e possui uma localização conflitante a Resolução nº 404/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por estabelecer-se em um território de influência direta aos mananciais de abastecimento público (Auler *et al*., 2016).

[1] Empresa joint venture, formada pelos Grupos Solví e Cavo, especializada no tratamento e destinação de resíduos, apresentando unidades operacionais em 6 estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) com atuação em mais de 250 municípios pelo Brasil.

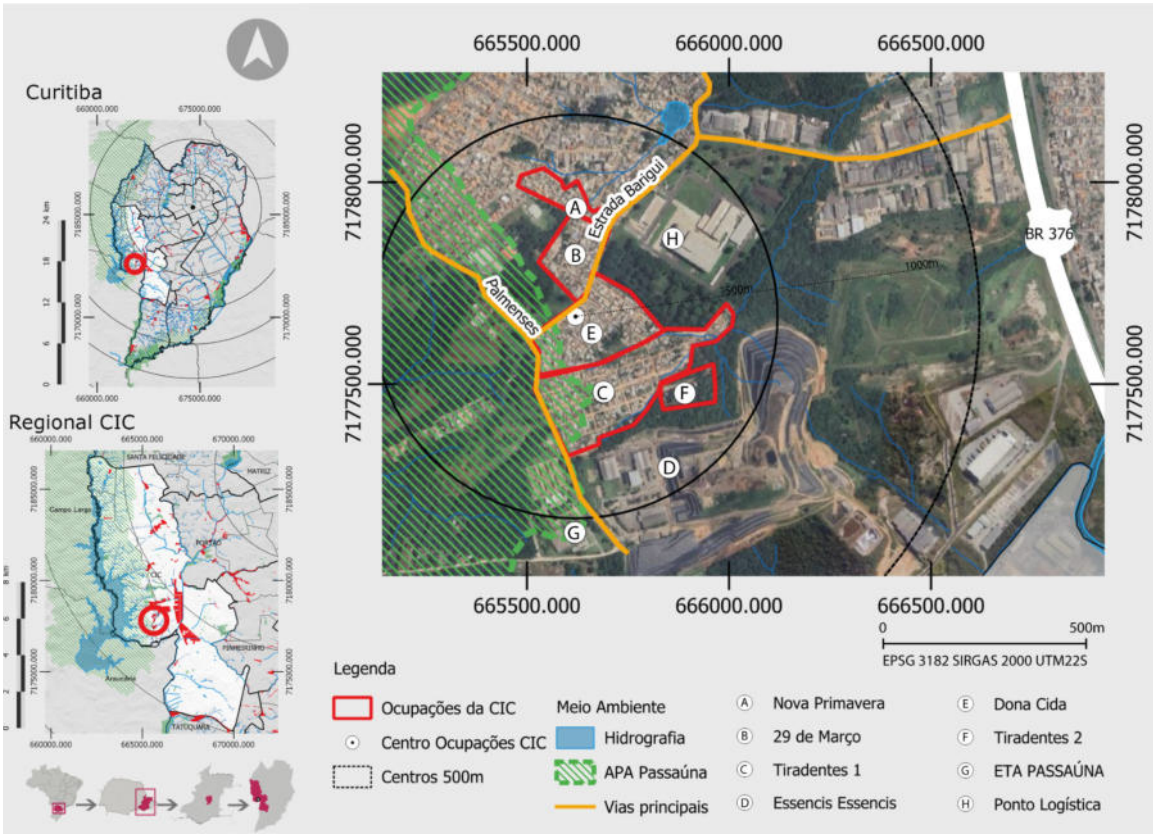


Fig. 1 Localização da Ocupação Tiradentes e entorno
Fonte: Autoria própria, 2024.

Quanto ao bairro CIC, o maior de Curitiba, representa 10,19% do território municipal. Foi criado na década de 1970 para atrair investimentos industriais, não consolidou-se de maneira restrita a este uso, sendo intensamente ocupada de maneira irregular e conformando-se na área mais populosa de Curitiba (Sanches, 2021). Na periferia das cidades brasileiras, como o caso das Ocupações da CIC, há uma constante luta pelo direito de permanecer no local e existir em meio às diversas camadas de despossessão: falta de infraestrutura e serviços públicos básicos, empregos informais, falta de moradia digna, além da disputa fundiária. Esta privação de direitos coloca as pessoas periféricas em uma zona de indeterminação, com um esvaziamento da percepção dos direitos. Neste cenário, organizações populares, como os movimentos sociais, colaboram com a formação política, legitimam de suas práticas cotidianas, e criam resistências em meio a indeterminação da vida imposta na periferia (Sanches, 2021).

Nas Ocupações da CIC, a reintegração de posse já foi solicitada pela empresa Essencis, mas a mobilização social dos moradores na Câmara Municipal de Curitiba, a assessoria territorial popular e a falta de alternativa habitacional, leva a justiça a não efetuar a execução do mandato. No entanto, seguem latentes as contradições da falta de moradia, da insegurança da posse frente às irregularidades jurídicas e ambientais praticadas pela empresa Essencis.

Entre 2008 e 2010, a empresa ganhou visibilidade devido a uma crise de destinação do lixo em Curitiba. Alegando situação emergencial, propôs-se a simplificação dos procedimentos para operação e gestão de resíduos (Auler *et al*., 2016). Dessa forma,

mediante a fragilidade política e jurídica de Curitiba, o Aterro da Essencis passou a ter licença de operação, mesmo sendo situado a 500 metros de núcleos habitacionais consolidados desde 1990. Em 2015 a licença foi renovada, e a empresa segue operando sem nenhum plano adicional para garantir o tratamento dos resíduos, expondo o entorno aos riscos socioambientais derivados desta atividade (Auler *et al*., 2016).

Soma-se a isso, a negligência do Estado quanto à insuficiência de políticas públicas no atendimento a essas famílias. A Prefeitura de Curitiba tem inviabilizado a demanda dos moradores por moradia. Para fazer frente a essas dificuldades, há uma luta constante por reconhecimento, legitimação e pela permanência no local por parte dos moradores de ocupações informais de terra. De forma criativa, auto produzem a infraestrutura local frente a falta do acesso aos serviços públicos.

Nesse sentido, este trabalho objetiva refletir sobre as tecnologias sociais utilizadas na ocupação Tiradentes 2, construídas numa trajetória do Movimento Nacional Sem Teto (MST) e pelo Movimento Popular por Moradia (MPM) e de que maneira elas dialogam na construção da permanência no território e na luta por políticas de regularização fundiária e urbanística. Este artigo surge a partir de uma visita a Tiradentes 2, em 5 de abril de 2023, promovido pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Federal do Paraná, para compreender a visão dos moradores em relação ao conflito de terra. O artigo compõe a pesquisa aprovada no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) "Planejamento e Assessoria Popular em Conflitos Urbanos e Territoriais no Brasil".

2 APROXIMAÇÕES ENTRE O PLANEJAMENTO CONTRA-HEGEMÔNICO E TECNOLOGIAS SOCIAIS AMBIENTALIZADAS

Segundo o Relatório das Necessidades Habitacionais do Paraná (Cohapar, 2024), produzido pela Companhia de Habitação do Paraná (Cohapar) em 2023, Curitiba é o município com maior déficit habitacional do Estado, concentrando 29,6% do total. O relatório aponta que Curitiba possui 58.781 domicílios cadastrados, esperando por uma oportunidade na política pública habitacional; 43.461 domicílios em ocupações irregulares ou favelas; 7.400 em loteamentos irregulares; totalizando 109.642 domicílios em condições de vulnerabilidade social para fins de moradia. Esses números apontam que a questão da moradia é central na capital paranaense.

Por outro lado, são várias críticas que se fazem à forma de condução da política habitacional em Curitiba: (i) a alocação de recursos locais para a política habitacional é muito baixa, representando 0,39% do total do orçamento, segundo Lei Orçamentária Anual a Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC, 2023), dependendo também da disponibilização de verbas das políticas habitacionais federais; (ii) não há uma secretaria municipal de habitação, deixando a cargo de uma empresa de economia mista, que não tem a flexibilidade de uma administração pública direta; (iii) há falta de políticas para a regularização fundiária, devido ao desinteresse político de enfrentá-lo com centralidade; (iv) existe uma grande relutância da administração pública em reconhecer os territórios populares e informais; (v) não há política habitacional que considere os imóveis vazios em área central (Fernandes, 2024).

Todas essas dificuldades apontam para a fragilidade da política habitacional no Município de Curitiba. Essa "esquizofrenia do planejamento institucional" (Miraftab, 2016) leva a

pensar novas abordagens a partir do campo do planejamento urbano crítico, que se apresentam com várias denominações na literatura: planejamento insurgente (Miraftab, 2016); planejamento em situação de conflito, planejamento alternativo, autônomo (Tanaka *et al*., 2022) e militante (Faria; Pontes, 2016).

Geralmente as ações de planejamento decorrem do distanciamento das políticas públicas da realidade social, e grupos subalternizados se organizam como forma de propor ações, planos populares ou disputar terras para fins de habitação social. É esse tipo de ação, que busca fazer frente ao planejamento institucionalizado, que denominou-se aqui como planejamento contra-hegemônico.

Esse tipo de planejamento é entendido como campo, instrumento e indutor de enfrentamentos possíveis. Pode ser entendido como uma prática técnico-política racional, como a legitimação de interesses e lutas sociais dos grupos subalternizados. O planejamento contra-hegemônico vai ao encontro das práticas insurgentes propostas por Miraftab (2016), no qual a autora aponta que as práticas possuem características transgressivas, contra hegemônicas e imaginativas. A transgressão seria uma visão crítica, que busca desafiar as estruturas estabelecidas, no sentido de construir uma nova concepção de mundo e de desestabilizar uma ordem neoliberal predominante. E as ações imaginativas seriam no sentido de descolonizar o pensamento e o futuro, na busca de concepções que recuperem o idealismo de uma sociedade justa, solidária, capaz de construir um novo projeto-mundo.

Com relação às tecnologias sociais, a revisão da literatura revela que existem alguns pontos em comum com as práticas de planejamento que se propõem a construção de tais alternativas, e que buscam: inovação social e melhoria das condições de vida (ITS, 2004); controle autogestionário das ações; metodologias e técnicas auto desenvolvidas pelos grupos organizados e reaplicáveis (Pereira *et al*., 2021).

Neste artigo foi adotado o conceito de Tecnologia Social desenvolvido pelo Instituto de Tecnologias Sociais (ITS, 2004, p. 26): "conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida". Cabe destacar que em tecnologia social não se usa o conceito de replicação, mas de reaplicação, considerando que em cada contexto diferente o uso da tecnologia será inevitavelmente reprojetado (Jesus; Costa, 2013). Isso é o que propõe Dagnino (2010) para "adequação sociotécnica" nas tecnologias sociais.

Já o adjetivo "social" não tem a pretensão de afirmar somente a necessidade de tecnologia para os pobres ou países subdesenvolvidos. Tecnologia social implica que as soluções são criadas no seio das práticas, e essas também poderão ser consideradas como conhecimento válido, científico, técnico capaz de solucionar problemas de forma mais adequada às demandas. Essa forma de produzir tecnologia envolve a participação, empoderamento e autogestão de seus usuários.

Sem a pretensão de consistir em uma resposta definitiva para o problema da moradia informal em Curitiba, essas tecnologias provocam um tensionamento em torno da permanência e afirmação do direito à moradia, mesmo em áreas em que a propriedade da terra não está claramente definida. No caso em estudo, as tecnologias adotam uma abordagem ecológica, com soluções sustentáveis para melhorar as condições de vida dos

ocupantes, levando em consideração o meio ambiente e as condições do território.

A difusão dos elementos de uma abordagem ambiental do espaço e os conflitos urbanos em torno ao direito à moradia ganham nova configuração, o que implica igualmente novos atores e novas dimensões: problemas antes relativos a questões fundiárias e habitacionais passam a ser referidos na esfera pública, como questões ambientais (Polli, 2010).

A leitura ambientalizada das condições de moradia integra o processo mais amplo de urbanização do ambiental e de ambientalização do urbano. A ideia sugere ter ocorrido uma extensão da temática do "meio ambiente" às dinâmicas no âmbito das cidades, no que concerne ao conjunto das interações ecossistêmicas mediadas pelas práticas espaciais especificamente urbanas. Foram sendo ambientalizadas, nesse processo, as questões relativas ao saneamento, à mobilidade urbana, à arborização, à disposição de resíduos, ao acesso e qualidade da água, aos efeitos de vizinhança de infraestruturas portadoras de risco, entre outros (Polli, 2010).

A adoção das tecnologias sociais sustentáveis também pode ser uma forma da inserção dos argumentos ambientalizados para fazer um contraponto à culpabilização pela degradação do meio ambiente. Pretende-se neste artigo demonstrar como essas tecnologias ecológicas colaboram no sentido de ganhar adesão às demandas sociais por habitação, confrontando seu principal oponente, a Essencis Soluções Ambientais.

3 TECNOLOGIAS SOCIAIS COMO SUPORTE À OCUPAÇÃO TIRADENTES 2

Frente ao interesse em expandir o aterro sanitário é que se trava o conflito pelo terreno que abriga as famílias da Tiradentes 2. Apesar dos impactos socioambientais decorrentes das atividades exercidas pela Essencis, o discurso ambiental é uma pauta constantemente usada pela empresa para fundamentar os pedidos de reintegração de posse. Sendo assim, a ocupação não só tem convivido com a insegurança de posse, devido às ameaças de despejo, como também é apontada como agente causador.

Por esse motivo, o território acaba enfrentando muitos embates, com a empresa e os agentes governamentais. Entre eles, destacam-se acontecimentos que ocorreram durante os anos de 2023 e 2024, mas que reverberam até o presente momento: a Campanha "Fica Tiradentes 2", a Audiência Pública na Assembleia Legislativa do Paraná (ALEP), a assembleia que ocorreu na ocupação e a vigília realizada pelos moradores. Em contrapartida às alegações ambientais que sustentam os embates supracitados, nota-se a preocupação dos moradores em adotar técnicas sustentáveis, ainda que rudimentares, que auxiliam no cuidado e permanência no território. Dessa forma, por meio da gestão comunitária, tem incorporado tecnologias sociais em seu repertório de luta ao longo dos 3 anos em que ocupam a área. Como ilustrado na Figura 2, as principais tecnologias sociais que fazem parte do cotidiano dos moradores são: (i) cozinha e horta comunitária; (ii) roda de água como geração de energia elétrica e; (iii) fossa ecológica a base de plantação de bananeira.



Fig. 2 Ocupação Tiradentes 2 e Tecnologias Sociais
Fonte: (1) Juliana Barbosa, 2023; (2) Paraná, 2023; (3, 4, 5 e 6) Autoria própria, 2023.

3.2 Cozinha e horta comunitária como forma de integração e subsistência

O barracão é um local de destaque na construção das tecnologias sociais identificadas no território, devido ao seu caráter coletivo ao concentrar funções de interesse comum, como a cozinha e o banheiro comunitário. Entende-se esse espaço como um equipamento comunitário autoconstruído por ser destinado a encontros cotidianos, atividades culturais, festas e assembleias.

As experiências acumuladas por outros movimentos sociais acrescentaram as estratégias adotadas pelo MPM em como estruturam as áreas ocupadas. No que diz respeito às cozinhas comunitárias, nota-se uma similaridade com a atuação das Cozinhas Solidárias do Movimento dos Trabalhadores Sem Teto (MTST). O projeto foi criado em 2021 em um cenário em que o Brasil voltou ao mapa da fome devido a crise econômica advinda da má gestão governamental da pandemia da Covid-19. O propósito é combater a fome por meio de refeições gratuitas. Seu funcionamento conta com a contribuição de moradores dos arredores da cozinha, militantes do MTST ou de outros movimentos e voluntários (MTST, 2024).

Em 2023 a ação volta a ganhar visibilidade, por meio da Lei Federal 14.628/2023, que instituiu o Programa de Cozinhas Solidárias e a retomada do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Ambos se estabelecem como um meio de fortalecer as políticas públicas de combate à fome, além da integração entre a área urbano e rural, ao destinar a produção

alimentícia do campo às porções periféricas da cidade. Os alimentos são adquiridos antecipadamente, e dessa forma, a ação é positiva tanto para os pequenos agricultores dos assentamentos que têm a comercialização garantida de sua produção, quanto para as ocupações que recebem o repasse alimentício.

Na Tiradentes 2 há uma Cozinha Comunitária instalada no barracão da ocupação. Diferente do que se aplica ao Projeto das Cozinhas Solidárias do MTST, não há distribuição de refeições para o público externo. As refeições elaboradas na cozinha são voltadas à alimentação interna da ocupação.

Os baixos salários ou o trabalho informal torna a alimentação outro desafio no cotidiano dos ocupantes. Advinda de um funcionamento coletivo que fomenta o convívio e a solidariedade entre os moradores, a cozinha configura um instrumento que além de garantir a segurança alimentar, ganha força como um espaço de organização popular na luta por direitos e resistência aos despejos.

Aliada ao combate à fome, tem-se a horta comunitária como uma forma de extensão da cozinha. A horta é formada por canteiros lineares, onde se cultivam vegetais de crescimento rápido e suplementares no preparo das refeições, para o próprio sustento, no modelo orgânico de produção.

3.3 Roda d'água na geração de energia elétrica

Outro sistema aplicado na ocupação é a roda d' água para a geração de energia destinada aos espaços comunitários. Esse método possui como principal objetivo a utilização do curso d'água para geração de energia mecânica, e, portanto, adequado para locais com falta, dificuldade, ou necessidade de abastecimento de energia elétrica. Esse sistema apresenta diferentes aplicações, dentre as quais se destacam a roda d'água acionando bomba hidráulica, gerador de corrente contínua, moinho e serraria (Eckert, 2010).

Com base na visita realizada à comunidade em 05/04/2023, constatou-se que na Tiradentes 2, a Roda d'água funciona com acionamento de gerador de corrente contínua, o qual transforma a energia mecânica do sistema hidráulico em energia elétrica, que será conduzida para os pontos de utilização no barracão, cozinha e banheiros. O sistema foi instalado em um curso d'água e funciona da seguinte maneira: primeiramente a roda d'água, formada por duas paredes circulares paralelas, cubas e uma guisa de pás, recebe a água corrente por meio de um tubo PVC rígido aberto e devidamente inclinado. Na sequência o sistema entra em funcionamento por ação da força mecânica, gerada com a velocidade de rotação da água. Por fim, essa energia mecânica é transmitida através de um condutor, para o gerador, no qual ocorre a transformação dessa energia por meio do torque (Eckert, 2010).

Ressalta-se que a água utilizada na roda d'água não provém de córregos ou riachos, mas trata-se de uma fonte de reuso, proveniente do descarte de água da Estação de Tratamento de Água Passaúna da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Mesmo com pouco volume, é possível gerar energia suficiente para as demandas dos espaços comunitários do local.

O mecanismo adotado possui uma limitante por depender do abastecimento de água corrente dessa fonte, o qual pode ser interrompido e, com isso, o abastecimento de energia para as áreas receptoras também cessará.

3.4 Fossa ecológica a base de plantação de bananeiras

A Fossa ecológica a base de plantação de bananeiras, também denominada tanque de evapotranspiração (TEVAP), tem se tornado uma maneira sustentável e econômica cada vez mais utilizada por organizações governamentais e por assessores técnicos ou pesquisadores da área (profissionais universitários), principalmente em zonas rurais e ocupações irregulares, que não contam com a infraestrutura pública adequada de saneamento (Fundação Banco do Brasil; EMATER-MG, 2016).

De acordo com Pamplona e Venturi (2004), essa prática foi desenvolvida a partir dos processos naturais de biorremediação (decomposição de matéria orgânica) e evapotranspiração (perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas). Trata-se de um modelo simples e replicável, que consiste em propor o manejo não tecnicista e a reutilização de materiais, em contraponto às fossas sépticas tradicionais, que necessitam de conhecimentos técnicos específicos e diferentes recursos materiais, se tornando assim, de difícil acesso.

O mecanismo depende da separação entre água cinza (máquina de lavar, pias e chuveiros) e água negra (sanitários), sendo que somente a negra que passa pelo TEVAP (Vieira, 2010). A construção é realizada a partir da escavação de uma vala de aproximadamente 2m² por usuário, a qual recebe uma construção de blocos de concreto ou tijolos, e é impermeabilizada com argamassa. Também podem ser utilizadas novas técnicas como ferro cimento, super adobe e outras. Após isso, insere-se uma fileira de pneus, pelos quais passará a tubulação, e colocam-se entulhos grossos em volta, os quais servirão para receber o despejo de esgoto. Por cima, colocam-se 20cm a 30cm de brita, 15cm de areia grossa e 25cm de terra. Então, inicia-se o plantio das espécies com folhas largas para melhor efeito de transpiração (bananeira, taioba), sendo importante, fazer a cobertura desse solo com palha ou folhas secas, para reduzir a entrada de águas pluviais. Cabe destacar que há mais de uma forma de construir tais fossas, sendo constantemente reprojetadas dependendo dos materiais disponíveis em cada local (Plural Cooperativa, 2021).

No âmbito da Tiradentes 2, a instalação desse sistema foi realizada individualmente, com o intuito de tratar o esgoto para garantir mais saúde aos moradores e minimizar o discurso de poluição ambiental utilizado contra a ocupação.

4 RESSIGNIFICANDO AS OCUPAÇÕES PELA TECNOLOGIA SOCIAL

Todas as tecnologias descritas acima foram auto produzidas pelos moradores e pelo MPM, com auxílio de apoiadores, como universidades e outros movimentos sociais. No caso em estudo, reforça-se o conceito de adequação sociotécnica proposto por Dagnino (2010), como um processo de “reprojetamento” de técnicas existentes. As tecnologias estudadas foram adequadas em favor da maior aderência às realidades locais, de acordo com as condições e materiais disponíveis no território ou doados por apoiadores.

A tecnologia social articula saberes populares, atende as demandas básicas dos moradores e possui caráter coletivo. A roda d’água alimenta a energia do espaço comunitário, e a

cozinha atende as necessidades de sobrevivência diária de todos do local. Mesmo ao analisar as fossas que atendem individualmente, nota-se que se preza pelo bem estar coletivo.

Algumas tecnologias trazem retorno imediato, como a roda d' água e a cozinha, mas outras como por exemplo, o tratamento do esgoto por raízes de bananeira depende de um tempo maior para o crescimento da bananeira, sua depuração e tratamento dos efluentes. Além disso, apontam para as micro experiências cotidianas e para o potencial que elas detêm para solucionar ou amenizar os problemas socioeconômicos que atingem os grupos sociais mais vulnerabilizados.

As tecnologias sociais utilizadas na ocupação Tiradentes 2, dialogam na construção da permanência no território em consonância ao meio ambiente, ao utilizar-se do tratamento de efluentes, autogeração de energia e o plantio de árvores num ambiente considerado uma APA. E por fim e talvez mais importante, a Tiradentes 2, como a quinta ocupação urbana na área da CIC, soma-se às lutas das demais ocupações por políticas públicas de moradia, a partir da regularização fundiária e urbanística plena.

Dessa forma, as tecnologias permitem ressignificar a ocupação para além das ideias que buscam criminalizar individualmente seus ocupantes. Os baixos salários, a falta de emprego e o preço dos alugueis continuam sendo o grande vilão no déficit habitacional, desafiando as condições de sobrevivência dos grupos sociais mais vulnerabilizados. O uso de tecnologias sociais promovem condições de melhorias ambientais do espaço e podem criar um efeito sinérgico e dialogar com outros grupos sociais, buscando a construção de uma legitimidade social, promovendo maior aderência da opinião pública, principalmente a partir de ações ambientalizadas.

As ocupações passam por contínuos processos de criminalização simbólica marcada pelo preconceito. Essa estigmatização faz com que as incursões da segurança pública sejam mais violentas, banalizando a vida dos que vivem no local. Neste sentido, as tecnologias podem também fazer um contraponto a essa tendência de criminalização, na busca da autoprodução de soluções para o território.

Cabe salientar que as soluções ditas técnicas, promovidas pelo planejamento institucional não chegam em territórios ocupados, como o da Tiradentes 2. Há uma tentativa por parte da Prefeitura local de maquiar e neutralizar as lutas dos moradores de ocupação, desqualificando o problema ou indicando alternativas nem sempre acessíveis para todos. Neste cenário de tecnocracia, as soluções apontadas pela tecnologia social são invalidadas pelo Estado dentro de uma *techne*s orientada por um pensamento único.

Jesus e Costa (2013) enfatizam em seu artigo o potencial do saber tácito, do conhecimento empírico e prático do cidadão "comum". O experimento de tecnologia social da experiência relatada neste artigo também "(...) busca-se combater a ideia de que cabe somente aos especialistas, devidamente aparelhados com suas formações técnicas e metodologias testadas, a construção de soluções e de tecnologias para os inúmeros problemas cotidianos" (Jesus; Costa, 2013, p.20).

Neste sentido, as práticas apresentadas neste artigo orientam-se no sentido do planejamento contra hegemônico, desafiando o *status quo* estabelecido, na compreensão de que os saberes populares e técnicos são diversos e igualmente válidos. A luta maior da ocupação é

para garantir a permanência dos moradores no local, apesar dos desafios relacionados à Essencis. Em situações em que as tensões relacionadas ao despejo estavam mais fortes, com os moradores e assessores preocupados em barrar o processo judicial, a efetivação das tecnologias acaba ficando em segundo plano. Nisso, a horta fica sem cuidado por algumas semanas, há uma pausa na construção dos banheiros, apontando para instabilidade da própria permanência no local e consequentemente a fragilidade das tecnologias propostas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo consideram-se os limites da práxis planejadora contra hegemônica no reconhecimento da permanente situação de conflito que se encontra a ocupação Tiradentes 2. Para a consolidação da infraestrutura no território ocupado é importante a ação do Estado com a implementação de políticas públicas que promovam a criação da urbanização, saneamento, energia elétrica e equipamentos adequados. No entanto, o Estado parece ignorar o problema, não consta nos mapas e nem no planejamento ações de enfrentamento aos problemas. A falta de priorização com problemas habitacionais latentes, associado a dureza do mercado imobiliário excludente, resulta em conflitos sociais. E, desta forma, os moradores se estabelecem como sujeitos políticos, para que uma questão pública seja anunciada, visibilizada, divulgada, ganhando aos poucos a adesão social.

Na luta contra o desejo, observa-se uma posição social desigual de enfrentamento entre os atores sociais. A ocupação conta com a assessoria de advogados populares, e desafia atores sociais com poder e influência na esfera política, como a empresa Essencis. Ao mesmo tempo criam estratégias para que o problema habitacional do Município e suas escassas políticas de regularização fundiária sejam visibilizadas. E por fim, articulam-se com apoiadores, políticos, universidades, na luta pela construção de legitimidade pública perante a sociedade e a imprensa.

A construção da legitimidade social num território periférico é de difícil repercussão se comparado a outros bairros que estão numa posição social e locacional privilegiada. Mesmo assim, as tecnologias sociais ecologizadas do território vão no sentido de combater as noções do senso comum de que a ocupação causa degradação, colaborando na construção de opinião pública favorável a permanência no local.

As ocupações partem da organização de coletivos, na resistência e persistência das práticas. A cozinha comunitária, associada à sobrevivência e à organização política, tem cumprido um papel importante na dinâmica das lutas sociais, apesar de suas limitações. Pode indicar um lampejo de resistência pela e na periferia, na construção de soluções que se constroem tendo o território como fundamento.

A prática mostra que as estratégias empreendidas pelo Estado têm sido permanentemente de silenciar a luta e a organização social para garantir a manutenção da imagem de cidade-modelo de Curitiba, construída na década de 1970 e amplamente difundida na mídia internacional.

Para além das tecnologias sociais aplicadas, essa experiência permite olhar criticamente o planejamento tradicional, reconhecendo as ações que advém das práticas sociais, ressignificando os métodos, permitindo dar visibilidade às estratégias de participação coletiva na construção de soluções em situação de permanente conflito social.

6 REFERÊNCIAS

Auler, M. M.; Oliveira, A. P. S.; Silva,V. F. (2016) Direito ao meio ambiente equilibrado e luta por moradia: uma análise do caso do aterro sanitário da empresa Essencis e a ocupação Tiradentes em Curitiba/PR. **Natureza, Povos e Sociedade de Risco**. Vol. III, 2016.

Barbosa, J. (2023) Cerca de 70 famílias da ocupação Tiradentes 2 são organizadas pelo Movimento Popular por Moradia (MPM). 23 set. 2023. **Fotografia**. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2023/09/26/curitiba-ocupacao-tiradentes-2-enfrenta-novo-risco-de-reintegracao-de-posse. [Consultado em: 7 maio 2024].

Cohapar (2024) **Plano Estadual de Habitação de Interesse Social do Paraná – PEHIS-PR: Necessidades Habitacionais do Paraná Pesquisa 2023 - Resultados.** Curitiba, 2024. Disponível em:https://www.cohapar.pr.gov.br/sites/cohapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-04/pesquisa_2023_resultados_ultima_versao.pdf. [Consultado em 07 maio 2024].

Dagnino, R. (2010) **Tecnologia social como ferramenta para construir outra sociedade.** 2ed. Campinas, SP: Komedi.

Eckert, J. J. (2010) **Desenvolvimento de um Manual para Construção de Rodas d'água.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Mecânica. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

Faria, J. R. V.; Pontes, D. R. (2016) Planejamento militante: trajetória e instantâneos da experiência da Ambiens Sociedade Cooperativa. In: Oliveira *et al* (Org.). **Planejamento e Conflitos Urbanos: experiências de luta.** Rio de Janeiro: Letra Capital.

Fernandes, M. (2024) **Curitiba tem déficit habitacional de mais de 90 mil moradias**. Brasil de Fato, Curitiba. Disponível em :https://www.brasildefatopr.com.br/2024/04/17/curitiba-tem-deficit-habitacional-de-mais-de-90-mil-moradias. [Consultado em 07 maio 2024].

Fundação Banco do Brasil; Emater/MG (2016) **Tecnologia Social Fossa Ecológica - TEVAP.** Cartilha Técnica. Minas Gerais. Disponível em: https://transforma.fbb.org.br/storage/socialtecnologies/231/files/ts-fossa-ecologica-evapotranspiracao-digital.pdf. [Consultado em 14 abr. 2024].

ITS. Instituto de Tecnologia Social (Brasil) (2004) **Caderno de debate: tecnologia social: direito à ciência e ciência para a cidadania.** Disponível em:https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5172. [Consultado em 07 maio 2024].

Jesus, V. M. B. Costa, A. B. (2013) Tecnologia Social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. In: Costa, A. B. (Org.) **Tecnologia Social e Políticas Públicas.** São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil.

Miraftab, F. (2016) Insurgência, planejamento e a perspectiva de um urbanismo humano. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 18, n. 3, p. 363, dez. 2016. Disponível em: http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/5499. [Consultado em 07 fev. 2024]

MTST. Movimento dos Trabalhadores Sem-Teto (2024) **Cozinhas Solidárias**. Disponível em: https://mtst.org/cozinhas-solidarias/. [Consultado em 01 maio 2024].

Pamplona, S.; Venturi, M. (2004) Esgoto à flor da terra. **Permacultura Brasil - soluções ecológicas**. n. 16, p. 18–19. Disponível em:https://fazenda.paginas.ufsc.br/files/2017/02/Pamplona-Venturi-Permacultura-Brasil-2004-n16.pdf. [Consultado em 12 abr. 2024].

Paraná (2023) Superintendência Geral de Diálogo e Interação Social. Ocupação Tiradentes II em Curitiba, recebe a Comissão de Conflitos do TJ Pr. 20 maio 2023. **Fotografia**. Disponível em: https://www.sudis.pr.gov.br/Noticia/Ocupacao-Tiradentes-ll-em-Curitiba-recebe-Comissao-de-Conflitos-do-TJ-Pr. [Consultado em: 7 maio 2024].

Pereira, I. B. F.; Montenegro Gómez, J. R.; Andreoli, M. C.; Alcantara, R. K. (2021) Conflitos na reforma agrária e mundos possíveis: planejamento de um assentamento agroecológico no município de Castro (PR). In: Davis Gruber Sansolo, Felipe Addor, Farid Eid. (Org.). **Tecnologia social e reforma agrária popular**. 1ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2021, v. 1, p. 157-198.

Plural Cooperativa (2021) **Fossa Verde e Círculo de Bananeiras. Subprojeto Conexão Bananal. Conexão Mata Atlântica**. Disponível em:https://www.youtube.com/watch?v=H4lK1fdlq7M&t=293s. [Consultado em 15 de abril de 2024].

PMC. Prefeitura Municipal de Curitiba (2023) **Lei Orçamentária Anual**. Disponível em:https://www.curitiba.pr.leg.br/atividade-parlamentar/ciclo-orcamentario/loa-2023/loa-2023. [Consultado em 05 de maio de 2024].

Polli, S. A. (2010) **Moradia e Meio Ambiente: os conflitos pela apropriação do território nas áreas de mananciais em São Paulo**. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/42/teses/752892.pdf. [Consultado em 05 de maio de 2024]

Sanches, A. (2021) **Entre a indeterminação da vida e o direito à cidade na periferia: estudo de ações coletivas nas ocupações da CIC.** Dissertação (Mestrado em Planejamento e Governança Pública) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Tanaka, G.; Oliveira, F. L.; Coli, L. R. (2022) Planejamento autônomo e ação política na produção da cidade: movimentos, mobilizações e direito à cidade no Brasil contemporâneo. Em: Risek, C. S.; Almeida, L. (Eds.). **Movimentos Sociais na Cidade e no Campo: Olhares e Questões Contemporâneas**. 1. ed. São Paulo: Alameda Casa Editorial, 2022. p. 91–122.

Vieira, I. (2010) **BET - Bacia de Evapotranspiração**. Disponível em:https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/baciadeevotranspiracaobet.pdf. [Consultado em 14 abr. 2024].

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS ÀS OCUPAÇÕES NO ENTORNO DAS FERROVIAS NO BRASIL

P. S. Rhoden, L. E. Campos, M. Heinrich, S. V. Goetz, M. Baroni e A. Ruiz-Padillo

RESUMO

O Brasil possui uma extensa malha ferroviária que foi caindo em desuso com o passar dos anos, o que deu origem a uma problemática social: as ocupações no entorno das ferrovias, que em sua imensa maioria estão constituídas por pessoas em situação de vulnerabilidade social e apresentam graves carências de infraestrutura e assistência a necessidades básicas. Nesse sentido, este trabalho buscou identificar e mensurar os riscos que a operação ferroviária oferece aos moradores e os impactos sofridos pela operação com as ocupações em seu entorno. Para isso, foram utilizadas adaptações dos métodos de grupo focal e matriz de probabilidade e impacto para em seguida apresentar os riscos e suas medidas mediante fluxogramas para melhor compreensão. Foram identificados sete riscos: atropelamento, tombamento, descarte de resíduos domiciliares e de esgoto, drenagem ineficiente, estabilidade geotécnica e poluição sonora. Cada aspecto foi avaliado por diferentes indicadores, cuja influência determinou o nível final de risco.

1 INTRODUÇÃO

O modo ferroviário é uma interessante alternativa de transporte de matérias primas e mercadorias graças a suas vantagens e potencialidades. Os trens têm uma capacidade de carga elevada, o que os torna ideais para transportar grandes volumes de produtos, somado ao fato de ser um transporte mais seguro, por ser segregado e de mais fácil controle operacional. Além disso, as ferrovias são uma opção mais sustentável que o modo rodoviário, pois apresentam maior eficiência em termos de consumo de combustível por tonelada/quilômetro, e consequentemente emitem menos gases de efeito estufa, reduzindo a pegada de carbono (Keretch, 2017).

Além dos impactos positivos diretos, o modo ferroviário proporciona benefícios indiretos, como redução do congestionamento nas rodovias, uma vez que há a possibilidade de transferir parte do transporte de cargas para os trilhos, melhorando a segurança rodoviária e a fluidez do trânsito. Prova disso é que 47% dos acidentes fatais ocorridos em rodovias federais brasileiras possuem caminhões envolvidos, mesmo esse tipo de veículo representando apenas 5% da frota nacional (PRF, 2022). Além disso, o impacto dos veículos pesados na degradação dos pavimentos é uma preocupação significativa no planejamento e na manutenção da infraestrutura (Pais *et al.*, 2019). Esta questão é particularmente relevante nos países em desenvolvimento, onde a necessidade de melhorar o consumo de energia e a eficiência da produção é elevada.

No Brasil, como em outros países latino-americanos, o panorama em relação à utilização do modo ferroviário se diferencia de países mais desenvolvidos, como os europeus e os Estados Unidos, que buscaram diversificar sua maneira de transportar cargas. Assim, Portugal, país de pequena superfície na Europa, conta com 2527 km de extensão de rede ferroviária, o que representa uma densidade de 28 m/km^2 (Infraestruturas de Portugal, 2021; Portal Diplomático, 2020), enquanto Estados Unidos possui a maior rede ferroviária de cargas do mundo, com mais de 225.000 km de trilhos operacionais (Association of American Railroads, 2020). Porém, atualmente, a malha ferroviária brasileira possui apenas 30.000 km, pouco mais do que a estrutura já existente no país há um século, ou seja, apenas 3 m/km^2. No entanto, nos Estados Unidos, nos últimos 10 anos, as companhias ferroviárias de grande porte investiram mais de US$ 240 bilhões em infraestrutura, alcançando uma densidade total de 150 m/km^2 (Association of American Railroads, 2020).

Em contrapartida, o Brasil priorizou o modo rodoviário, houve o abandono de trechos de ferrovia e a deterioração da infraestrutura existente, com apenas um terço em condições operacionais adequadas (CNI, 2018). É nesse contexto de sucateamento e deterioração do modo, que surgem as ocupações irregulares no entorno das ferrovias e que, atualmente, configuram-se como um problema técnico, social e jurídico de grande complexidade para o Brasil.

Assim, o objetivo do trabalho é identificar os riscos que tais ocupações trazem para a infraestrutura e operação ferroviária e os que as ferrovias implicam para esses moradores. Dessa forma, esta pesquisa espera contribuir com a definição e mensuração desses riscos, aspecto indispensável para propiciar um desenvolvimento ferroviário sem preterir o viés social, uma vez que a população que reside no entorno das ferrovias, em sua maioria, está em vulnerabilidade social e sua segurança e qualidade de vida precisam ser garantidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No cenário brasileiro, a subutilização da malha ferroviária do país, aliada às graves desigualdades sociais, propiciaram a aparição de ocupações irregulares no entorno das ferrovias. Estas moradias estão sujeitas aos problemas advindos da operação do sistema ferroviário, assim como a circulação dos trens está condicionada pelas interferências provocadas pelas ocupações (Faya, 2018). Nesse sentido, são vários os aspectos de risco que influenciam na segurança da operação ferroviária.

Em muitas cidades, a existência de passagens em nível das ferrovias interfere nas vias e interrompe o tráfego rodoviário. Quando as linhas férreas atravessam bairros residenciais ou eixos viários de importância podem causar problemas de engarrafamento (Guitierre and Direne, 2013). Nesses casos, a impaciência e imprudência dos condutores, ou falhas técnicas nas barreiras de segurança e dispositivos de sinalização, podem elevar o risco de acidentes. Além do mais, a probabilidade de ocorrer acidentes e atropelamentos devido à existência de uma linha férrea é muito maior, pois se separa uma região em que está inserida em duas áreas diferentes que, apesar de próximas fisicamente, possuem poucas conexões para as pessoas acessarem (Abreu, 2020). Este efeito pode ser intensificado nos casos em que sejam estabelecidas moradias no entorno próximo dos trilhos, pois mais frequentemente essas passagens de pessoas e veículos terão lugar.

Outro risco é o de acidentes ferroviários, como o tombamento ou descarrilamento dos trens, que podem assim afetar às moradias próximas. De acordo com Neto (2012), estes acidentes

estão relacionados muitas vezes às fraturas dos trilhos devido aos defeitos neles observados, sendo imprescindível conhecer e identificar estes problemas, para que possam ser evitados (Federal Railroad Administration, 2006). Por outro lado, para diminuir o desgaste no contato metal-metal e o risco de tombamento em função da força centrífuga que se encontra nas curvas, usa-se o efeito benéfico da superelevação, que eleva o nível do trilho externo nos trechos em curva. No entanto, quanto maior a velocidade, maior a necessidade de superelevação, fato que, consequentemente, pode acarretar descarrilamento ou tombamento dos trens circulando em menor velocidade para o lado interno da curva. Sendo assim, uma boa geometria da via sem interferências é indispensável para a segurança e correta operação do sistema (Schneider, 2005; Shang, 2015; Dantas, 2014).

Atividades como indústria, comércio, agricultura e residência, quando instaladas de modo irregular nas proximidades ou até mesmo dentro da faixa de domínio, podem causar enormes riscos e prejuízos ao funcionamento normal das ferrovias, como, por exemplo, o entupimento de bueiros, valetas e sarjetas pelo grande contingente de lixo e de esgoto lançados próximos a esses locais. Além disso, o descarte incorreto de resíduos e esgoto podem contribuir também para a danificação da própria infraestrutura de drenagem da ferrovia e a instabilidade e erosão dos taludes e no seu consequente rompimento (Silveira, 2017).

Nesse sentido, cabe destacar a importância de uma correta drenagem na operação da ferrovia, uma vez que o alagamento dos trilhos os torna intransitáveis e coloca em risco o funcionamento da via, passível de erosões (Rocha, 2016). Além disso, a água é um dos principais fatores responsáveis pela desestabilização de taludes, sendo uma correta drenagem, tanto superficial quando profunda, uma das maneiras de promover a estabilidade (Santos, 2017). Portanto, a má drenagem caracteriza-se como um empecilho para o transporte ferroviário eficiente, pois a interrupção da via consequentemente corrobora para a interrupção do transporte de mercadorias, causando impactos em toda a cadeia logística e trazendo riscos operacionais e financeiros.

Precisamente, outro aspecto fundamental é o relacionado com a estabilidade geotécnica da própria ferrovia, que diz respeito à capacidade do solo de resistir às solicitações da infraestrutura e do próprio terreno sem que haja deformação excessiva. De acordo com Chaves *et al.* (2009), os trens, em especial, representam fonte potencial de vibração, tendo como resultado uma geração de ondas que são transmitidas das vias de circulação, através de solos adjacentes, até as fundações das edificações. Essas modificações do solo das fundações podem causar danos às edificações, como fissuras e trincas. Além do mais, construções localizadas irregularmente nas encostas podem sofrer com a movimentação de massas que ocorrem nos taludes, devido, principalmente, à infiltração de água nos poros e trincas existentes no solo ou nas descontinuidades das rochas. Em contrapartida, as atividades humanas nessas encostas também podem contribuir para a instabilidade e erosão dos taludes e no seu consequente rompimento (Silveira, 2017).

Por fim, outro problema presente no entorno das ferrovias é a poluição sonora, considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011) como um problema de saúde pública, que afeta negativamente a qualidade de vida e a saúde de milhões de pessoas. Nesse sentido, quando existem edificações no entorno dos trilhos, a operação ferroviária provoca o aumento do ruído ambiental devido à proximidade da infraestrutura para a população. Para evitar os problemas associados à poluição sonora, legislações municipais específicas estabelecem limites diurnos e noturnos de níveis de pressão sonora, mas muitas vezes não são respeitados.

3 METODOLOGIA

3.1 Matriz de probabilidade e impacto

Para a avaliação de risco proposta nesse trabalho, foi adaptada a metodologia de análise de risco mediante a matriz de probabilidade e impacto, que especifica as combinações desses aspectos que resultam em uma classificação dos riscos em uma escala pré-estabelecida. Podem ser usados termos descritivos ou valores numéricos, dependendo da preferência organizacional (Project Management Institute, 2013). Nesse trabalho foi utilizada uma escala contendo cinco níveis de risco, foram eles: baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo. Para a construção das escalas, em lugar da avaliação de probabilidade e impacto, que em muitas ocasiões são desconhecidos ou difíceis de mensurar de forma prática, foi considerada cada variável de risco e a interação com os indicadores identificados na literatura, que aumentavam ou diminuíam o nível de risco que a variável apresentava.

3.2 Grupo focal

Para a obtenção de dados para formular a metodologia proposta nesse trabalho, foi utilizada a técnica de grupo focal, também designada como grupo de discussão. Morgan (1996) define grupo focal como uma técnica de investigação de obtenção de dados através da interação dos integrantes do grupo sobre um tópico apresentado pelo investigador. Segundo o mesmo autor, a técnica possui três componentes indispensáveis: a apresentação de informações básicas sobre o tema, a interação entre o grupo com a fonte dos dados obtidos e a importância do papel do moderador para dinamizar as discussões do grupo, visando extrair os melhores resultados. Além disso, Krueger e Casey (2009) salientam que através das discussões em grupos focais acerca de um determinado assunto, há uma melhor compreensão, levando em consideração que os participantes possuem conhecimento acerca do tema em debate, promovendo trocas de ideias relevantes.

No presente artigo, os participantes do grupo focal foram especialistas académicos sobre transportes, com foco nas ferrovias e moradores do entorno dos trilhos, onde o objetivo foi discutir os riscos identificados na literatura, seus indicadores e maneiras de mensurá-los, uma vez que grande parte dos riscos necessita de uma análise específica e os estudos científicos relacionados às ocupações próximas às ferrovias são escassos.

4 RESULTADOS

Por meio do grupo focal, foi possível complementar a identificação dos riscos advinda da literatura, bem como a construção dos indicadores. Foram elencados sete riscos, cada um deles influenciados por vários indicadores, que podem ser visualizados na Tabela 1.

Na sequência, por meio da adaptação da técnica de matriz de probabilidade e impacto, cada risco foi dividido em uma escala com cinco níveis de gravidade, considerando a relação entre as variáveis e seus indicadores, que foram representados na forma de fluxogramas para facilitar o entendimento e análise nas Figuras 1 a 7.

Para avaliação do risco de atropelamento (Figura 1), primeiramente se analisa se há necessidade de atravessar a linha férrea, em caso negativo se verifica se há necessidade de circular pela faixa de domínio, caso não haja necessidade, configura-se risco baixíssimo, por outro lado, quando há necessidade configura-se risco baixo. No entanto, se há necessidade

de atravessar a linha férrea se verifica se há passagem em nível sinalizada: caso haja, configura um risco médio; caso contrário, se avalia se está em curva tanto horizontal quanto vertical, em caso afirmativo configura risco altíssimo pois a visibilidade fica prejudicada, assim como a possibilidade de frenagem do trem em caso de identificação de veículo ou pessoa na ferrovia, que pode ser dificultada por declividades acentuadas. Este último cenário configura-se como o pior, como indicado no estudo de Abreu (2020). Caso não esteja em curva se verifica se há inclinação superior a 2%, em caso negativo tem-se risco médio e, por fim, em caso afirmativo tem-se risco alto.

Tabela 1 Resumo das variáveis de risco e seus indicadores

Variável	Indicadores
Risco de atropelamento	Necessidade de atravessar a linha férrea para chegar ao outro lado da via Necessidade de circular pela faixa de domínio Existência de passagens em nível Visibilidade do ponto de passagem
Risco de tombamento ou descarrilamento	Geometria da ferrovia Localização da edificação Existência de transporte de cargas perigosas Proximidade do pátio de manobras Tipo de utilização da edificação
Risco devido ao descarte de resíduos domiciliares	Existência do sistema de coleta de lixo e a forma como são descartados Descarte de resíduos realizado na faixa de domínio Localização da edificação em cota referente ao descarte de resíduos
Risco devido ao descarte de esgoto	Existência de sistema de esgoto nas residências Descarte de esgoto realizado na faixa de domínio Localização da edificação em cota referente ao descarte de esgoto
Risco da ineficiência da drenagem	Existência de obra de drenagem no entorno da área avaliada Obstrução da obra de drenagem Impedimento do fluxo de córregos para ferrovia. Histórico de inundações Existência de coleta de resíduos domiciliares Descarte de resíduos próximo à obra de drenagem Local de descarte
Risco geotécnico	Intercepto coesivo Ângulo de atrito Nível d'água Peso específico Sobrecarga topografia
Risco de poluição sonora	Nível de pressão sonora medido no receptor causado pela passagem dos trens Turno de passagem dos trens. Frequência da passagem dos trens



Fig. 1 Fluxograma sobre o risco de atropelamento

O risco de tombamento ou descarrilamento foi uma variável complexa, pela intervenção de

muitos indicadores, cada um deles em diferentes níveis. Com o objetivo de apresentar detalhes sobre ela, e devido às restrições de espaço neste artigo, optou-se por representar na Figura 2 o cenário mais desfavorável pela influência da geometria da via, como foi apontado por Schneider (2005), Shang (2015) e Dantas (2014). Assim, no caso em que a ferrovia está em curva horizontal e em rampa, com uma inclinação da ferrovia superior ao 2%, se avalia a localização da edificação em relação ao lado do possível tombamento e em relação à cota dos trilhos, a existência de transporte de cargas perigosas, a proximidade com o pátio de manobras e o tipo de uso das edificações do entorno.

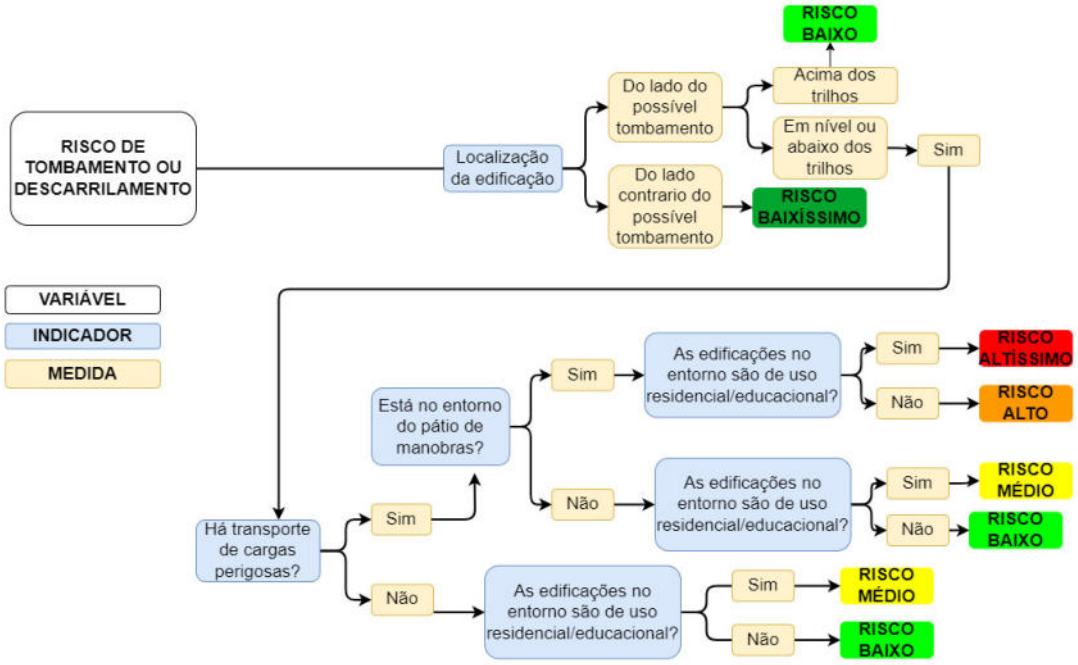


Fig. 2 Fluxograma sobre o risco de tombamento ou descarrilamento

Dessa maneira, no cenário apresentado na Figura 2, deve ser verificada inicialmente a localização da edificação, de forma que quando esta se encontra do lado contrário do possível tombamento tem-se um risco baixíssimo, pois caso haja tombamento, não atingirá a edificação. No entanto, se a edificação se localizar do lado do possível tombamento, porém estiver acima dos trilhos tem-se um risco baixo. Caso a edificação esteja localizada em nível ou abaixo dos trilhos deve ser analisado se é de uso residencial/educacional: em caso negativo, se verifica se há transporte de cargas perigosas na linha, pois caso não existam tem-se um risco baixo; no entanto, caso seja realizado transporte de cargas perigosas e a edificação fica próxima ao pátio de manobras, configura-se um risco alto e em caso contrário como risco médio. Na situação em que a edificação avaliada seja de uso residencial ou educacional, mas não haja transporte de cargas perigosas, o risco novamente é médio, mas se estas cargas perigosas existem, deve ser verificado se a edificação está no entorno do pátio de manobras, pois em caso negativo o risco é médio, mas se estiver nessa área o risco será avaliado como alto.

Para avaliação dos riscos relacionados ao descarte de resíduos domiciliares (Figura 3), em primeiro lugar, se verifica no local a existência desse serviço por parte do município. Em caso afirmativo, o risco será considerado baixíssimo. No entanto, se não houver coleta regular do lixo, deve-se verificar se os moradores realizam descarte dele no entorno da ferrovia, sendo considerada uma situação de baixo risco em caso negativo. Porém, caso se

identifique este descarte inadequado do lixo, é importante verificar a localização das edificações ou locais em que são depositados esses resíduos, visto que se encontram-se abaixo dos trilhos o risco derivado para a operação ferroviária será apenas médio. Se o nível das edificações e da ferrovia é o mesmo, o risco considera-se alto pois a probabilidade de resíduos alcançarem os trilhos é maior. Finalmente, se as edificações se localizam em um nível superior dos trilhos, é mais provável que os resíduos descartados no entorno da ferrovia alcancem e se acumulem na faixa de domínio, com risco altíssimo para a infraestrutura e operações ferroviárias.



Fig. 3 Fluxograma sobre o risco devido ao descarte de resíduos domiciliares

Para avaliação dos riscos relacionados ao descarte de esgoto (Figura 4) se segue um processo similar ao anterior. Inicialmente, se verifica no local se há sistema de esgoto, e em caso afirmativo, o risco será considerado baixíssimo. No entanto, se não houver sistema de esgoto na região, deve-se verificar se os moradores realizam descarte dele na faixa de domínio da ferrovia, pois em caso negativo o risco será apenas baixo. Porém, caso se identifique este descarte inadequado do esgoto próximo à ferrovia, é importante verificar a localização das edificações ou locais desde as quais se destina esse esgoto em relação aos trilhos, visto que se se encontram abaixo dos trilhos o risco derivado para a operação ferroviária será apenas médio, se o nível das edificações e da ferrovia é o mesmo, o risco considera-se alto pois a probabilidade de resíduos alcançarem os trilhos é maior, e, finalmente, se as edificações se localizam em um nível superior dos trilhos, é mais provável que o esgoto descartado no entorno da ferrovia alcance e se acumule na faixa de domínio, assim como afete aos taludes da ferrovia, com risco altíssimo para a infraestrutura e operações ferroviárias.



Fig. 4 Fluxograma sobre o risco devido ao descarte de esgoto

Para avaliação dos riscos relacionados à drenagem (Figura 5), se levam em conta a existência e possíveis obstruções das obras de drenagem na área considerada, assim como dados sobre indicações prévias já conhecidas. Assim, inicialmente se verifica a existência de alguma obra de drenagem próxima à ferrovia, em caso afirmativo se busca analisar se há obstrução da obra de drenagem na ferrovia, caso haja tal obstrução configura-se um risco altíssimo, pois havendo uma drenagem ineficiente, há grandes probabilidades de problemas para o funcionamento da ferrovia e para a estabilidade dos taludes do entorno, como reportaram os estudos de Rocha (2016) e Santos (2017). Em um cenário em que não haja obra de drenagem próxima, aliado ao fato de não haver impedimento de fluxo de córrego na ferrovia, o risco é

baixíssimo, uma vez que a drenagem se encontra em seu melhor panorama. No entanto, caso haja impedimento desse fluxo, é necessário observar se há histórico de inundação no local, que em caso afirmativo apresenta risco altíssimo e em caso negativo, médio. Caso haja uma obra de drenagem desobstruída na ferrovia, é necessário avaliar a existência de coleta dos resíduos domiciliares aliado à informação sobre histórico de inundações no entorno, pois caso existam resultam nos mesmos riscos anteriores. Por outro lado, caso não exista esse sistema de coleta, é preciso avaliar o local de descarte dos resíduos, que se não for próximo da ferrovia oferece baixo risco, e caso o descarte seja feito próximo à ferrovia precisa-se ter conhecimento se é descartado à montante (antes da obra de drenagem), oferecendo risco alto, pela probabilidade de o resíduo obstruir, ou à jusante (após a obra de drenagem), que indicaria um risco médio.



Fig. 5 Fluxograma sobre o risco da drenagem ineficiente

O risco geotécnico foi avaliado a partir do fator de segurança, que leva em conta indicadores como intercepto coesivo, ângulo de atrito, nível d'água, peso específico, sobrecarga e topografia (Figura 6). Assim, após a realização de um plano de investigação geológico/geotécnica, por profissional habilitado, ele poderá realizar a interpretação dos resultados e realizar o dimensionamento dos taludes de corte e aterro, de modo que os mesmos possuam fatores de segurança mínimos e atendam aos requisitos das normativas vigentes. De maneira simplificada, o fator de segurança será o valor da razão entre a resistência (tensão cisalhante máxima disponível) e a resistência mobilizada (tensão cisalhante atuante ao longo da superfície de ruptura). De acordo com seus valores, o nível de risco existente na área avaliada será baixo (fator > 1,5), médio (entre 1,3 e 1,5), alto (entre 1,2 e 1,3) ou altíssimo (para valores menores de 1,2).

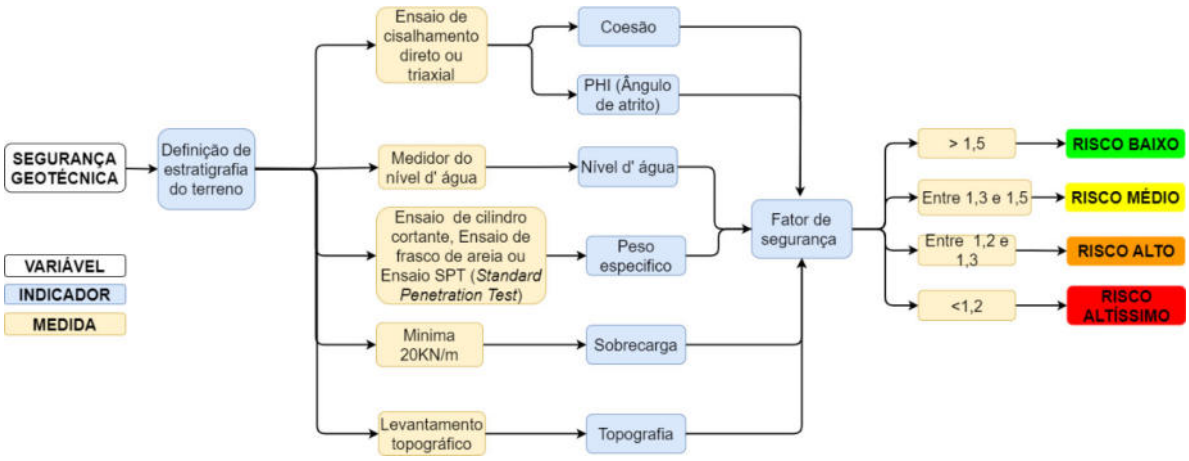


Fig. 6 Fluxograma sobre o risco geotécnico

O risco de poluição sonora foi composto por três indicadores: nível de pressão sonora medido no receptor causado pela passagem dos trens diferenciando entre o dia e a noite e frequência de passagem. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011) utiliza o valor de 55 dB(A) como nível máximo para a exposição da população durante o dia e 50 dB(A) durante a noite. A medida da poluição sonora é feita a partir dos valores dos níveis de pressão sonora em ambientes internos ou externos, segundo a normativa específica, mediante o uso do decibelímetro. Quanto mais próxima a moradia estiver da via férrea ou do pátio de manobras, previsivelmente maior será essa medição e, consequentemente, maior será a sensibilidade e o risco à saúde dos moradores. A Figura 7 apresenta o fluxograma para avaliação do risco derivado do ruído.

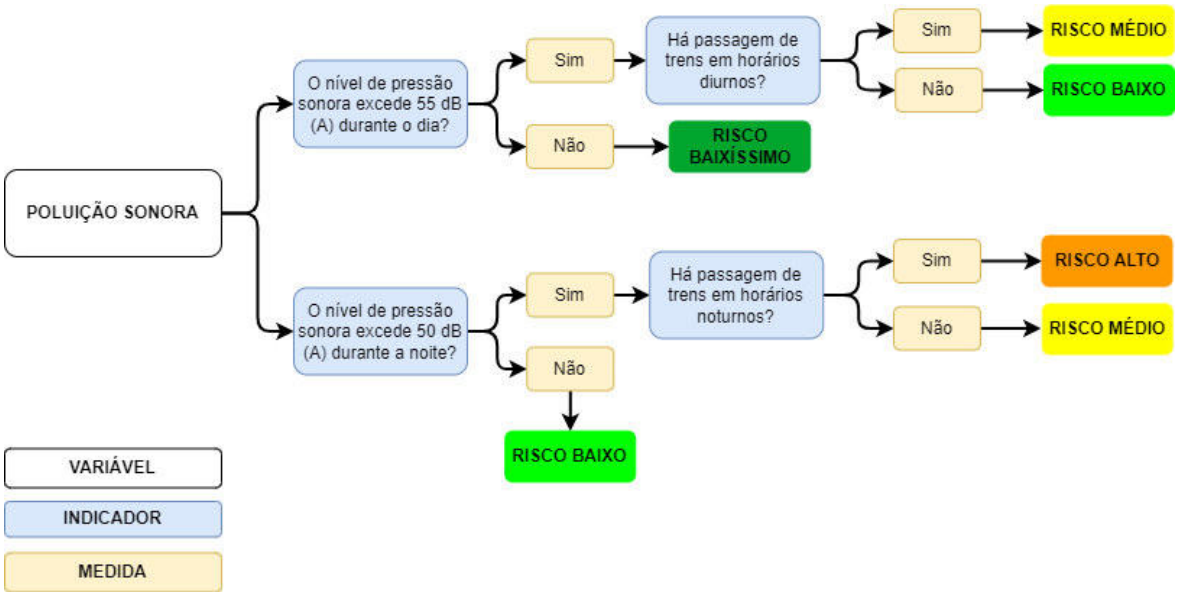


Fig. 7 Fluxograma sobre o risco da poluição sonora

Por um lado, levando em conta como parâmetro o nível de pressão durante o dia, se o valor de 55 dB(A) não for excedido configura-se um risco baixíssimo, mas caso esse parâmetro seja ultrapassado avalia-se a passagem de trens em horários diurnos, de modo que se não há passagem configura um risco baixo e se há passagem configura um risco médio. De maneira análoga, durante o período noturno o nível de pressão utilizado como parâmetro é de 50 dB(A), de forma que se esse valor não for excedido configura-se um risco baixo, caso esse parâmetro seja excedido avalia-se a passagem de trens em horários noturnos, de modo que se não há passagem configura um risco médio e se há passagem configura um risco alto.

Os sete fluxogramas apresentados, bem como a metodologia utilizada para sua construção, serão úteis para conduzir uma avaliação objetiva dos riscos envolvidos na operação ferroviária e sua interação com as moradias no entorno dos trilhos. Essa avaliação é de extrema importância, pois por meio dela é possível identificar fragilidades do sistema e auxiliar os gestores na tomada de decisão, com o intuito de mitigar os riscos e promover uma maior segurança para os moradores, além de que ao identificar os riscos e classificá-los em níveis, é possível direcionar o planejamento do poder público considerando a urgência que os riscos demandam, inclusive de realocação de famílias, quando esse for o caso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modo ferroviário apresenta-se como uma interessante alternativa para o desenvolvimento económico e social do Brasil, de uma forma mais sustentável. Porém, após um período inicial de grande expansão, a malha ferroviária brasileira foi sendo desativada gradativamente ao longo dos anos, o que favoreceu a construção de habitações em suas proximidades, dificultando a operação e ampliação do uso. Além disso, esta situação irregular acaba ocasionando graves riscos tanto para os moradores como para a própria infraestrutura ferroviária, e identificar e avaliar tais riscos em cada caso constitui-se um desafio tanto para os órgãos responsáveis do modo como para os moradores próximos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi propor uma metodologia que permita identificar e avaliar os riscos que tais ocupações trazem para a infraestrutura e operação ferroviárias e os que as ferrovias implicam para esses moradores, de uma forma estruturada e o mais objetiva possível.

Para isso, foi adaptada a técnica de avaliação de risco clássica mediante matrizes de probabilidade e impacto, aliada às contribuições de um grupo focal sobre o tema, a partir de uma revisão bibliográfica acerca desses aspectos de risco. Entre eles, destacam-se os derivados da poluição sonora e do descarte inadequado de resíduos domiciliares e de esgoto, assim como os riscos de acidentes, como atropelamentos, tombamentos e descarrilamentos, além de problemas de drenagem e de segurança geotécnica.

Como principais resultados, foram estruturados os indicadores identificados e seus possíveis valores em sete fluxogramas que permitem avaliar de forma ordenada as relações entre eles até obter o nível de risco para cada aspecto, em uma escala que varia de baixíssimo a altíssimo. Com isso, espera-se que a aplicação da metodologia proposta à situação atual da malha ferroviária brasileira, que almeja ampliar o fluxo de operações e da extensão da própria rede, permita auxiliar a conciliar esse processo, considerando os inúmeros benefícios econômicos que o Brasil terá, sem deixar de olhar para as pessoas que residem próximas às ferrovias, propiciando a adoção de políticas públicas que protejam e garantam os direitos dessa parcela da população que muitas vezes é inviabilizada, ao mesmo tempo que se potencializa o uso do modo ferroviário e se protege sua infraestrutura.

Como sugestão de trabalhos futuros, tem-se mais estudos sobre o tema verificando as particularidades das diferentes regiões brasileiras, além de verificar a possibilidade de avaliar os riscos apresentados de forma conjunta, a fim de obter um risco global dos locais, para um melhor mapeamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos especialistas participantes do grupo focal aplicado na pesquisa. Também agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 310258/2021-9 e 130047/2024-4).

REFERÊNCIAS

Abreu, V. H. S. (2020) Atropelamentos ferroviários: uma revisão da literatura, **Revista Brasileira de Estudos de Segurança Pública**, v. 13, n. 1, p. 41-48.

Association of American Railroads. (2020) **Overview of America's Freight Railroads**.

Disponível em: https://www.aar.org/wp-content/uploads/2018/08/Overview-of-Americas-Freight-RRs.pdf

Chaves, G. V. A, Pimentel, R. L., Melo, R. A. e Farias, J. P. (2009) Faixa de domínio e sua relação com a redução de vibrações produzidas por trens de superfície em áreas urbanas, **Transportes**, v. XVII, n. 1, p. 39-45.

CNI (2018) **Transporte Ferroviário: colocando a competitividade nos trilhos**, Confederação Nacional da Indústria, Brasília. ISBN 978-85-7957-212-8. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/21/fa/21fa74a8-d3db-46fc-a105-a1ef097257ee/transporte_ferroviario_-_colocando_a_competitividade_nos_trilhos.pdf

Dantas, R. (2014) **Modelo de Gestão de Ativos da via-férrea baseado em análise probabilística de Custos por Ciclo de Vida. Aplicação ao caso da Rede Ferroviária Nacional**, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa.

Faya Junior, O.G. e Miyasaki, R.M. (2018) Avaliação dos estudos de inserção urbana das linhas e da infraestrutura ferroviária da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos-CPTM, **21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito- ANTP**, Disponível em: https://files.antp.org.br/2017/7/10/519_avaliacaoestudosinsercaourbanacptm-.pdf

Federal Railroad Administration (2006) **Fracture and Fatigue Damage Tolerance of Bainitic and Pearlitic Rail Steels**, Department of Transportation, U.S. Disponível em: https://railroads.dot.gov/sites/fra.dot.gov/files/fra_net/2136/rr0602.pdf

Guitierre, L.R e Direne, R.P. (2013) **Avaliação dos Níveis de Ruído Provocados por Trens em Bairros Residenciais Próximos ao Centro de Curitiba**, Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8383/2/CT_EPC_2012_2_12.PDF

Infraestruturas de Portugal (2021) **Rede Ferroviária**, Disponível em: https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/infraestruturas/rede-ferroviaria

Keretch, M. E. (2017) **Acidentes ferroviários motivados por desgaste na ponta de agulha do aparelho de mudança de via**, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, São Paulo.

Krueger, R. A. e Casey, M. A. (2009) **Focus groups: A pratical guide for applied research (4th Ed.)**, Thousand Oaks, California.

Morgan, D. L. (1996) Focus group, **Annual Review Sociology**, 22, 129-152.

Neto, V. G. (2012) **Influência da soldagem por caldeamento na tenacidade à fratura e resistência à fadiga de trilhos ferroviários**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, SP.

Organização Mundial da Saúde (2011) **Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe**, Disponível em:

https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf?ua=1

Pais, J.C., Figueiras, H., Pereira, P. e Kaloush, K. (2019) The pavements cost due to traffic overloads, **International Journal of Pavement Engineering** 20, 1463–1473. https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1435876

Portal Diplomático (2020) **Sobre Portugal**, Disponível em: https://portaldiplomatico.mne.gov.pt/sobre-portugal (accessed 5.2.24)
Polícia Rodoviária Federal (2022) **Anuário Estatístico da Polícia Rodoviária Federal**. Disponível em: https://www.gov.br/prf/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/diest-arquivos/anuario-2022_final.html

Project Management Institute (2013) **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. Quinta edição. Newtown Square, Pennsylvania, USA.

Rocha, L.B. (2016) **Avaliação do impacto do estado de conservação dos dormentes na operação ferroviária**, Trabalho de conclusão de curso de engenharia civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Santos, A.S.L. (2017) **Importância da Geotecnia na Infraestrutura Ferroviária**, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

Shang, H. (2015) **Maintenance Modelling, Simulation and Performance Assessment for Railway Asset Management**, Tese de Doutorado, Universidade de Tecnologia de Troyes, Reims, França.

Schneider, E.L. (2005) **Análise da vida remanescente de trilhos com defeitos transversais desgastados em serviço**, Dissertação de Mestrado em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7132/000495581.pdf?sequence=1

Silveira, L.R.C. (2017) **Avaliação do Perigo de Queda de Blocos em Taludes Urbanos e Ferroviários e Simulação de sua Trajetória**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mineral da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/jspui/bitstream/123456789/7875/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3oPerigoQueda.pdf

CONSTRUÇÃO DE RESILIÊNCIA URBANA CONTRA DESASTRES CLIMÁTICOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS APOIADA POR FERRAMENTAS DO GOOGLE EARTH ENGINE

T. F. Olivatto, J. A. Di Lollo

RESUMO

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, destacam-se as premissas de tornar as cidades mais sustentáveis e resilientes frente às mudanças climáticas. Neste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem operacional simplificada para subsidiar respostas rápidas de avaliação do impacto das mudanças de cobertura do solo em eventos de desastres climáticos. A metodologia foi desenvolvida no Google Earth Engine, com base nos dados de cobertura de solo do Dynamic World. Uma aplicação em uma feição erosiva que se desenvolveu em decorrência de uma intensa precipitação, associada à desastres em Araraquara-SP, indicou que as alterações antrópicas no local foram determinantes para a ocorrência do evento, principalmente, devido à intensa impermeabilização da bacia. Dentre as principais vantagens da metodologia adotada se destacaram a rapidez na implementação, incorporação de algoritmos já previamente validados, emprego de imagens de séries temporais, processamento em nuvem e utilização de dados gratuitos.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos nos últimos anos revela uma demanda urgente pela construção de resiliência urbana (Velastegui-Montoya *et al.*, 2022), principalmente, considerando que mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas (ONU, 2020), 61% no Brasil (IBGE, 2022). Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, destacam-se as premissas de "*tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*" e "*tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos*" (ONU, 2015).

O monitoramento contínuo das mudanças nos fornece dados para entender os padrões climáticos em evolução e implantar estratégias de adaptação eficazes. Nesse cenário, mapas de uso e cobertura do solo (LULC) fornecem informações relevantes para entender as relações de atividades humanas e processos naturais da dinâmica superficial (Chaves *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2021).

O sensoriamento remoto, aliado às técnicas de geoprocessamento, viabilizaram a elaboração destes mapas, sendo que o avanço das tecnologias facilitou o acesso e manipulação dos dados. Ao mesmo tempo que muito satélites já possuem plataformas que disponibilizam seus dados com diversas resoluções espaciais e temporais, outras plataformas se dedicam à

disponibilizar algoritmos de processamento em nuvem ou ainda banco de dados já processados (Abdelmajeed *et al.*, 2023; Jombo & Abd Elbasit, 2023; Lee *et al.*, 2011).

O Google Earth Engine (GEE) se popularizou nos últimos anos por unir as vantagens da computação em nuvem para observação da Terra aos avanços dos algoritmos de aprendizado de máquina (Gorelick *et al.*, 2017; Venter *et al.*, 2022). Um exemplo são os dados do Sentinel-2, com 13 bandas espectrais, com resolução espacial de 10 m para as bandas do visível, 20 m para o infravermelho e 60 m para as bandas de correção atmosférica (Chaves *et al.*, 2020). Com base em dados da Missão Sentinel-2 e uso das ferramentas de aprendizado profundo do GEE, foi lançado em 2021 o projeto Dynamic World (DW), que fornece mapas de LULC atualizados a partir de tais imagens desde 2016 (Brown *et al.*, 2022).

Dada a importância dos mapas de LULC na compreensão do impacto das mudanças de cobertura do solo em eventos de desastres climáticos, o objetivo do trabalho foi sistematizar uma abordagem operacional simplificada para subsidiar respostas rápidas com base na ferramenta DW do GEE. Para testar a efetividade dos processos e técnicas envolvidos, foi realizada uma aplicação numa feição de erosão desencadeada em decorrência de uma precipitação de alta intensidade (51,4 mm de chuva em seis horas, em 28/12/2022) no município de Araraquara-SP, que resultou: o arraste da ponte que atravessa o Córrego das Cruzes, o desenvolvimento de uma feição com 15 metros de profundidade e 7 metros de largura em uma das principais avenida da cidade, resultando em 5 fatalidades.

2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

2.1 Área de Aplicação

O trabalho foi desenvolvido no município de Araraquara, região nordeste do estado de São Paulo (localização na Fig. 1). O clima local é subtropical, com temperaturas variando entre 25°C e 35°C no verão, e 5 °C a 20°C no inverno, com precipitação média anual de 1200 mm, com maiores volumes de chuva no verão, especialmente em dezembro e janeiro, e ocasionalmente em outubro e novembro (Cheliz *et al.*, 2023).

Em 28/12/2022, uma precipitação de 51,4 mm em um período de 6 horas desencadeou: o arraste da ponte que atravessa o Córrego das Cruzes e uma erosão com 15 metros de profundidade e 7 metros de largura em uma das principais avenida da cidade, Avenida Padre Francisco Salles Colturato, ocasionando 5 fatalidades. Logo, a área de estudo foi definida a partir da feição erosiva de coordenadas latitude 21°46'59.45"S e longitude 48°11'42.95"O, tomando-a como um exutório para delimitar a área de contribuição hídrica a partir do modelo digital de elevação SRTM (CATI, 2016), o que resultou numa área de 44,6 km^2, na porção centro-norte da área urbana do município (Fig. 1).

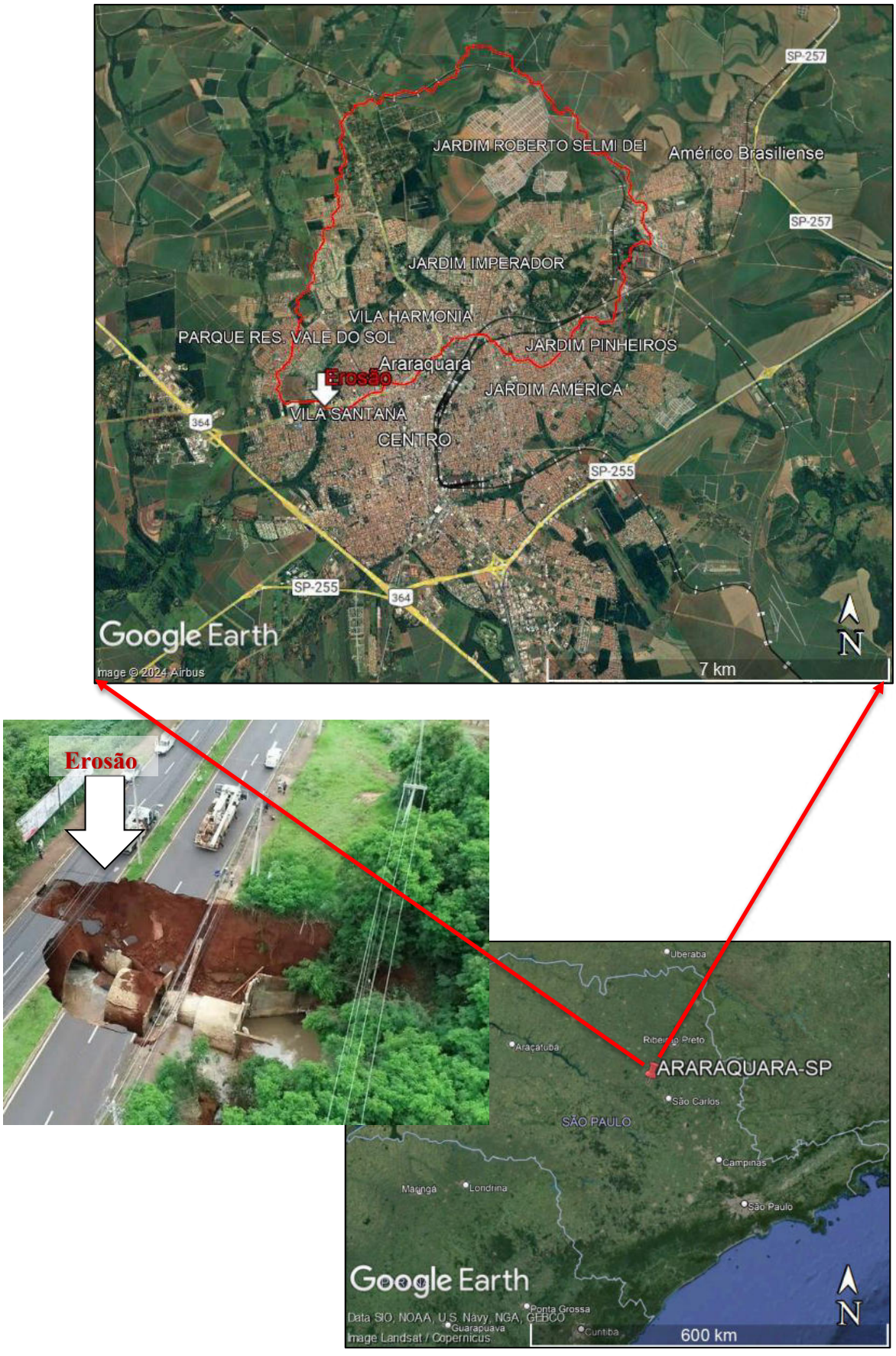


Fig. 1 Localização da área de estudo

2.1 Materiais e Métodos

O processamento, a extração, a visualização e as análises foram desenvolvidas no GEE (Gorelick *et al.*, 2017), estabelecendo-se um fluxo de trabalho completo em apenas um ambiente computacional, em nuvem, sem a necessidade de download e upload de dados e instalação de softwares, englobando a extração dos dados do DW de LULC para a área, a partir de imagens Sentinel-2 com menos de 10% de cobertura de nuvens, resolução 10 metros, incorporando todas as bandas (exceto B1, B8A, B9 e B10), a partir de um modelo de aprendizado profundo com base no contexto espacial do pixel (Brown *et al.*, 2022).

As imagens classificadas da coleção DW possuem 9 bandas de classificação binária (0,1), cada uma referente à uma das 9 classes discretas de LULC: água (*water*), árvores (*trees*), pasto (*grass*), vegetação inundada (*flooded_vegetation*), culturas (*crops*), arbustos e vegetação rasteira (*shrub_and_scrub*), contruções (*built*), solo exposto (*bare*) e gelo e neve (*snow_and_ice*) (Brown *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2020).

Foram extraídas informações da composição anual calculando as pontuações médias de probabilidade para os anos de 2016, mais antigo da base, e 2022, ano de ocorrência do evento analisado. Além da distribuição espacial para estes anos, foram extraídas as porcentagens de cobertura para cada classe e foi conduzida uma análise específica com foco nas áreas construídas (impermeabilizadas), etapa na qual foi isolada a banda referente à classe de áreas construídas (*built*), permitindo visualizá-la com destaque. Logo, o único requisito inicial necessário para conduzir as imagens, além do *script* desenvolvido, foi um shapefile com limite da área de contribuição do processo erosivo analisado (há a possibilidade de o usurário selecionar a região de interesse em tela).

Considerando que o objetivo do trabalho foi elaborar uma sistematização operacional das ferramentas que permita simplificar o manuseio das informações, facilitando o acesso à gestores públicos, pesquisadores e comunidade em geral, a metodologia adotada não focou na elaboração de produtos cartográficos complexos, mas sim, na possibilidade de visualizar os resultados na própria ferramenta, dispensando uso de outros softwares e mão de obra especializada. O Fluxograma contido na Figura 2 representa as etapas estruturadas no GEE.

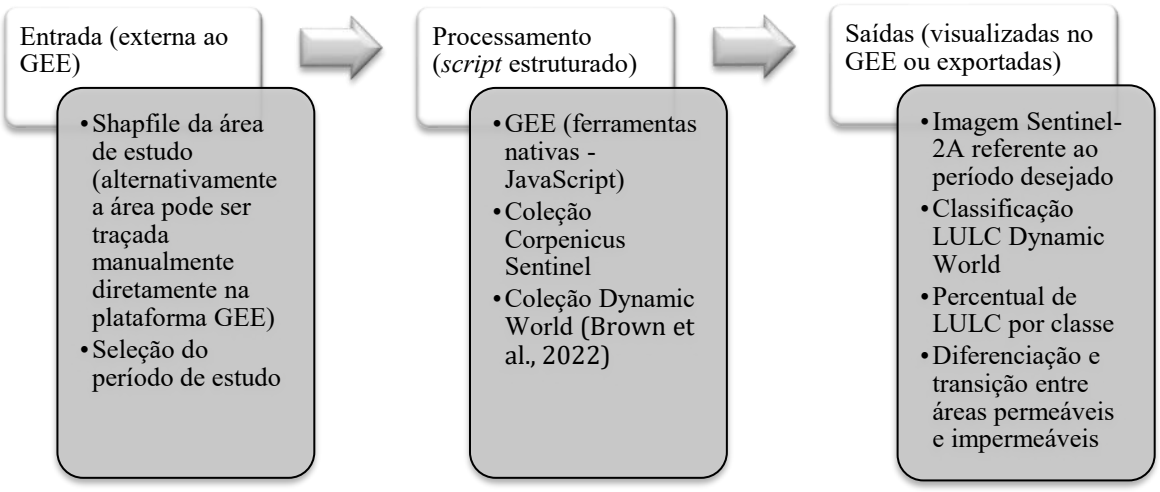


Fig. 2 Fluxograma das etapas estruturadas no GEE

As etapas conduzidas no ambiente do GEE para a aplicação compuseram dois *scripts* que permitirão a replicabilidade dos procedimentos para outras áreas e outros recortes temporais, consolidando sua replicabilidade através do compartilhamento do código estruturado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar das autoridades alegarem que a estrutura da ponte "*estava em plenas condições, mas o volume de chuva foi muito grande*" (G1 Araraquara, 2022), sugerindo se tratar de um desastre natural, estudos indicam que tais eventos tem relação com as alterações antrópicas no local, relacionada à impermeabilização, resultando grandes vazões atingindo o exutório num tempo mais curto que o natural (Anache *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2012; Guo *et al.*, 2023).

Os resultados do estudo permitem uma visão das mudanças na cobertura da terra entre os anos de 2016 e 2022 na área de estudo. A Figura 3 mostra as imagens Sentinel-2A para cada ano, destacando as diferenças na cobertura da terra nos dois anos.

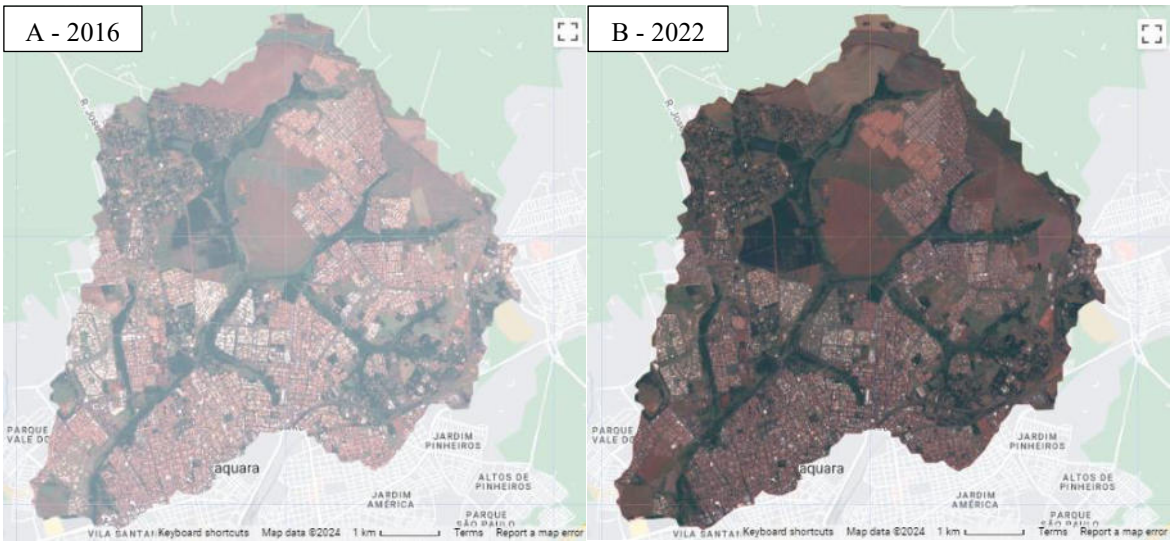


Fig. 3 Capturas de tela das imagens Sentinel-2A exibidas no GEE

Nas Figuras 4A e 4B podem ser observados os usos do solo em 2016 e 2022, respectivamente, revelando um aumento significativo nas áreas construídas entre os dois anos. As informações quantitativas da Tabela 1 confirmam a tendência de aumento nas áreas construídas, juntamente com mudanças em outras classes de cobertura da terra.

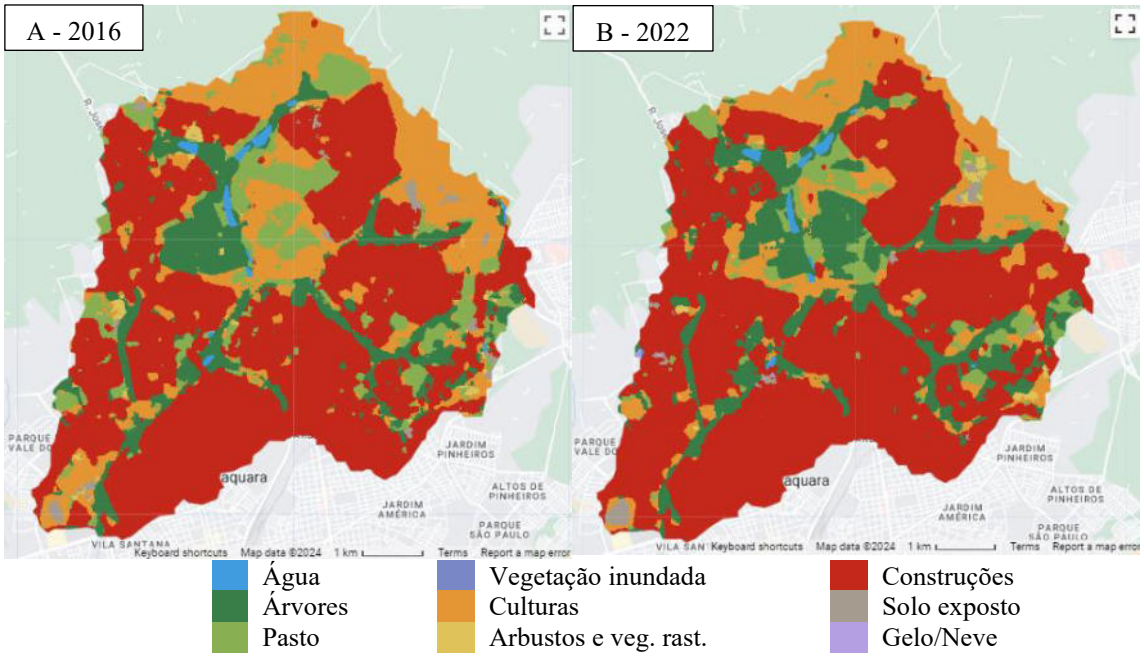


Fig. 4 Capturas de tela das classificações LULC Dynamic World exibidas no GEE

Tabela 1 Percentual de mudanças de LULC para cada classe

Classes de LULC	2016 (%)	2022 (%)
Água	0,69	0,61
Árvores	12,58	15,39
Pasto	10,09	6,06
Vegetação inundada	0,00	0,00
Culturas	19,78	15,85
Arbustos e veg. rast.	0,79	0,60
Construções	55,07	60,66
Solo exposto	1,00	0,79
Gelo/Neve	0,00	0,04

A Figura 5 fornece uma representação simplificada da expansão da urbanização nas áreas de contribuição do processo erosivo entre 2016 e 2022. As Figura 5A e 5B exibem as áreas permeáveis e impermeáveis em cada ano, e a Figura 5C indica as transições de áreas permeáveis para impermeáveis para o recorte temporal em questão.

As visualizações propostas nesta figura facilitam as análises de enfoque específico, permitindo identificar, no caso deste estudo de caso, que uma porção das novas áreas impermeabilizadas estão em cabeceiras de drenagem (gerando um fluxo com maior tempo de aceleração do escoamento); além do surgimento de uma região impermeabilizada bem próxima ao exutório investigado, com contribuição imediata para o fluxo. Logo, o aumento no percentual de áreas construídas sugere que a impermeabilização do solo contribuiu para o desencadeamento do processo erosivo, atuando como agravante no caso do evento extremo, devido à mudanças nos padrões de escoamento superficial (Anache *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2012; Guo *et al.*, 2023).

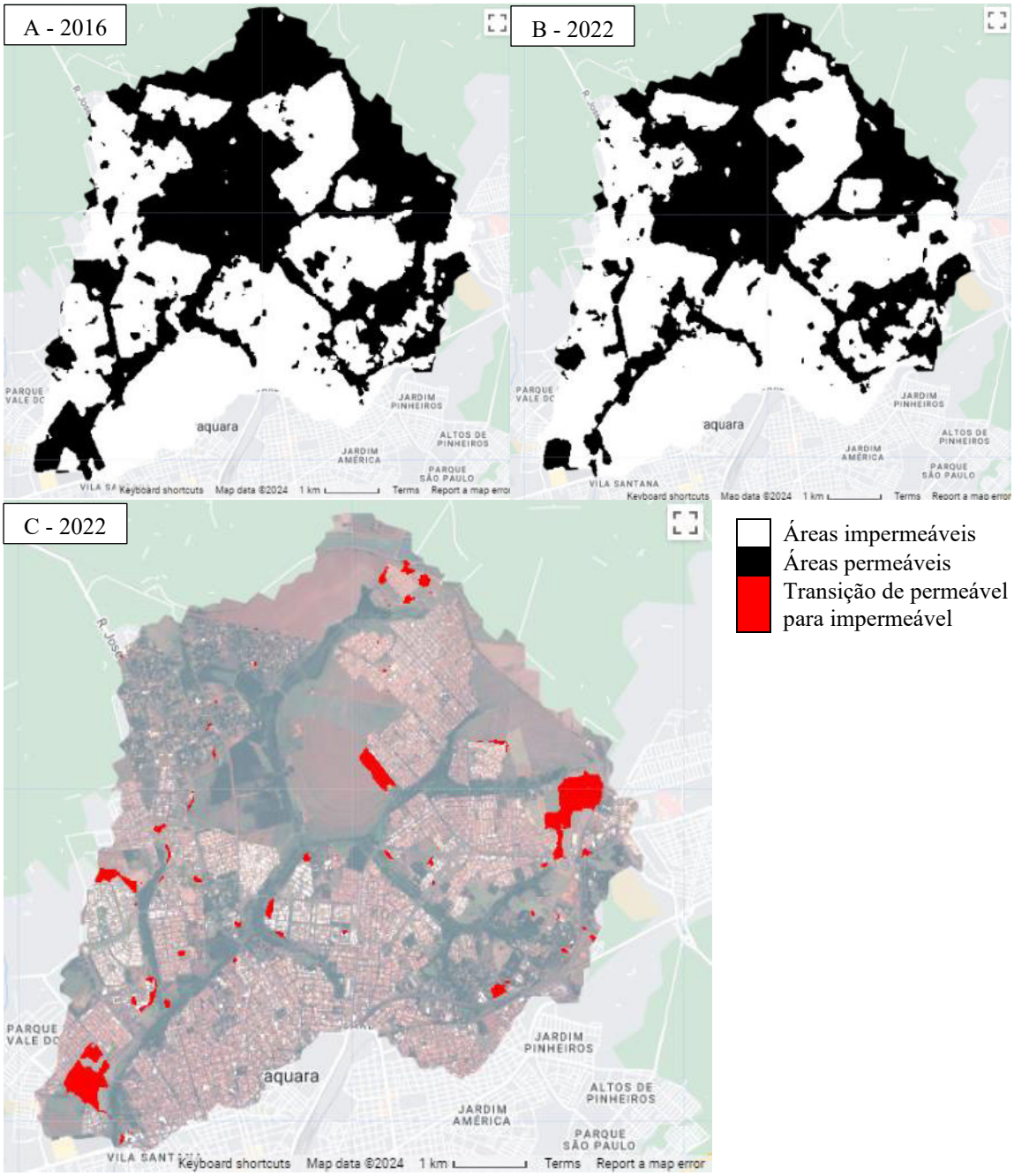


Fig. 5 Capturas de tela das análises construídas no GEE

A aplicação dos *scripts* desenvolvidos neste estudo de caso permitiu verificar que a plataforma GEE oferece as vantagens de: acesso a uma vasta quantidade de dados de sensoriamento remoto, ferramentas de processamento, métodos de análise eficientes, e capacidade de visualizar e compartilhar resultados de forma acessível e interativa. No contexto do planejamento urbano, gestão de risco e construção de resiliência climática, ao fazer uso do GEE, pesquisadores e gestores podem conduzir análises de forma eficaz e ágil, facilitando o processo de tomada de decisão com base em dados confiáveis.

A plataforma permite também, além do compartilhamento dos *scripts*, tornar pública a visualização dos resultados por meio da ferramenta Earth Engine Apps, facilitando o acesso à informação por qualquer usuário, mesmo que o mesmo não possua conhecimento técnico

e específico do GEE. A seguir estão os *links* de acesso aos resultados produzidos neste trabalho:

- Áreas construídas, uso do solo e imagem Sentinel 2 - 2016:
https://ee-tatianeolivatto.projects.earthengine.app/view/pluris2024-dw2016

- Áreas construídas, uso do solo e imagem Sentinel 2 - 2022:
https://ee-tatianeolivatto.projects.earthengine.app/view/pluris2024-dw2022

- Novas áreas construídas entre 2016 e 2022 e imagens Sentinel 2:
https://ee-tatianeolivatto.projects.earthengine.app/view/pluris2024-dw20162022

De acordo com o objetivo central deste trabalho, os *scripts* disponibilizados sistematizam a abordagem operacional simplificada para facilitar o acesso aos dados da Coleção DW, por meio da ferramenta GEE. O *Script* 1 se refere especificamente às análises anuais individuais, tendo como saídas a imagem Sentinel-2A, a classificação LULC e a diferenciação entre áreas permeáveis e impermeáveis. O *Script* 2 trata da análise de transição entre os períodos. Os *scripts* podem ser acessados e implementados nos links[1]:

- Script 1:
https://code.earthengine.google.com/0ee7f6d766ea5e78aa6b847feb89d726

- Script 2:
https://code.earthengine.google.com/5ccc37d3b56377b5076849ed914bb4d7

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conduzir análises de mudanças de uso do solo com imagens de satélite no ambiente computacional do (GEE) oferece vantagens significativas, mas também apresenta desafios a serem considerados. A capacidade de processamento em nuvem do GEE permite análises eficientes e rápidas de grandes volumes de dados, resultando menor tempo de processamento em comparação com métodos tradicionais. Além disso, o processamento em nuvem elimina a necessidade de baixar e armazenar imagens e softwares localmente, reduzindo a carga sobre os recursos computacionais locais e simplificando o gerenciamento de dados. A baixa exigência de espaço de memória e poder de processamento torna o GEE acessível mesmo para usuários com recursos computacionais limitados.

O GEE também oferece uma ampla gama de algoritmos pré-desenvolvidos para análise de imagens de satélite, incluindo ferramentas específicas para detecção de mudanças de uso do solo. Isso simplifica o processo de análise e reduz a necessidade de desenvolver algoritmos personalizados, economizando tempo e recursos.

No entanto, o uso do GEE também apresenta limitações. A dependência da conectividade pode ser uma restrição em áreas com acesso limitado à internet, ou situações nas quais a conectividade é interrompida. Além disso, a utilização eficaz do GEE requer um certo grau de familiaridade com conceitos de sensoriamento remoto e programação JavaScript, o que pode representar uma barreira para usuários iniciantes. Contudo, a disponibilização de

[1] Para acessar os *scripts* diretamente na plataforma oficial do GEE (https://code.earthengine.google.com/) é necessário fazer login através de uma conta Gmail. Se for a primeira que o usuário acessa a plataforma, além do login, será necessário criar um projeto seguindo os passos solicitados.

scripts e resultados já estruturados, como no caso do desenvolvido neste trabalho, auxilia para que esta etapa de familiarização com o ambiente do GEE seja menos desafiadora.

Uma vantagem adicional é a utilização de bases de dados de uso do solo já processadas e validadas, como o Dynamic World. Essas bases de dados são construídas a partir de métodos robustos de classificação de imagens de satélite e validadas rigorosamente por seus desenvolvedores, garantindo uma precisão e confiabilidade adequadas para uma variedade de aplicações. Ao utilizar essas bases de dados, pesquisadores e gestores públicos podem se concentrar na análise e interpretação dos resultados, em vez de dedicar tempo e esforço à preparação e processamento dos dados brutos. Isso agiliza o processo de análise e aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6 REFERÊNCIAS

Abdelmajeed, A. Y. A., Albert-Saiz, M., Rastogi, A. & Juszczak, R. (2023) Cloud-Based Remote Sensing for Wetland Monitoring—A Review. **Remote Sensing**, 15(6), 1660. https://doi.org/10.3390/rs15061660

Anache, J. A. A., Wendland, E. C., Oliveira, P. T. S., Flanagan, D. C. & Nearing, M. A. (2017) Runoff and soil erosion plot-scale studies under natural rainfall: A meta-analysis of the Brazilian experience. **CATENA**, 152, 29–39. https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.01.003

Brown, C. F., Brumby, S. P., Guzder-Williams, B., Birch, T., Hyde, S. B., Mazzariello, J., Czerwinski, W., Pasquarella, V. J., Haertel, R., Ilyushchenko, S. & others. (2022) Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. **Scientific Data**, 9(1), 251.

CATI. **Modelo Digital de Elevação do Estado de São Paulo** obtido a partir do SRTM 1 arcsecond, Aster GDEMV2 e Ondulação Geoidal. São Paulo, 2016. https://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/modelo-digital-de-elevacao-do-estado-de-sao-paulo

Chaves, M. E. D., Picoli, M. C. A. & Sanches, I. D. (2020) Recent Applications of Landsat 8/OLI and Sentinel-2/MSI for Land Use and Land Cover Mapping: A Systematic Review. **Remote Sensing**, 12(18), 3062. https://doi.org/10.3390/rs12183062

Cheliz, P. M., Rodrigues, J. A. & Ladeira, F. S. B. (2023) O papel do meio físico e relevo na ocupação humana: potencialidades, vulnerabilidades e impactos ambientais (enchentes, erosão e assoreamento) na trajetória histórica da região de Araraquara (SP) **Revista Brasileira de Geografia Física**, 16(01), 584–632.

Ferreira, C. S. S., Ferreira, A. J. D., Pato, R. L., Magalhães, M. do C., Coelho, C. de O. & Santos, C. (2012) Rainfall-runoff-erosion relationships study for different land uses, in a sub-urban area. **Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementary Issues**, 56(3), 5–20. https://doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00101

G1 Araraquara. (2022) ***Estrutura que cedeu e deixou 5 mortos em Araraquara foi vistoriada em outubro, diz prefeito***. https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2022/12/29/estrutura-que-cedeu-e-deixou-mortos-em-araraquara-foi-vistoriada-em-outubro-diz-prefeito.ghtml

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. & Moore, R. (2017) Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote sensing of Environment**, 202, 18–27.

Guo, H., Sun, L., Wu, S., Feng, H., Hill, R. L. & Siddique, K. H. M. (2023) Performance of soil and water conservation practices in the erosion evolution process, runoff dynamics and surface roughness. **Soil Use and Management**, 39(4), 1321–1334. https://doi.org/10.1111/sum.12888

IBGE. (2022) ***Censo Demográfico 2022***. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. https://censo2022.ibge.gov.br/

Jombo, S. & Abd Elbasit, M. (2023) Bibliometric Analysis of Cloud Computing in Agriculture using Remote Sensing Data. **2023 IST-Africa Conference (IST-Africa)**, 1–9. https://doi.org/10.23919/IST-Africa60249.2023.10187834

Lee, C. A., Gasster, S. D., Plaza, A., Chang, C.-I. & Huang, B. (2011) Recent Developments in High Performance Computing for Remote Sensing: A Review. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, 4(3), 508–527. https://doi.org/10.1109/JSTARS.2011.2162643

Liu, L., Zhang, X., Gao, Y., Chen, X., Shuai, X. & Mi, J. (2021) Finer-Resolution Mapping of Global Land Cover: Recent Developments, Consistency Analysis, and Prospects. **Journal of Remote Sensing**, 2021. https://doi.org/10.34133/2021/5289697

ONU. (2015) ***Objetivos de Desenvolvimento Sustentável***. Organização das Nações Unidas. https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/

ONU. (2020) ***ONU HABITAT***. Organização das Nações Unidas. https://assets.pubpub.org/cvocurz1/439e3252-daa9-46fe-a521-80ee79159053.pdf

Souza, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, B. F. T., Hasenack, H., Matsumoto, M., G. Ferreira, L., Souza-Filho, P. W. M., de Oliveira, S. W., Rocha, W. F., Fonseca, A. V., Marques, C. B., Diniz, C. G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E. R., Vélez-Martin, E., … Azevedo, T. (2020) Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, 12(17), 2735. https://doi.org/10.3390/rs12172735

Velastegui-Montoya, A., Montalván-Burbano, N., Peña-Villacreses, G., de Lima, A. & Herrera-Franco, G. (2022). Land Use and Land Cover in Tropical Forest. **Global Research**, Forests, 13(10), 1709. https://doi.org/10.3390/f13101709

Venter, Z. S., Barton, D. N., Chakraborty, T., Simensen, T. & Singh, G. (2022) Global 10 m Land Use Land Cover Datasets: A Comparison of Dynamic World, World Cover and Esri Land Cover. **Remote Sensing**, 14(16), 4101. https://doi.org/10.3390/rs14164101

APLICAÇÃO MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL EM ESTRADAS PAVIMENTADAS E VICINAIS A PARTIR DE VÍDEO

M. F. Porto, C. M. Martins, B. C. B. S. Beleigoli,
R.M. A. Baracho, L. V. R. Alves

RESUMO

Os sistemas inteligentes baseados em redes neurais artificiais especialmente na visão computacional, está simplificando tarefas como a detecção de placas de trânsito. As Redes em multicamadas, como as inspiradas no YOLO, permitem aprendizado rápido e reconhecimento eficiente em vídeos, promovendo automação e conectividade. A precisão depende de fatores como confiabilidade, condições ambientais e aumento do número de épocas de treinamento, que automatizam a identificação de placas. A integração de dados georreferenciados em decisões regulatórias, agilizando investimentos e manutenção para garantir a segurança. Embora não atinjam 100% de precisão, os resultados mostram ganhos significativos em eficiência e economia de recursos. Este trabalho visa criar uma base de dados tratada para avaliar a detecção de placas, destacando a necessidade de programações específicas dentro do projeto proposto, e não uma aplicação direta no YOLOv8.

1 INTRODUÇÃO

Observando os dados das condições das rodovias Brasileiras no que se refere a classificação da sinalização da última pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2022) das Rodovias 23,77% avaliadas estão em estado péssimo e ruim, sendo que a sinalização está intimamente relacionada a segurança viária. A detecção e a classificação das placas de trânsito em ambientes não controlados são um desafio significativo na área de visão computacional devido à grande variabilidade nas suas características.

Conforme descrito por Nascimento et. al, (2021) é relevante destacar a importância de adotar um modelo para auxiliar na elaboração dos inventários de sinalização vertical. Enquanto um levantamento convencional pode levar meses para ser concluído, a aplicação de métodos de detecção automática, como o apresentado neste estudo, permite concluir o trabalho em questão de horas. Embora o modelo não alcance métricas próximas a 100%, os resultados obtidos já proporcionam ganhos significativos em termos de tempo e mão de obra para a execução dessa tarefa.

O reconhecimento desses sinais tem sido objeto de estudo para diversas finalidades, como direção autônoma e assistida de acordo com (HANDMANN et al., 1998). Ao reconhecer os sinais de trânsito, é possível alertar os motoristas sobre ações inadequadas e situações potencialmente perigosas (BARÓ et al., 2009) e não somente na detecção de objetos. A arquitetura de rede neural YOLO (“You Only Look Once”, que significa “Você Só Olha

Uma Vez") é amplamente utilizada para detecção e reconhecimento de objetos em tempo real em imagens e vídeos. Introduzida por Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick e Ali Farhadi em um artigo em 2016, a YOLO possui várias versões, sendo a mais recente a oitava, conforme demonstrado na figura 1 a evolução da rede.

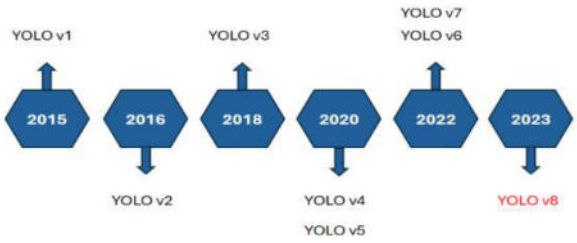


Fig. 1: Linha do tempo de evolução do YOLO
Fonte: Autores, 2024.

Husson (2023) destaca que a principal inovação do YOLOv8 é sua capacidade de prever simultaneamente caixas delimitadoras e probabilidades de classe para múltiplos objetos em uma única passagem pela rede neural. Isso o diferencia de métodos mais lentos e complexos. A nova versão do YOLO demonstra superioridade em relação aos antecessores, com melhorias no desempenho e uso de um número semelhante de parâmetros. O objetivo é alcançar a detecção de sinalização de trânsito por meio do processamento de redes neurais para automatização das informações para agilizar o processo de inventários por vídeos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para compreender o tema e analisar a produção científica, realizou-se uma revisão sistemática da literatura focada no uso de machine learning para a detecção de placas de sinalização em rodovias. Foram utilizadas palavras-chave como COCO, Dataset, detecção de objeto em vídeo, Roboflow, Gestão da Informação, Yolov8 e redes neurais, restringindo-se a títulos e resumos. O período de publicação analisado foi entre 2000 e 2023. De 216.000 artigos identificados, 57 foram lidos, e 10 foram selecionados para compor o referencial teórico, considerando as estratégias mais relevantes adotadas na área, conforme figura 2.

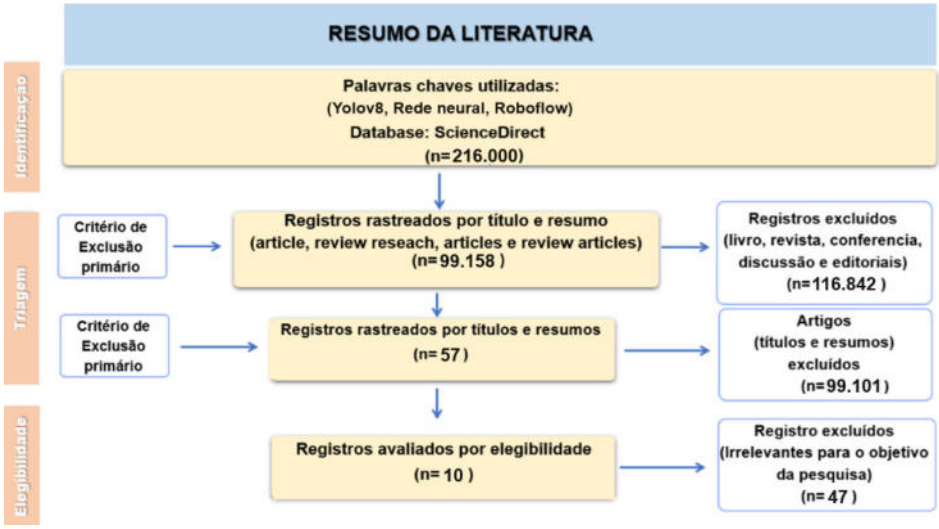


Fig. 2: Resumo da pesquisa dos artigos correlacionados
Fonte: Autores, 2024.

A bibliometria é utilizada para obter informações detalhadas sobre publicações científicas, como número de trabalhos, impacto e tendências, além de avaliar a produtividade dos pesquisadores. A base de dados escolhida foi a Web of Science, por apresentar melhores resultados que a Scopus, e o programa utilizado para a simulação foi o VOSviewer 1.6.20, um visualizador de mapas científicos.

As áreas que mais estudaram os temas correlatos foram Engenharia Elétrica e Computação. Nas demais áreas, como Instrumentação, Materiais, Telecomunicação, Ciência dos Transportes e entre outras, observa-se uma constância nos estudos realizados. No entanto, a partir da área de Engenharia Civil, há uma queda acentuada, sendo a área com menor número de estudos a de Transportes, conforme figura 3.



Fig. 3: Gráfico com o número de citações e publicação ao longo do tempo.
Fonte: Autores, 2024.

Ao analisar a tendência de publicações, observou-se um crescimento superior a 100% entre os anos de 2021 e 2022, com a continuidade dessa tendência em 2023. Esse aumento foi significativo tanto no número de publicações quanto no número de citações.

Tabela 1 – Principais autores de redes neurais
Fonte: Autores, 2024.

Item	Grupo de cor	Objeto de estudo	Autor	Observação
1	Verde claro	Aprendizado por Reforço e Planejamento de Agentes	Silver_d" e Antonoglou_i	Estes autores são conhecidos por suas contribuições significativas em aprendizado por reforço e planejamento de agentes autônomos.
2	Amarelo	Aprendizado Profundo e Arquiteturas Neurais	Hassabis_d e Iillicrap_.	Este grupo estuda técnicas de aprendizado profundo e no desenvolvimento de novas arquiteturas de redes neurais.
3	Verde escuro	Inteligência Artificial Aplicada e Algoritmos	Bellemare_mg e Rusu_aa"	Este grupo inclui pesquisadores que trabalham em aplicações práticas de IA e desenvolvimento de algoritmos.
4	Azul	Modelos de Linguagem e Processamento de Sequências	Hinton_g	A característica principal deste grupo são os trabalhos em processamento de linguagem natural e modelos de sequência.
5	Roxo	Visão Computacional e Reconhecimento de Padrões	Senior_a e "Nguyen_p.	Concentra-se em técnicas de visão computacional e reconhecimento de padrões.

A bibliometria demonstra que a produção acadêmica relacionada à aprendizagem de máquina e inteligência artificial tem crescido consistentemente ao longo dos anos. A literatura mostra a concentração dos estudos ao longo do tempo, evidenciando temas específicos como redes neurais, deep learning, machine learning e detecção de objetos. Nota-se que apesar de serem temas independente, há uma grande interligação entre esses temas, indicando que o aprimoramento e desenvolvimento de um depende do avanço dos outros.

O conceito de redes neurais Convolucionais foi introduzido por LeCun & Bengio em 1995, embora o modelo tenha sido originalmente proposto por Zhang em 1988. Este modelo foi concebido de forma a minimizar a necessidade de pré-processamento durante o processo de aprendizagem. Estas redes são também referidas como redes neurais artificiais invariantes ao deslocamento (shift invariant) (ZHANG, 1988) ou invariantes ao espaço (space invariant) (ZHANG, 1990), devido à sua capacidade de abstrair características dos dados de entrada, ignorando sua posição.

Esse modelo foi inspirado nas redes neurais artificiais multicamadas Neocognitron (FUKUSHIMA, 1980), que por sua vez tiveram sua estrutura influenciada pela organização do córtex visual de gatos, estudada por Hubel e Wiesel (1961), especialmente em relação à percepção de formas geométricas em diversas orientações.Do ponto de vista prático, uma rede neural Convolucional opera como uma camada de pré-processamento que aprende e aplica filtros para extrair características sem intervenção humana.
Segundo o LISA Lab (2019), os filtros locais gerados por essa rede neural possibilitam a exploração da forte correlação espacial local encontrada em imagens naturais.

No trabalho de Chen (2017), foi utilizada uma Combined CNN (CCNN) para identificar classes e associar suas probabilidades, medindo a acurácia da detecção. Duas arquiteturas distintas foram empregadas para o reconhecimento. A YOLOv8, uma rede avançada baseada no DarkNet, extrai características de alto nível para detecção de objetos, lidando eficazmente com objetos de diferentes tamanhos através de predições em múltiplas escalas com caixas âncora. Além disso, a YOLOv8 utiliza técnicas de regressão de caixas delimitadoras e supressão de não-máximos (NMS) para prever com precisão as coordenadas dos objetos e remover detecções redundantes, garantindo que cada objeto seja detectado apenas uma vez.

Na visão de Voinigescu (2017) A aprendizagem profunda, uma subcategoria do machine learning, utiliza técnicas para construir redes neurais de grandes dimensões, processando eficientemente volumes elevados de dados. O termo "profunda" refere-se ao uso de um maior número de camadas em comparação com as redes neurais tradicionais. Essas camadas adicionais extraem e representam informações em diferentes níveis de abstração. A Figura 2 ilustra a arquitetura da rede neural, mostrando suas camadas intermediárias e os pesos que são ajustados a cada iteração.

De acordo com Haykin (2001) a característica consideráveis de uma rede neural reside em sua habilidade de aprender e aprimorar seu desempenho. O treinamento é um processo iterativo que visa reduzir o erro, ajustando os pesos sinápticos de acordo com os padrões de entrada fornecidos, e esse processo é repetido para cada elemento do conjunto de treinamento. Dessa forma, a rede neural aprende ao extrair regras fundamentais do conjunto de treinamento, alcançando uma solução abrangente para o problema em questão.

Nesse contexto BISHOP (2006) define aprendizagem de máquina é um subconjunto artificial (IA), que trata do estudo científico de algoritmos e modelos estatísticos, que os sistemas

computacionais usam para executar uma tarefa específica. Dessa forma, pode-se afirmar que AM é um método de treinamento de dados que automatiza a construção de modelos analíticos.

3 GEORREFERENCIAMENTO

Segundo Yao (2020), o georreferenciamento associa objetos geográficos a locais dentro de um quadro de referência, podendo ser métrico, baseado em coordenadas, ou indireto, utilizando bancos de dados GIS. O georreferenciamento indireto usa atributos como índices ou nomes. Este trabalho aplica esses conceitos, junto com redes neurais, para detectar placas em vias rurais. Goldberg (2011) destaca o geocódigo, que associa endereços a coordenadas geográficas, envolvendo três etapas: tokenização, padronização e associação de endereço.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira etapa apresentará as áreas de estudo e a obtenção de dados, enquanto a segunda se concentrará em três testes de processamento. Para melhor compreender os métodos utilizados nos vídeos, foi desenvolvido um framework dividido nas seguintes etapas: Determinar o local de estudo, planejar a coleta de dados, programar o veículo com a câmera, criar as informações iniciais, gerar o banco de dados I, em na plataforma Roboflow O processamento é realizado na rede Yolov8, é gerado o banco de dados II, são analisadas pesquisas e realizados testes manuais e automatizados para comprovar a veracidade das informações e verificá-las. Conforme mostrado na figura 4.

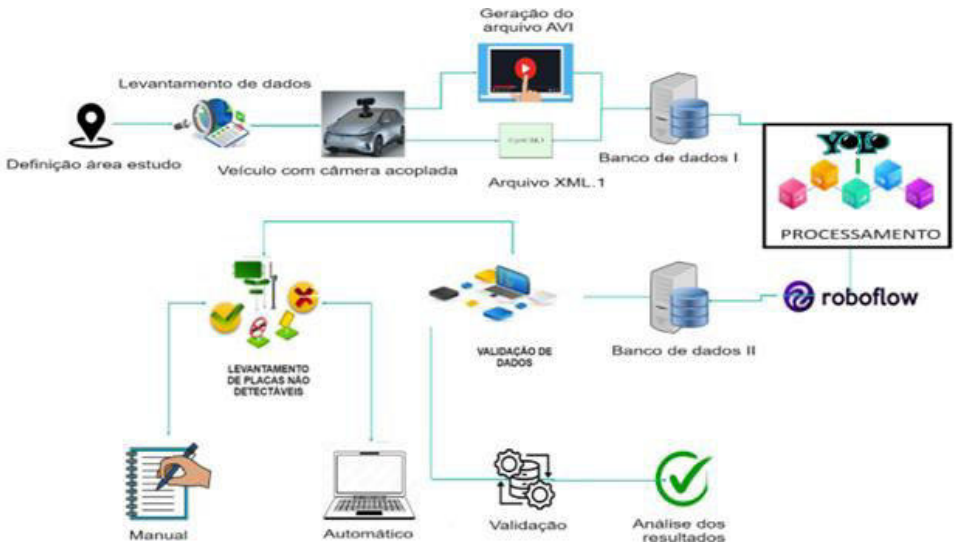


Fig. 4: Frameworks de processo.
Fonte: Autores, 2024.

4.1 Obtenção de Dados

Para o desenvolvimento deste artigo os dados e vídeo foi cedido pelo Departamento de Estrada de Rodagem de Minas Gerais (DER/MG), órgão que tem por finalidade e é responsável em assegurar soluções adequadas de transporte rodoviário de pessoas e bens, no âmbito do Estado, con-forme Lei Nº 11.403, de 21 de janeiro de 1994, capítulo II, artigo 2º.

Para atualizar o cadastro geral das rodovias e o inventário de ativos de responsabilidade do órgão, foi concebido um projeto com esse propósito de cadastrar as condições de toda malha rodoviário do estado de Minas Gerais e em segunda proposta como um projeto secundários utilizar esse banco de dados para realizar o estudo proposto. Nesse contexto, concentramos nossa avaliação nas informações relacionadas ao levantamento de placas de sinalização vertical, onde foram filmado 20.029,70 km de rodovias pavimentadas e 5.190,5 km em vias vicinais. (DER/MG, 2023). Os serviços de levantamento tiveram duração entre os anos de 2022 e 2023. Foram utilizados carros utilitários com câmera acoplada com alta resolução na parte mais alta conforme figura 5.



Fig. 5: Veículo acoplado com a câmera.
Fonte: DER/MG (2021)

4.2 Área de Estudo

A área está localizada no estado de Minas Gerais (MG), com uma área de extensão territorial 586.513.983 km² e uma população territorial residente 20.539.989 pessoas. Além disso, o estado conta com um total de 13.028.883 de veículos, conforme dados do IBGE (2022). Minas Gerais tem a maior malha rodoviária do Brasil, equivalente a cerca de 16% do somatório de rodovias estaduais, federais e municipais de toda a malha viária existente no país, no estado são 272.062,90 km de rodovias, de acordo com site governo do Estado de MG (Minas Gerais,2024). Conforme localização da figura 6.



Fig. 6: Localização de Minas Gerais.
Fonte: Adaptado (IBGE,2022)

O DER possui jurisdição apenas sobre as rodovias de caráter estadual. Sob administração do governo estadual local, compete ao órgão fazer a gestão das estradas estaduais que

representam aproximadamente 25.220,20 km (DER/MG,2023) de rodovias pavimentadas e vicinais.

4.3 Fase 1 – Levantamento e Teste com YOLO v8

Essa etapa é essencial para compreender as limitações da rede neural dentro do estudo proposto. Ou seja, consiste em uma aplicação direta, que envolve selecionar um vídeo e observar as implicações da rede neural. O objetivo é realizar o reconhecimento e identificação automatizados das placas de sinalização vertical. Numa primeira abordagem, a partir de uma seleção arbitrária do banco de dados fornecido pelo DER/MG. A vídeo selecionado é referente ao trecho da BR 262, entre os km 55 e 57, próximos à cidade de Juiz de Fora.

Onde foi obtido os dados de georreferenciamento que permitem localizar os dados pelo tempo de captura de cada frame. O vídeo foi dividido em duas partes para agilizar o tempo de processamento, sendo que cada um foi nomeado pelo tempo em relação a filmagem, que contém um tempo total de 23min e 17s. Para isso, utilizou-se um número de frames de 10 por segundo, sendo definida essa quantidade para agilizar o tempo de processamento. Após a conversão, foram transformados num conjunto de dados, de modo usá-lo como input na rede neural, conforme o framework adotado é representado na figura 7.

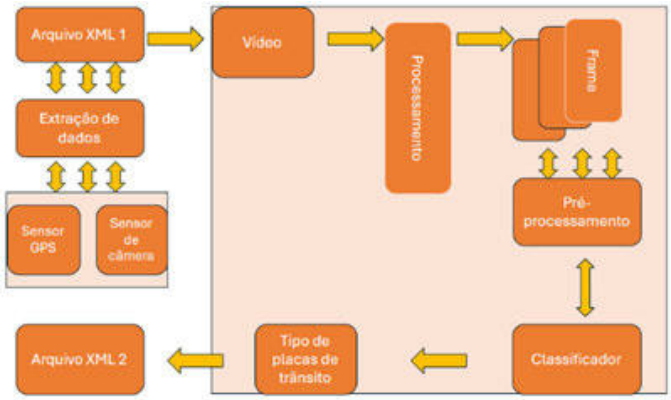


Fig. 7: Framework adotado.
Fonte: Autores, 2024.

Sendo que o correspondente tempo do frame é associado a uma informação de georreferenciamento de tempo no arquivo .XML (sincronismo), o arquivo de descrição de georreferenciamento a partir do tempo do frame, obteve os valores de latitude e longitude, respectivamente X e Y, esses sendo incorporados ao nome do arquivo, além do horário em que a imagem foi realizada, e após isso, esses dados são extraídos e colocados na tabela, sendo que o ângulo é calculado conforme a equação descrita (ou seja, temos uma função que é chamada para o cálculo). Segue a Equação (1) utilizada.

$$\mathrm{Sin}\theta = (L'/L) \times \theta \qquad (1)$$

Onde:
Sin θ: seno de teta
L, L': Longitudes

É dado pela distância que se devia ter percorrido em linha reta, e é a distância que foi percorrida de fato. Usando Newton Raphson, obteremos o seguinte assim como mostrado na figura 8.



Fig. 8 - Detecção de placas (BR 262) da rede YOLO v8 para 10 frames
Fonte: Autores, 2024.

Após a execução do teste de rede, verificou-se que nem todas as placas foram corretamente detectadas. Isso pode ser atribuído ao fato de ter usado apenas 10 épocas. Outros fatores que podem ter contribuído para isso, incluem a ausência de uma grande quantidade de dados e por esse motivo a placa R-7 (de não ultrapasse) não foi reconhecida. Na tabela 2 é certificado a detecção de placas de sinalização

Tabela 2 – Detecção Estudo de caso para detecção de placas da BR 262
Fonte: Autores, 2024.

Tipo de Placa	Identificação	Horário (H/M)	Localização
A – 2B		14:59	Km 549
R - 7		15:05	Km 533
R - 19		15:06	Km 554
R – 2A		15:11	Km 558

A rede YOLO v8 apesar de promissora, possui certas limitações. Ela só apresenta resultados satisfatórios após um período de treinamento consideravelmente longo e depende de uma série de parâmetros para uma classificação correta. Isso inclui um bounding box de dimensões apropriadas em relação à imagem total e parâmetros relacionados à escala de cores. No entanto, a acurácia da rede aumenta significativamente com o aumento do número de épocas de treinamento.

A oportunidade de melhorar os resultados através do aumento do conjunto de dados com técnicas de aumentar de imagens poderia ter sido explorada. No entanto, contrariamente às expectativas, a aplicação dessa técnica resultou em um desempenho menos satisfatório. Portanto, é válido afirmar que a qualidade da câmera teve um impacto no processo de tomada

de decisão. Uma câmera de maior resolução poderia ser recomendada. Além disso, é importante destacar as dificuldades e limitações em determinar o tamanho exato das placas e a altura em que estão posicionadas.

4.4 Fase 2 – Levantamento, mapeamento e das placas e suas condições

Com base nos resultados da primeira fase, procedeu-se a um mapeamento completo de todas as placas cadastradas, treinadas e reconhecidas pela rede YOLO v8. A partir desse levantamento, elaborou-se uma planilha listando e identificando as 232 placas. A capacidade do algoritmo YOLO v8 de identificar cada placa foi avaliada. Essa avaliação foi baseada em uma planilha que continha informações sobre as placas extraídas do projeto da rede neural utilizada. Posteriormente, foi realizada uma contagem das placas disponíveis no site do Departamento de Trânsito de Minas Gerais (Detran/MG).

Este mapeamento focou nas placas do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), totalizando 517 placas. Estes processos proporcionou uma visão clara das placas que a rede neural já era capaz de identificar, e das que ainda precisavam ser incluídas em seu treinamento. Isso otimizou o planejamento para as próximas etapas do projeto, conforme mostrado na figura 9.

IDENTIFICAÇÃO DE PLACAS DA REDE YOLO 8

Item	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PLACA	PLACA	REDE YOLO	CTB
1	A-20a	Declive acentuado		✗	✓
2	A-21c	Estreitamento de pista a direita		✗	✓
3	A-30a	Trânsito de ciclistas		✗	✓
4	-	Advertência informativa 1		✗	✓
5	-	Advertência informativa 2		✗	✓
6	-	Advertência informativa 3		✗	✓
7	-	Advertência informativa 4		✗	✓
8	-	Advertência informativa 5		✗	✓

Fig. 9 - Levantamento das placas no YOLO v8 e CTB
Fonte: Autores, 2024.

Na análise das placas presentes na base de dados da CTB e na rede YOLOv8, constatou-se que seria necessário incluir 285 placas. Esse foi um dos motivos pelos quais algumas placas não foram reconhecidas no primeiro teste, não se limitando apenas à qualidade da câmera, presença de vegetação próxima às placas, sujeira, placas clandestinas, luminosidade e velocidade, entre outros fatores. Para ocorre todas as detecções corretamente seria necessário uma dataset bem robusto contendo todas as placas brasileiras para que a rede fosse capaz de realizar com eficiência.

4.5 Fase 3 – Estudo sobre treinamento

Após a identificação das placas, um novo teste revelou que a rede YOLOv8 cometia muitos erros na leitura, levando à necessidade de reavaliar o projeto e realizar ajustes. O sistema não conseguia ler as placas corretamente conforme o Código de Trânsito Brasileiro, exigindo melhorias no treinamento da rede neural. Após a adição das imagens, a plataforma Roboflow foi utilizada para treinar a rede com os itens identificados. Como o processamento de grandes conjuntos de dados envolve operações complexas, foi necessária uma GPU para acelerar o tempo de processamento, já que as CPUs não eram suficientes.

Na terceira etapa, foi realizada uma seleção de cinco minutos de vídeo para conduzir um teste com um vídeo real e outro simulado. Primeiramente, foi feita uma contagem das placas no vídeo real manualmente, seguida pela simulação do mesmo vídeo com as mesmas placas, porém realizando os ajustes necessários para a detecção e reconhecimento das placas.

Observou-se que, devido às imagens estarem bem definidas, com cores nítidas e tamanho padrão, a rede neural conseguiu detectar 16% mais placas em relação ao vídeo real que obteve 6% de reconhecimento. Isso se deve principalmente à melhor visibilidade e à ausência de placas cadastradas, conforme já detectado na fase 2 como mostrado na figura 10.



TESTE COM O VÍDEO REAL (primeiros 5 min)

Ocorrência	Tempo no vídeo	CÓDIGO CTB	Placa CTB (aparece no vídeo)	Frame do vídeo	Status de resultado	Nível de diferença da resposta correta a desejada	CÓDIGO GERADO YOLO	Placa YOLO	% de certeza	Obs.:
8	00:54	Nenhum	10 km/h		✗	Muito alto	R-19	10 km/h	69%	Não é placa do CTB
9	00:58	Advertência informativa 10			✗	Muito alto	R-19	10 km/h	67%	Identificação aleatória
10	01:01	Nenhum	-		✗	Muito alto	I-SA	?	70%	Conjunto de placas
11	01:05	Nenhum	-		✗	Muito alto	R-15	3,0 m	60%	Identificação aleatória (caminhão)
12	01:08	R-19	10 km/h		✓	-	R-19	10 km/h	90%	
13	01:08	Nenhum	-		✗	Muito alto	R-19		53%	

Figura 10 - Levantamento das placas no YOLO v8 e CTB
Fonte: Autores, 2024.

5.0 CONCLUSÃO

O estudo de Nascimento et al. (2021) destaca a importância de utilizar métodos de detecção automática para agilizar a elaboração de inventários de sinalização vertical. Enquanto métodos tradicionais podem levar meses, a abordagem automática descrita reduz esse tempo para horas, proporcionando ganhos significativos em eficiência e economia de recursos. Uma rede neural Convolucional baseada no YOLOv8 foi treinada para reconhecer placas de sinalização em vídeos de vias públicas.

Embora a rede tenha mostrado capacidade de generalização, a qualidade dos resultados poderia ser melhorada com mais dados de treinamento. Sugere-se explorar diferentes funções de ativação e ampliar o escopo do treinamento para identificar outros objetos. Além disso, iniciativas futuras podem focar na melhoria da coleta de dados. Enquanto as técnicas de aprendizado de máquina foram úteis para investigar causas de acidentes de trânsito, é importante considerar que podem não ser adequadas para análises paramétricas detalhadas.

6 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

5 REFERÊNCIAS

Baró, X.; Escalera, S.; Radeva, P.; Vitrià, J. (2009) **Generic Object Recognition in Urban Image Databases.** In: 12th INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE CATALAN ASSOCIATION FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Proceedings… p. 27-34.186.

Christopher M. Bishop. (2006) **(Assistente de Direção) Reconhecimento de Padrões e Machine Learning.** Springer; 2006. Corr. 2nd Printing 2011 ed. edição (6 abril 2011). ISBN-10: 0387310738, ISBN-13.

CNT. (2023) **Somente 12,4% da malha viária rodoviária brasileira é pavimentada confederação nacional do transporte – CNT.** Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada Acesso em: junho 2023.

Daniel W. Goldberg. (2011) **"Advances in geocoding research and practice."** Transactions in GIS, vol. 15, no. 6, 2011, 727-733. doi: 10.1111/j.1467-9671.2011.01298.x. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9671.2011.01298.x. Acesso em :junho 2023

Handmann, U.; Kalinke, T.; Tzomakas, C.; Werner, M.; Seelen W. V. (1998**) An image processing system for driver assistance. In IEEE International Conference on Intelligent Vehicles,** Stuttgart, Germany. Proceedings… 1998. p. 481-486.

Hussain, Muhammad. (2023) **M. Yolo-v1 a Yolo-v8 a ascensão do Yolo e sua Natureza complementar em direção à fabricação digital e detecção de defeitos industrials.** Maquinas2023. Disponível em: 11. 677. 10.3390/machines11070677. Acesso em: junho 2023

Redmon, Divvala S., Girshick R., Farhadi A. (2023) **You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.** University of Washington, Allen Institute for AI, Facebook AI Research. Disponível em: http://pjreddie.com/yolo. Acesso em :junho 2023

L. Chen, G. Zhao, J. Zhou, and L. Kuang. (2017**) "Real-Time Traffic Sign Classification Using Combined Convolutional Neural Networks."** In 2017 4th IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR), Nanjing, China, 2017, pp. 399-404. Disponível em: 10.1109/ACPR.2017.12. Acesso em :junho 2023

Lecun, Y., & Bengio, Y. (1995) **Redes convolucionais para imagens, fala e séries temporais. In M. A. Arbib (Ed.)**, O manual de teoria do cérebro e redes neurais MIT Press.

Nascimento L. S, Espíndola A. C, Oliveira R. V. A., Júnior E. F. N. (2021). **Aplicação de aprendizagem profunda para detecção automática de sinalização vertical em rodovias 35,** Congresso de Pesquisa e ensino de transportes ANPET, 2021.

Fukushima, K. (1980) **Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. Biol.** Tokyo, Japan 1980.Cybernetics 36, 193–202 (1980) Disponível em: https://doi.org/10.1007/BF00344251. Acesso em :junho 2023

VOINIGESCU, E.(2017) **Les Neurones ont une Forme Propice à L'apprentissage Profond.** 2017. Disponível em: https://rpubs.com/alexvezeau/SCI1035-CH1. Acesso em: junho 2023

Wurtz RH. (2019) **Topical review Recounting the impact of Hubel and Wiesel.** Robert H. Wurtz Laboratory of Sensorimotor Research, National Eye Institute, National Institutes of Health, Bethesda, MD 20892, USA,2019.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016) **You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.** Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.02640. Acesso em: junho 2023

Xiaobai A. Yao. **(2020) Georeferencing and Geocoding.** In Audrey Kobayashi (Ed.), International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition), Elsevier, 2020, pp. 111-117. ISBN: 9780081022962. Available at: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10548-7.

Longxi Z. (2023) **The Myth of the Other: China in the Eyes of the West,** 15, nº 1 (Outono, 1988), pp. 108-131Imprensa da Universidade de Chicago URL estável. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/1343606. Acesso em: junho 2023

MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL INTEGRADO AO AMBIENTE INFRAWORKS

M. F. Porto, C. M. Martins, B. C. B. S. Beleigoli, R. A. S. Souza, M. V. de P. e Silva, G. W. Rodrigues, P. R. Y. Silva, R.M. A. Baracho, L. V. R. Alves

RESUMO

Esse trabalho explora o uso de aprendizado de Machine Learning (ML) e Inteligência Artificial (AI) na Engenharia de Transportes, especificamente na modelagem da informação da construção (BIM). O objetivo é utilizar a captura automática de dados georreferenciados e processá-los com IA integrando a um modelo BIM. O estudo se concentra na modelagem de sinalização vertical em uma rodovia de Minas Gerais, Brasil. O trabalho envolve uma revisão da literatura, discussão sobre BIM, aprendizado de máquina e inteligência artificial, softwares utilizados como YOLOv8, Civil 3D, sinC e InfraWorks. O artigo também descreve a metodologia aplicada incluindo a captura de dados, processamento com IA, importação de dados e modelagem no Civil 3D usando plugin SinC e a modelagem no Infraworks. O resultado é um modelo interativo de fácil manuseio para a construção da sinalização vertical da rodovia, enfatizando a interação de várias ferramentas e conceitos da modelagem.

1 INTRODUÇÃO

O sistema rodoviário e de transportes desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico de um país (ORETO et al.,2021). Portanto é fundamental projetar e planejar rodovias com segurança, conforto e eficiência e que atendam todos os parâmetros de segurança, causando menores danos ao meio ambiente (MANDAL et al., 2019).

Na matriz de transporte brasileira, o transporte rodoviário atualmente participa com 65% do deslocamento das cargas e 95% dos passageiros no país, de acordo com os dados da última pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022), o que demonstra que a economia brasileira ainda é bastante dependente desse modo de transporte; portanto o investimento em infraestrutura de transportes é importante para o seu desenvolvimento.

Diante de um cenário onde a demanda por projetos cada vez mais complexos aumenta, buscar formas otimizadas de planejar e executar obras de infraestrutura é essencial para o sucesso desses empreendimentos. A metodologia BIM (Building Information Modeling) surge como uma solução promissora neste contexto. Essas ferramentas buscam otimizar o planejamento de todo o ciclo de vida de um projeto, reduzindo a probabilidade de erros e retrabalho (McGRAWHILL, 2012). Com o BIM é possível integrar os projetos referentes a cada aspecto do empreendimento em um único modelo, facilitando a coordenação entre diferentes profissionais nas diversas áreas envolvidas.

Segundo Voinigescu (2017), Machine Learning que emprega técnicas adequadas para construir redes neurais de grande escala capazes de processar grandes volumes de dados de forma eficiente. O termo "profunda" refere-se ao fato de que essas redes são construídas com múltiplas camadas, em contraste com as redes neurais tradicionais. Essas camadas adicionais são responsáveis por extrair e representar informações em diferentes níveis de abstração.

Além disso, a adoção de uma nova tecnologia requer consideração não apenas da própria tecnologia, mas também das pessoas e dos processos envolvidos. Nesse sentido, o conceito PPT (pessoas, processos e tecnologia) destaca que o BIM, como tecnologia, depende tanto dos usuários (pessoas) quanto das melhores práticas (processos) para ser amplamente adotado pela indústria (Lee, 2020).

O artigo apresenta uma revisão sistemática sobre os temas BIM para Infraestrutura, com enfoque em Machine Learning e Inteligência Artificial aplicado ao BIM e no software utilizado no trabalho (Infraworks, da Autodesk). Na sequência, é apresentada a metodologia do estudo, que consistiu na utilização de ferramentas de machine learning e inteligência artificial para levantamento cadastral da sinalização vertical de um trecho de uma rodovia sob jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais - DER-MG e posterior modelagem desses elementos em ambiente BIM, na interface do software Infraworks.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão literária foi realizada em duas etapas distintas, inicialmente foram selecionados artigos que abordassem os temas BIM, Infraworks e Civil 3D, constituindo a fase primária do processo. Posteriormente, após uma busca criteriosa foi conduzida, resultando em uma ampla variedade de artigos relevantes. Na fase secundária, ocorreu a exclusão minuciosa daqueles que não se alinhavam completamente com o escopo do estudo. Após essa filtragem, restaram 12 artigos que se destacavam por sua pertinência e contribuição significativa para a construção do artigo.

2.1 BIM para infraestrutura rodoviária

De acordo com Kuok, et al. (2023), a aplicação do BIM em projetos estruturais e infraestrutura, tem ganhado destaque nos últimos anos devido ao seu potencial em revolucionar a indústria da construção. Ao fornecer uma representação digital do ambiente construído, permite uma melhor colaboração e comunicação entre as partes interessadas do projeto, levando a melhores resultados. A abordagem é centrada na criação de um gêmeo digital, um modelo tridimensional da infraestrutura ou estrutura, que serve como uma réplica virtual do ativo físico.

O Brasil tem um grande potencial de investimento na área de infraestrutura. A metodologia BIM, quando aplicada com as ferramentas computacionais adequadas, pode gerenciar projetos de forma eficiente. Isso pode levar a uma melhor coordenação, redução de conflitos e alterações durante a construção, economia de custos e tempo, e melhor qualidade geral do projeto. Além disso, a adoção do BIM pode melhorar a transparência e a comunicação entre todas as partes interessadas do projeto, o que é crucial para o sucesso do projeto. A figura 1 mostra o potencial BIM e para infraestrutura.

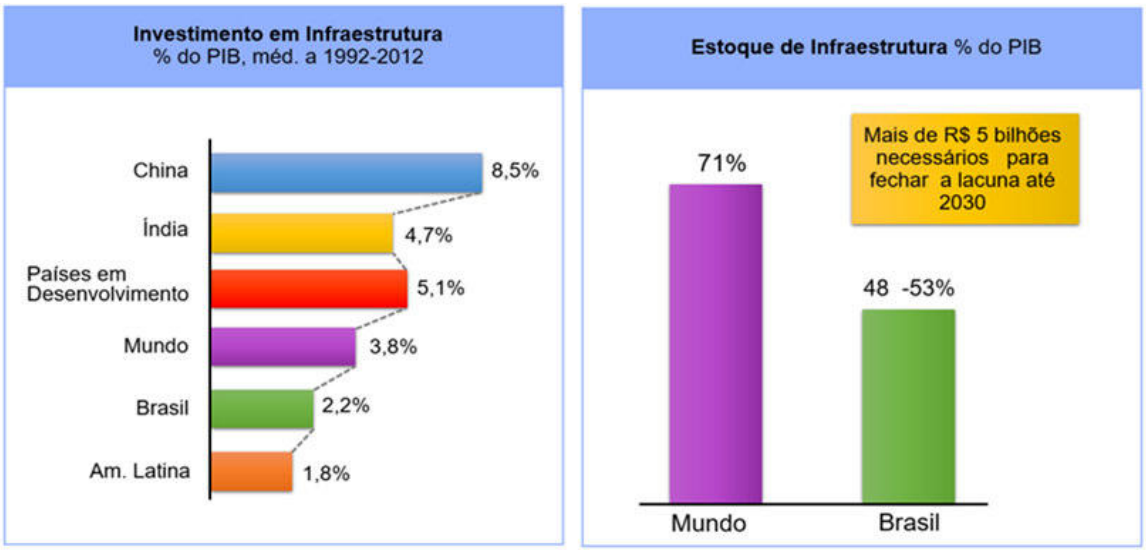


Fig. 1: Tabela demonstrativa de investimentos
Fonte: Adaptado de McKinsey & Company

Conforme McKinsey (2021), a falta de investimento gerou uma lacuna de infraestrutura que demandará mais de R$5 trilhões para ser fechada. Existe um potencial alto e oportunidades de gerenciar projetos complexos dentro das melhores tecnologias e ferramentas. Uma análise sistemática da literatura foi conduzida para apresentar uma visão geral sobre BIM, Infraworks e Civil 3D. A pesquisa foi realizada utilizando o banco de dados ScienceDirect, empregando as palavras-chave: “BIM”, “Infraworks” e “Civil 3D”. A busca foi restrita aos títulos e resumos dos artigos, sem aplicar nenhum filtro relacionado às datas de publicação dos documentos. A pesquisa resultou em 28.051 artigos, dos quais 227 foram selecionados para leitura completa. Essa seleção foi baseada no objetivo da pesquisa, que é identificar as estratégias adotadas pelas empresas para gerenciamento de projetos. Após a análise dos títulos e resumos, 12 artigos foram escolhidos para compor o referencial teórico.

Esta revisão proporciona uma visão abrangente das práticas atuais no campo do BIM, Infraworks e Civil 3D. A adoção de uma nova metodologia de trabalho é motivada por diversos fatores, como demanda de mercado, investimento em inovação, redução de custos, oportunidade de negócios, falta de mão de obra, ineficiência processual, entre outros. A ampla adoção de uma metodologia por uma indústria, especialmente nos países mais desenvolvidos, indica que essas motivações foram encontradas. O recente estabelecimento de políticas públicas de incentivo à adoção do BIM, a crescente ocorrência de conferências, seminários e palestras e a divulgação de ferramentas técnicas sobre o assunto demonstram um grande interesse de profissionais técnicos, empresas, meio acadêmico e setor público em investir em um processo que traz resultados comprovados.

Os objetivos finais do BIM são, segundo Crotty (2013), maior previsibilidade e lucratividade, pois “apesar de outros aspectos como produtividade, segurança, sustentabilidade, entre outros, serem importantes, eles são secundários. Logo, não são fundamentais para a sobrevivência de uma empresa no ramo da construção; já previsibilidade e lucratividade são.” A figura 2 foi o critério de pesquisa do artigo.

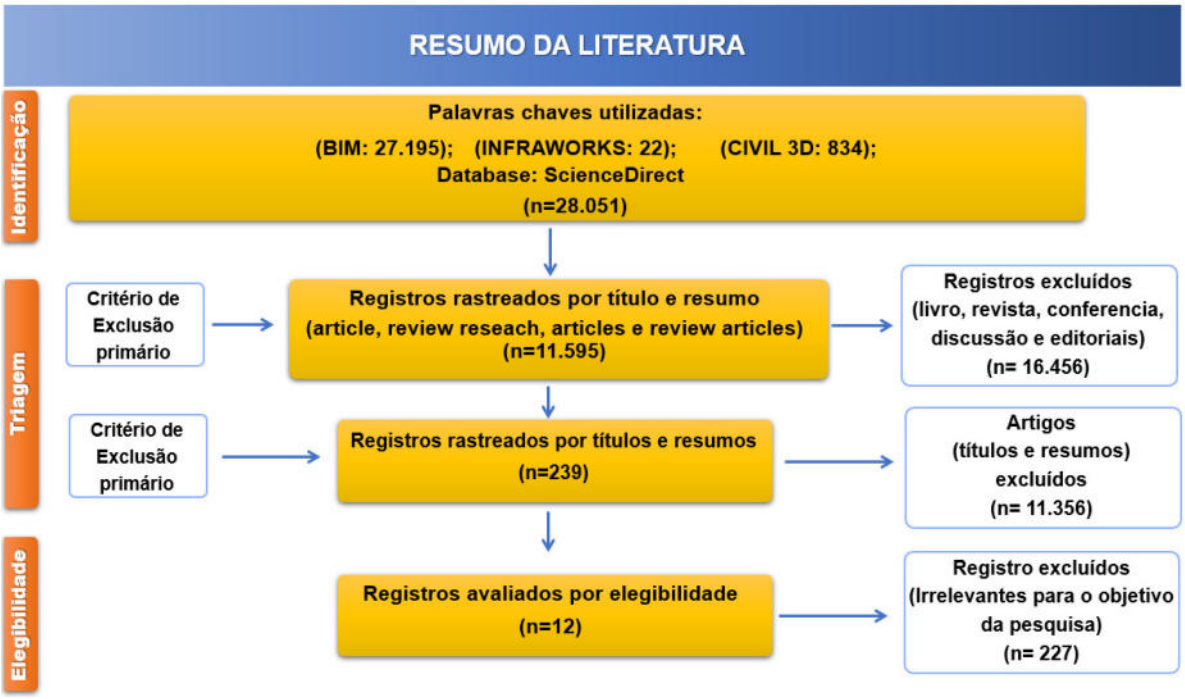


Fig. 2: Resumo da literatura
Fonte: Desenvolvido pelos autores

2.2 Machine learning e inteligência artificial aplicada ao BIM

As ferramentas de machine learning e inteligência artificial tiveram seu surgimento na década de 1950, enquanto o conceito de BIM surgiu na década de 1960 (Bassir, 2023). Huang (2021) aponta que essas ferramentas, combinadas com avanços em dispositivos ópticos, têm oferecido aos modelos BIM atualizações "como construído" em tempo real, auxiliando engenheiros a tomarem decisões mais bem informados. Bassir (2023) aponta que sistemas de visão computacional são usados em inspeção e monitoramento de infraestruturas, conceituando SHM (Structural health monitoring) como uma estratégia de detecção de dano que pode monitorar uma estrutura durante um longo período de tempo usando dispositivos de medição.

O autor pontua, ainda, que os sistemas de projetos baseado em BIM têm a habilidade de mudar informações críticas. Plataformas BIM web-based para acessar e trocar informações críticas em tempo real podem ser adicionadas para aumentar a colaboração entre times.
Nesse sentido, como ferramenta de captura de dados ópticos, o presente trabalho utilizou-se de gravações em vídeo, de trechos de rodovias da malha estadual de Minas Gerais, realizando levantamento cadastral dos dados de sinalização vertical. Para processar os dados capturados, o estudo utilizou-se de técnicas de machine learning e inteligência artificial, em linha com o que a bibliografia coloca como estado da arte para a interação BIM-AI-ML.

2.3 Infraworks (Autodesk)

O Infraworks é um software de infraestrutura desenvolvido pela Autodesk. Ele permite modelagem, análise e visualização de conceitos de projeto de infraestrutura no contexto do ambiente natural e construído. Ademais, o software oferece ferramentas para a criação de

modelos detalhados de infraestruturas como estradas, pontes, edifícios e redes de água e esgoto. Os usuários podem importar dados geoespaciais, como imagens de satélite, dados topográficos e informações de sistemas de informações geográficas (AUTODESK, 2023). Após a modelagem de todos os elementos (que pode ser detalhada em outras ferramentas BIM), os modelos podem retornar para o Infraworks para que se tenha o projeto concluído de forma integrada no contexto real. Isto acontece devido a interoperabilidade dos softwares da Autodesk que foram utilizados. No cenário da infraestrutura de transportes, dois softwares se destacam na aplicação da metodologia BIM: o Infraworks e o Autocad Civil 3D. Este trabalho buscou, por meio da elaboração e análise do projeto geométrico de uma rodovia, comparar ambos os programas e entender suas limitações e aplicações dentro desse contexto. A comparação dessas ferramentas pode fornecer entendimentos valiosos para profissionais da área e contribuir para a eficiência e eficácia dos projetos de infraestrutura de transportes.

2.4 Rede YOLO v8

O YOLO (You Only Look Once) é um modelo de segmentação de imagens e detecção de objetos que se popularizou após ser desenvolvido na Universidade de Washington por Joseph Redmon e Ali Farhadi, inicialmente em código aberto. Devido a sua alta precisão e velocidade, o YOLO ganhou popularidade e, a partir do seu lançamento em 2015, diversas versões foram desenvolvidas (v2 em 2016, v3 em 2018, v4 em 2020 e v6 em 2022). Finalmente, tem-se a YOLO v8, versão mais recente da ferramenta desenvolvida pela Ultralytics. Trata-se de um modelo de última geração aprimorado em desempenho, flexibilidade e eficiência com relação às versões anteriores. O YOLO v8 desempenha uma completa gama de tarefas de visão computacional e inteligência artificial, incluindo detecção, segmentação, rastreamento e classificação de objetos.

A versatilidade da ferramenta permite a utilização por usuários nas mais diversas aplicações. A desenvolvedora Ultralytics oferece tanto o programa no formato de código aberto, quanto na versão empresarial, para usos comerciais. As tarefas básicas desempenhadas pela ferramenta consistem na detecção, segmentação e classificação de objetos, as quais serão descritas a seguir:

A detecção de objetos envolve identificar a localização e a classificação de objetos em uma imagem ou fluxo de vídeo, tendo como saída um conjunto de caixas delimitadoras que cercam o objeto na imagem, juntamente com rótulos de classe e níveis de confiança para as respectivas caixas. A segmentação envolve a identificação dos objetos individuais (detectados em caixa pela ferramenta de detecção) com a delimitação de um perímetro para cada um desses objetos, segmentando-os do restante da imagem. Por fim, a classificação consiste em classificar toda a imagem em um conjunto de classes pré definidas.

2.5 SinC plug in

Desenvolvido por uma empresa especializada em softwares (SEABRA, 2023) para projetos de sinalização viária, o plug in é compatível com Civil 3D e de fácil manuseio, que padroniza as funções e automatiza várias tarefas repetitivas ao se desenvolver o projeto; além de tornar possível obter todo o quantitativo automaticamente. Dentre as tarefas automatizadas pelo plug in, tem-se a diagramação de placas em 2D, 3D e BIM, automação para sinalização horizontal e vertical e, como já mencionado, listagens instantâneas de quantitativos.

O plug in oferece a capacidade de converter por meio de um comando simples a sinalização vertical projetada em 2D em um modelo 3D, incorporando todas as informações relevantes do projeto. A ferramenta foi desenvolvida especificamente para projeto de sinalização viária no software Civil 3D, seguindo rigorosamente as diretrizes normativas do manual de sinalização do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT).

3.0 METODOLOGIA

A partir de filmagem com câmera 360º e sensores GPS acoplados a um veículo de passeio, na Rodovia MG-353, na região da Zona da Mata Mineira, especificamente entre os quilômetros 55 e 75 próximos da cidade de Juiz de Fora, foram coletados dados georreferenciados dos ativos desta rodovia durante 23 minutos e 17 segundos. Desses dados, com artefato proposto, foi possível permitiram identificar e localizar placas de sinalização vertical com base no tempo de captura da câmera. Além disso, foi possível determinar o tipo de cada placa identificada e as características geométricas da estrada no ponto de localização de cada placa, aspectos que, todavia, não serão avaliadas neste trabalho. A figura 3 mostra framework da pesquisa com o seguinte procedimento:

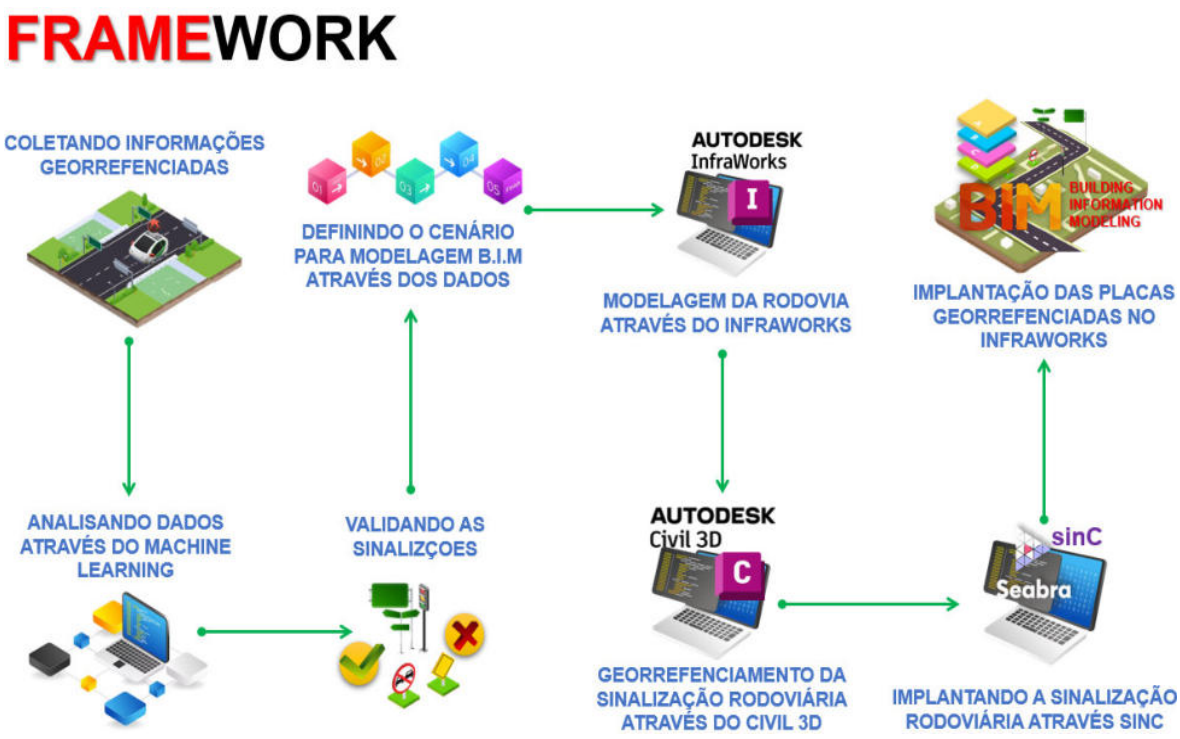


Fig. 3: Framework da pesquisa
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Após a coleta, foi utilizado a rede YOLO v8 para detectar e georreferenciar as placas de sinalização presentes na filmagem. A contagem das placas foi realizada visualmente e de forma manual para garantir a precisão dos resultados. Foram identificadas 66 placas de sinalização vertical ao longo do trecho, conforme figura 4.

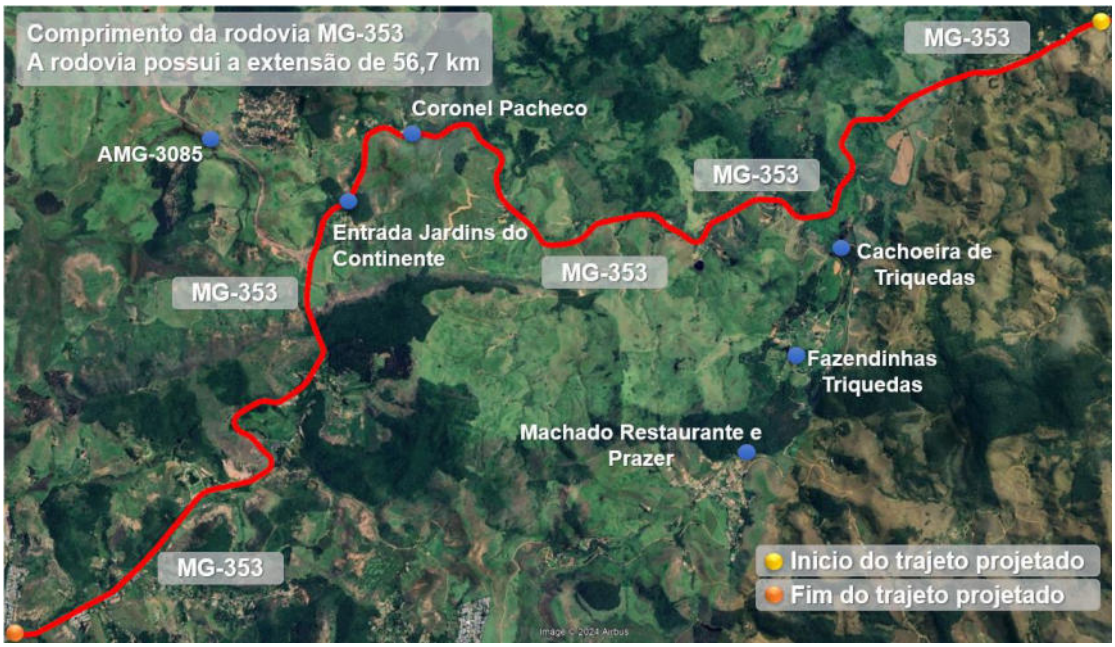


Fig. 4: Trecho que foi analisado
Fonte: Adaptado do Google Earth

A figura 5 apresenta o produto final da modelagem do presente estudo. É apresentada toda a sinalização vertical do trecho da MG-353 entre os quilômetros 55 e 75, na região da zona da mata mineira. São representadas as placas capturadas através do dispositivo de vídeo em campo e processadas pelas ferramentas de machine learning. A figura 5 descreve de forma detalhada o traçado da rodovia, sendo possível identificar no mapa a localização das placas de animais, curvas horizontais e verticais, placas de advertência e velocidade, sinalização de pontes e interseções, além das placas de lombadas e fiscalização eletrônica.



Fig. 5:Trecho analisado
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Foram convertidas 66 coordenadas para o sistema UTM, o sistema usado on-line foi o (LATLONGUTM, 2023) que ajusta as coordenadas WGS84 e converte elas para UTM de forma automática e fácil. O alinhamento foi desenvolvido inteiramente no Infraworks e após o desenvolvimento foi exportado para o Civil 3D para referência e identificado pela localização de cada ponto fornecido de placa. É importante ressaltar que, para que o processo funcione corretamente, e não atrapalhe a capacidade de funcionamento dos dois softwares, o georreferenciamento deve estar no mesmo sistema de coordenadas. Depois disso, todos os pontos são posicionados no Civil 3D utilizando o mesmo sistema de projeção. O processo de locação da placa inicia-se com o sinC, que gera e processa as informações da com base em seu banco de dados.

Para que o plug in consiga implantar a placa na posição correta, vários pontos de posicionamento são criados, onde o centro do eixo de coordenadas, será a posição correta da placa. Isso facilita o trabalho do plug in e a identificação do local para marcação da implantação. Este processo de reconhecimento foi gerado para 66 pontos correspondentes às placas, para facilitar a identificação, posicionamento e direção das mesmas. Depois de verificar a localização basta clicar no ponto de reconhecimento da placa na estrada usando o plug in sinC para iniciar a implantação da placa. O Infraworks auxiliou essencialmente a desenvolver a rota MG-353, sendo capaz de identificar as etapas com base nas coordenadas corretas. Após esse processo, foi exportado através da extensão .imx, formato que permitiu aos programas Civil 3D e Infraworks manter as informações devido à interoperabilidade característica dos softwares BIM, conforme ilustrado na figura 6.



Fig. 6: Via exportada do Infraworks para o Civil 3D através da interoperabilidade
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Após a importação da via do Infraworks para Civil 3D, como mostra a figura 7, foi utilizado o SinC. Para que ele funcione, é importante que a via esteja já modelada como corredor, para que o mesmo possa implantar corretamente a sinalização na superfície da estrada. Uma vez ativado o plugin, ele tem acesso a um banco de dados de placas, permitindo aos usuários identificá-las e implantá-las facilmente na estrada. Depois de inserir todas as informações e configurar o Civil 3D, os dados são transferidos para o SinC.

Este plug in é responsável por gerar a planilha de quantitativos. Além disso, as informações de georreferenciamento são transportadas para o Infraworks. Este processo integrado garante uma gestão eficiente e precisa dos dados do projeto, inclusive a geração da locação das placas em 3D na modelagem da rodovia. Na figura 7 mostra como o SynC localiza cada placa na via carregando o banco de dados das placas do Código Brasileira de Trânsito.

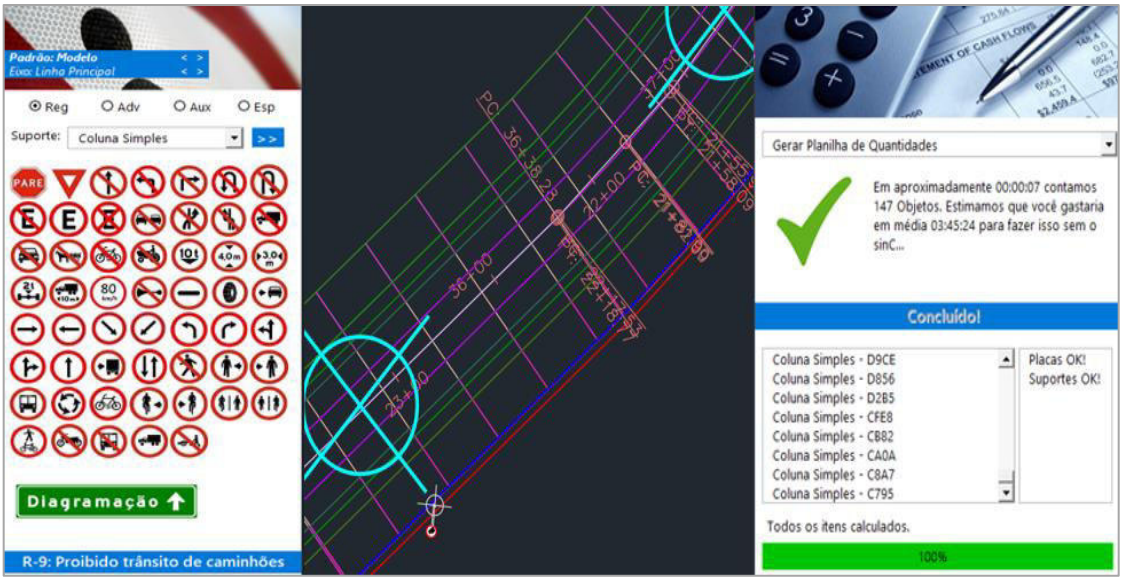


Fig. 7: Geração das placas e geolocalização com plug in SinC com informações BIM
Fonte: Desenvolvido pelos autores

A figura 8 mostra o relatório BIM gerado pelo SinC. Ele gera o relatório no formato de planilha do Microsoft Excel com várias abas com as principais características e quantitativos. Com isso, cada placa será posicionada de forma correta na via.

Seabra

Memória de Cálculo de Placas para BIM georefenciado C1

ID	Nome Bloco	Código	Dimensão	Eixo	Estaca/KM	Área	Est	Lado
11CE1	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	360+50,54	0,071	2206073,7232	LD
11BD2	R-24b_SV	R-24b	0,30	Linha Principal	365+6,12	0,071	2206096,4039	LD
10D1E	R-5b_SV	R-5b	0,30	Linha Principal	381+89,31	0,071	2206547,2472	LD
10771	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	387+62,61	0,071	2206972,4891	LE
1061C	A-2a_SV	A-2a	0,75	Linha Principal	402+65,63	0,56	2207821,3156	LE
10506	A-20b_SV	A-20b	0,75	Linha Principal	403+47,14	0,56	2207808,5262	LE
10346	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	411+42,54	0,071	2207655,762	LE
101F1	A-2a_SV	A-2a	0,75	Linha Principal	418+40,54	0,56	2207330,1151	LE
FDDB	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	422+37,08	0,071	2206998,7983	LD
FB09	A-1a_SV	A-1a	0,75	Linha Principal	424+94,92	0,56	2206756,0658	LD
F991	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	430+43,43	0,071	2206395,2834	LE
F837	A-1b_SV	A-1b	0,75	Linha Principal	431+43,56	0,56	2206333,8098	LE
F6C8	R-5a_SV	R-5a	0,30	Linha Principal	445+42,64	0,071	2206789,7586	LE
F451	A-1a_SV	A-1a	0,75	Linha Principal	448+36,36	0,56	2207073,9286	LE
EF8D	A-1b_SV	A-1b	0,75	Linha Principal	448+36,88	0,56	2207039,6355	LD
E780	R-19.6_SV	R-19.6	0,30	Linha Principal	455+86,99	0,071	2207748,7451	LE
E62B	A-2b_SV	A-2b	0,75	Linha Principal	458+13,81	0,56	2207710,5637	LD

Placas (m.calc) | Suportes (m.calc) | Faixas e Tachas (m.calc) | Legendas (m.calc) | Semafórica (m ...

Fig. 8: Relatório gerado com todo o processo de implantação através do plug in SynC
Fonte: Extraído do sistema pelos autores

Com arquivos gerados no Civil 3D, elas podem ser exportadas para o Infraworks e georreferenciadas automaticamente no mesmo local em que já se encontravam no Civil 3D. Essa interoperabilidade ajuda a visualizar como cada placa é reconhecida com base no estilo usado no Civil 3D. A imagem abaixo é um exemplo de como encontrar uma placa no Civil 3D e depois implementá-la na infraestrutura. O ponto de identificação utilizado é um círculo com um "X" ao centro, que ajuda na identificação de vários trechos da estrada, assim como mostra a figura 9.

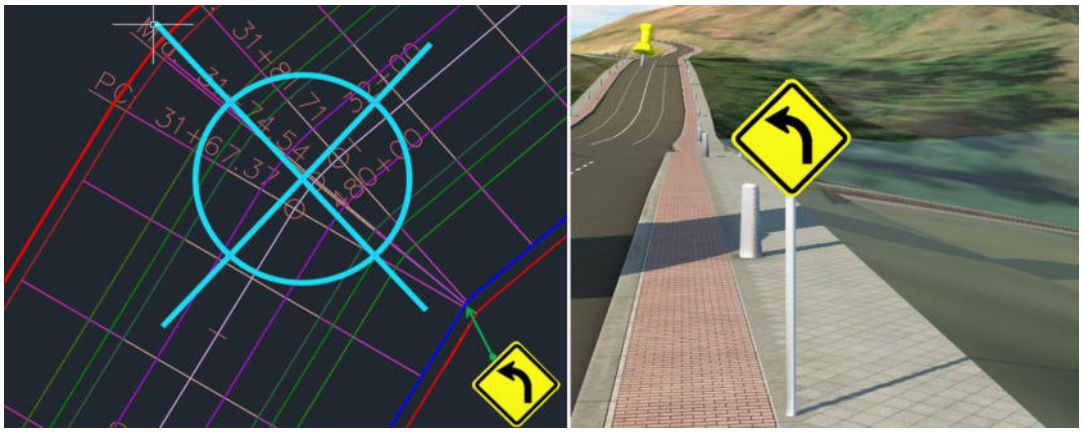


Fig. 9: Processo de reimportação das placas geradas em BIM para Infraworks
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Para cada trecho da via, o SynC identificou a placa, sinalizou o local, sendo cada locação em uma estaca bem posicionada. O procedimento funcionou de forma correta onde foi possível visualizar cada uma das 66 placas. Nesse processo conseguimos vivenciar a integração entre várias ferramentas e analisar a interoperabilidade entre esses softwares na identificação e gestão de ativos (placas) em uma via.

5 CONCLUSÃO

Este estudo abordou a integração de sistemas para otimizar os processos decisórios, utilizando machine learning, SinC, Civil 3D e Infraworks. A eficiência dos processos foi significativamente aprimorada, simplificando a elaboração de propostas, desde projetos conceituais iniciais até projetos executivos de alta complexidade. Essa integração possibilita um aumento na eficiência do desenvolvimento de projetos e na eficácia na tomada de decisões. A implementação do modelo Civil 3D no ambiente do Infraworks é um passo fundamental na construção do modelo BIM.

A ferramenta de importação, que já está disponível automaticamente, ressalta a interoperabilidade entre os programas desenvolvidos pela Autodesk, um fator crucial para a modelagem BIM. Para o avanço das práticas na metodologias BIM, é essencial que essa conexão seja estabelecida entre os diversos ambientes digitais, incluindo a exportação e importação de arquivos entre softwares de diferentes desenvolvedores e fornecedores do mercado, sem a perda de elementos ou parâmetros previamente configurados.

A plataforma Infraworks facilita a integração e visualização de dados geoespaciais, utilizando informações georreferenciadas. Este formato permite a acessibilidade a uma ampla gama de usuários, pois não requer a utilização de nenhum software ou programa específico para acessar os arquivos de diferentes fontes.

O formato possibilita a exibição de componentes significativos do ambiente modelado para um público amplo com pouca ou nenhuma expertise no uso desses softwares especialistas. No contexto da utilização de programas, a rede Yolo foi empregada para realizar a identificação e georreferenciamento das placas. Após essa identificação, o SynC foi utilizado para posicionar as placas em conjunto com o Civil 3D.

Posteriormente, essas informações foram incorporadas ao Infraworks, gerando imagens que facilitam significativamente a interpretação para tomada de decisão, proporcionando uma compreensão mais clara do cenário com a incorporação de outros dados externos. Com essa unificação, todo o processo foi simplificado e tornou-se viável operar em um ambiente totalmente integrado, consolidando as informações geradas. Isso proporcionou uma visão abrangente do processo criativo, facilitando a implementação de novos estudos na área.

Esta integração representa um avanço significativo na eficiência e eficácia dos processos de tomada de decisão, abrindo caminho para futuras inovações na área. Para novos trabalhos, o artigo sugere aprofundamento na utilização do Machine Learning: Explorar o potencial da ferramenta aplicada para otimizar outros processos decisórios em projetos de Engenharia de Transportes. Isso pode incluir a criação de algoritmos de aprendizado de máquina personalizados para tarefas específicas.

6 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Seabra Soluções Inteligentes.

7 REFERÊNCIAS

Autodesk, (2023). **Autodesk Civil 3D.** Software abrangente de projeto e documentação detalhados para infraestrutura civil. Disponível em: https://www.autodesk.com.br/products/civil-3d/overview?term=1-YEAR&tab=subscription. Acesso em novembro de 2023.

Bassir, D., Lodge, H., Chang, H., Majak, J., & Chen, G. (2023). **Application of artificial intelligence and machine learning for BIM.** International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization, 14, 5.

CNT. (2022). **Somente 12,4% da malha viária rodoviária brasileira é pavimentada confederação nacional do transporte – CNT.** Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada. Acesso em: junho 2023.

Crotty, Ray. (2013) **The Impact of Building Information Modeling. Transforming Construction.** The Impact of Building Information Modelling: Transforming Construction, p. 1–216, mar. 2013. Disponível em: 10.4324/9780203836019. Acesso em novembro de 2023.

Huang, M. Q., Ninić, J., & Zhang, Q. B. (2021). **BIM, machine learning and computer vision techniques in underground construction: Current status and future perspectives.** Tunnelling and Underground Space Technology, 108, 103677.

Kuok, K.K., Kingston Tan, K.W., Chiu, P.C., Chin, M.Y., Rahman, M.R., Bin Bakri, M.K. (2023). **Application of Building Information Modelling (BIM) Technology in Drainage System Using Autodesk InfraWorks 360 Software Lecture.** [S.l: s.n.], 2022. p. 209–224. Disponível em: DOI: 10.1007/978-981-19-5947-9_18. Acesso em novembro de 2023.

Lee, G., & Borrmann, A. (2020). **BIM policy and management.** Construction Management and Economics, v. 38, p. 413–419, maio 2020. Disponível em: DOI: 10.1080/01446193.2020.1726979. Acesso em novembro de 2023.

Mandal, Manoj; PAWADE, Dr Prashant; SANDEL, Prashant. **Geometric design of highway using Civil 3D.** International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology. v.5, n.3, p.214–217, 9 maio 2019. Disponível em: <https://www.ijariit.com/manuscript/geometric-design-of-highway-using-civil-3d/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

Mcgraw, Hill (2014). **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling. 2014.** Disponível em: https://www.construction.com/toolkit/reports/business-value-bim-construction-major-global-markets. Acesso em novembro de 2023.

Mckinsey & Company. (2021). **Os desafios da infraestrutura do Brasil para os próximos anos. Exame. 15 jul. 2021.** Disponível em: https://issuu.com/exame/docs/mckinsey_vis__o_geral_sobre_infraes/1. Acesso em 16 de novembro de 2023.

Oreto, C. et al. (2021). **Bim-based pavement management tool for scheduling urban road maintenance.** Infrastructures, v. 6, n. 11, 1 novembro

Siga. (2023). **Sistema Integrado De Gestão Ambiental, Latlongutm.** Site de conversão de coordenadas geográficas.
Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Controles/latlongutm.htm?latTxt=ctl00_con. Acesso em novembro de 2023.

Seabra Soluções Inteligentes. (2023). **SinC Premium Seabra Soluções - Software para Projetos de Sinalização Viária.** Disponível em: http://www.seabrasolucoes.com.br. Acesso em novembro de 2023.

Voinigescu, E. **Les Neurones ont une Forme Propice à L'apprentissage Profond.** (2017). Disponível em: https://www.cifar.ca/fr/nouvelles/2017/12/05/les-neurones-ont-une-forme-propice-%c3%a0-1-apprentissage-profond. Acesso em: junho 2023.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE IMPACTOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO POR MEIO DE CENÁRIOS COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO

E. C. M. Soares, R. J. C. Ribeiro

RESUMO

O Brasil enfrenta uma série de problemas em todas as escalas urbanas. Esses problemas são passíveis de mitigação através de um processo de planejamento urbano mais efetivo e integrado. Observa-se, no entanto, vários desafios a serem superados na prática da gestão pública devido à falta de integração entre os diferentes setores do processo de gestão urbana. Para se obter um planejamento urbano efetivo, é preciso uma investigação que avalie as estruturas, problemáticas, potencialidades e demandas existentes. Com isso, essa pesquisa objetiva analisar os impactos provocados pela implantação de grandes empreendimentos, polos geradores de viagens, visando construir uma metodologia que contribua para um planejamento urbano mais efetivo. Como resultado, o estudo apresenta a construção de um procedimento metodológico que identifica os impactos da alteração do uso e ocupação do solo sobre o tecido urbano da cidade a partir da construção de cenários e da modelagem territorial.

1 INTRODUÇÃO

A cidade, segundo Santos (2014), não é para todo o sempre, mas é um objeto de mudança constante, cujo resultado se dá por transformações sucessivas, adições e subtrações de ações, em uma amplitude de temas, sejam voltados a aspectos econômicos, políticos, culturais, sociais, naturais e espaciais. Todos esses processos são desenvolvidos no espaço, que conformam a configuração territorial e a dinâmica social – ou relações que definem uma sociedade. Pode-se dizer que o processo de urbanização possui como sintoma o crescimento da cidade, corroborando na integração territorial, modernização da infraestrutura e ampliação de trocas comerciais (Soares, 2016).

Bettencourt (2014) afirma que as cidades são cada vez mais consideradas como sistemas complexos, definidos por cinco características: heterogeneidade, interconectividade, escala, casualidade circular e desenvolvimento. A complexidade pode ser notada devido ao resultado das ações entre agentes em diversos domínios, culminando em um desenvolvimento urbano como produto interligado a processos sociais, políticos, econômicos, tecnológicos e ecológicos. As cidades quando vistas como como sistemas complexos, possuem seu tecido urbano constituído de diferentes atributos, caracterizados em suas dimensões morfológica, institucional, social, econômica, ambiental e de acessibilidade. Para estudo e representação desse espaço urbano (complexo), Silva *et*

al.(2011) destacam a importância da escala quanto elemento de representação gráfica, a partir do estabelecimento de proporções entre elementos reais e de desenho, como uma unidade mensurável. A diferenciação de escalas de análises se torna fator imprescindível para a percepção do todo (ambiente e relação com o homem). De maneira análoga, Romero (2009) afirma ser possível a compreensão do espaço observando-se três aspectos: a edificação, as redes (fluxos) e a massa (entorno, conjunto urbano).

A visão ampla dos condicionantes e determinantes que agem na formação e transformação do espaço urbano, fornecida pela análise em diferentes escalas, permite aos planejadores um entendimento coerente das dinâmicas locais e regionais atuantes, possibilitando interpretar e traduzir a cidade, cujos atributos e indicadores podem sofrer variação de acordo com especificidades urbanas, de maior ou menor impacto, no processo de urbanização. Nessa perspectiva, ressalta-se que as cidades brasileiras são atingidas pela falta de abordagem técnica e metodológica do urbano, o que resulta em uma visão fragmentada e cartesiana do conjunto pela gestão urbana e atores econômicos especulativos (Silva *et al.* 2011).

Após quase uma década de estudos realizados pelos autores dessa pesquisa, foram contemplados empreendimentos diversos causadores de impactos no meio ambiente urbano, realizou-se de mais de cinquenta estudos de impacto (de trânsito e vizinhança), permitindo conhecer diferentes metodologias e processos que envolvem a temática – desde os levantamentos até a análise dos dados – e o processo de definição de medidas mitigadoras em órgãos competentes. Dessa forma, observou-se a necessidade de aprimoramento desse processo como um todo, principalmente na falta de integração dos resultados dos diferentes tipos de impactos e a relação com a mensuração da mitigação/compensação ou potencialização.

A relevância da pesquisa está em promover maior interação entre a academia (pesquisa científica) e o trabalho técnico efetivo da prática do planejamento urbano. Com isso, essa pesquisa objetiva analisar os impactos provocados pela implantação de grandes empreendimentos – como polos geradores de viagens – visando construir uma metodologia que contribua para um planejamento urbano mais efetivo. Assim, a partir do desenvolvimento de um procedimento metodológico de análise de impactos no uso e ocupação do solo, corrobora-se no desenvolvimento urbano com as análises integradas de informações. As análises de impactos na alteração do uso e ocupação do solo são necessárias para as tomadas de decisões quanto à temática proposta sendo, portanto, um instrumento de auxílio no planejamento urbano sustentável (nas esferas econômica, social, ambiental e urbana).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento urbano é o ato de planejar o amadurecimento das cidades, sendo um processo intraurbano e não de expansão territorial, garantindo um acesso seguro, justo, digno da população aos serviços urbanos (infraestrutura e equipamento), bem como ao próprio território da cidade. Se refere a um crescimento econômico, de modernização tecnológica e de sustentabilidade urbana, corroborando para o desenvolvimento socioespacial e da cidade, garantindo o bem-estar da população e uma qualidade de vida universal. Sendo assim, o desenvolvimento urbano corresponde a um conjunto de ações, estratégias e instrumentos necessários para o desenvolvimento das cidades, nas esferas econômica, social e ambiental – os tripés da sustentabilidade.

O planejamento urbano e seus instrumentos urbanísticos são de grande relevância na busca da habitabilidade e sustentabilidade das cidades. Desde 2001, com o advento do Estatuto da Cidade, eles ganharam força e legitimidade (Estatuto da Cidade, 2001). Com estas ferramentas de gestão, podem-se exigir condutas mais enérgicas, que visem garantir uma cidade socialmente justa e que apresente mais qualidade em todos os aspectos como: mobilidade, lazer, serviços, preservação e vários outros.

O planejamento sustentável está ligado ao objetivo de desenvolver cidades com os princípios estabelecidos da justa distribuição e acesso aos bens e serviços, com foco: na distribuição dos serviços como composição da cidade, na inclusão, na manutenção o meio ambiente natural e implantação de elementos de infraestrutura verde, no desenvolvimento de uma mobilidade intermodal e integrada, no equilíbrio do mix de uso e da densidade urbana. De acordo com Nahas *et al.* (2009), a mensuração da qualidade de vida urbana deve incluir três elementos fundamentais: equidade no acesso social e espacial da população aos bens e serviços urbanos; avaliação da qualidade ambiental e produção de elementos para discussão da sustentabilidade no desenvolvimento humano.

Ressalta-se que o espaço urbano não é apenas a combinação de áreas edificadas e livres, relacionadas entre si ou fragmentadas e divergentes, mas também é composto pela infraestrutura que possibilita seu uso e se transforma em um elemento de convergência e associação entre forma, função e estrutura. Um dos principais desafios que as administrações municipais enfrentam é a manutenção de sistemas de informação confiáveis e contínuos para balizar e monitorar o desenvolvimento de um índice de qualidade de vida urbana. Para a utilização dos dados como informações na formulação de políticas públicas faz-se necessário que os indicadores expressem também a capacidade do município em oferecer qualidade de vida, através da espacialização dos dados, entre eles a demanda, capacidade e identificação de prioridades espaciais com o objetivo de promover a inclusão social e acesso equitativo a bens e serviços (Santos *et al.,* 2018).

2.1 Polos Geradores de Viagens e seus impactos nas cidades

É notória a implantação de grandes empreendimentos de médio e grande porte nas áreas urbanas – denominados nessa pesquisa por *polos geradores de viagens* (PGV). As implantações ocorrem em áreas diversas como nos centros, periferias (bordas) ou no núcleo central urbano. Esses polos possuem atrações de fluxos (viagens) que interferem diretamente no meio ambiente urbano, especialmente no sistema viário e de transportes. Para a realização da proposta desta pesquisa, faz-se necessário um olhar crítico quanto os requisitos e metodologias de aprovação desses empreendimentos.

A pesquisa realizada por Soares (2016) discorre que, anterior ao conceito de PGV, a nomenclatura Polo Gerador de Tráfego (PGT) foi aplicada a empreendimentos que atraem ou produzem grande número de viagens motorizadas com consequências negativas na circulação viária do entorno imediato do local de implantação do empreendimento (DENATRAN, 2001, p.8). De acordo com Gonçalves (2012), posteriormente foi criado o conceito de PGV pela Rede Ibero Americana de Estudos de Polos Geradores de Viagens, que estendeu preocupações às viagens não motorizadas e ao transporte público.

É importante ressaltar que a classificação de um empreendimento como PGV depende de suas características – tais como tipo, porte e localização – e abrange tanto viagens motorizadas quanto não motorizadas, além das geradas pelo transporte público. Por isso, é

essencial considerar tanto os impactos socioeconômicos quanto aqueles relacionados à qualidade de vida da população, como a circulação de pedestres e veículos e a influência do empreendimento no espaço urbano.

De acordo com Cunha (2001), os impactos podem ser caracterizados como positivos (valorização) ou negativos (descaracterização, prejuízo); podem ser locais (entorno imediato) ou regionais; se dão em uma escala temporal de forma imediata, a longo prazo ou ainda de forma permanente e podem ser considerados reversíveis ou irreversíveis. Autores como Portugal *et al.* (2003) e Cunha (2009) levantaram os tipos de impactos classificando-os em categorias, podendo acontecer: nas dimensões sócio econômicas (sociais, econômicos, histórico-culturais), ambientais (ambientais, urbanos), espaciais (nas vias de acesso e na área de entorno). Gonçalves (2012) e Kneib (2004), afirmam que a influência dos PGV pode afetar a estrutura espacial das cidades e regiões metropolitanas em que estão inseridos, como evidenciado pela pesquisa realizada por Soares (2016).

No planejamento territorial, vários são os instrumentos e ferramentas que viabilizam intenções e estratégias expressas no Plano Diretor, inclusive na área de avaliação de impactos gerados por PGV. Um desses instrumentos abordados pelo Estatuto da Cidade (2001), conceituado como na seção XII, artigo 37, é o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV). O objetivo da elaboração dos estudos de impacto é a mensuração dos impactos para que os mesmos possam ser mitigados e/ou potencializados (Soares, 2018). Para avaliação dos impactos que a implantação e funcionamento de uma atividade podem ocasionar na região onde está localizado, é estipulado a realização de três esferas dos impactos:

i. EIT (Estudo de Impacto de Trânsito): É um documento técnico que deve ser submetido à apreciação dos órgãos de Trânsito como instrumento necessário à liberação dos Alvarás de Construção e de Funcionamento do empreendimento.
ii. EIV (Estudo de Impacto de Vizinhança): Segundo Schvarsberg (2016), é um instrumento de política urbana, cuja finalidade é analisar e informar previamente à gestão municipal quanto às repercussões da implantação de empreendimentos e atividades impactantes, privadas ou públicas, a partir da ótica da harmonia entre os interesses particulares e os interesses da coletividade de modo a evitar desequilíbrios no crescimento das cidades, garantir condições mínimas de qualidade urbana e zelar pela ordem urbanística e pelo uso socialmente justo e ambientalmente equilibrado.
iii. EIA (Estudo de Impacto Ambiental): é um instrumento do planejamento ambiental, utilizado na avaliação de impactos e determinação da área de influência dos mesmos. Define as medidas de compensação e mitigação dos danos previstos devido à implantação de atividades ou empreendimento com grande potencial de poluição e degradação do meio ambiente.

A legislação contempla um estudo para avaliação dos impactos decorrentes da implantação de uma atividade em diferentes áreas urbanas, com o objetivo de restringir a implantação da mesma, ou definir ações e medidas para a redução, mitigação, extinção e/ou compensação dos impactos negativos previstos. Observa-se que o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) não substitui o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ou o Estudo de Impacto de Trânsito (EIT).

Apesar das diretrizes estabelecidas pelas Leis (nas esferas Federais, Estaduais e Municipais) para a elaboração de Estudos de Impacto (vizinhança, trânsito e meio ambiente), percebe-se uma falha entre a realização dos estudos, a mensuração dos impactos e o processo de análise e definição de medidas mitigadoras e compensatórias, realizada por técnicos e gestores

municipais. Questiona-se esse processo ocorrer por intuição e experiência profissional, sem a aferição através de indicadores, acarretando em diferentes tipos de procedimentos por diferentes profissionais, permitindo a ação de influências externas, sejam políticas ou econômicas, ao processo.

3 PROPOSTA METODOLÓGICA

Para essa pesquisa, o procedimento de análise leva em conta a diversidade de características das áreas urbanas, bem como da influência da legislação de planejamento urbano e dos diferentes usos e atividades existentes. Trata as cidades como sistemas complexos, com um potencial de desenvolvimento urbano sustentável, levando em consideração aspectos ambientais, econômicos e sociais. Espera-se que essa análise de impactos possa servir como instrumento de auxílio para a gestão urbana e contribuir para um planejamento urbano mais eficiente e sustentável.

O planejamento urbano por meio de cenários é uma metodologia de planejamento que envolve a criação de alternativas possíveis para o desenvolvimento de uma cidade ou região, tendo em vista as suas características socioeconômicas, culturais e geográficas. Esses cenários buscam simular diferentes possibilidades de futuro, antecipando seus impactos e avaliando a potencial consequência de cada uma das escolhas. O objetivo é ajudar a construir um futuro mais desejável e sustentável para a cidade, identificando as prioridades e desafios de desenvolvimento, bem como permitir o envolvimento da sociedade na identificação de alternativas mais adequadas, além de permitir a análise dos cenários evolutivos para a cidade, permitindo que os envolvidos consigam se preparar para uma gestão mais eficiente e eficaz.

A modelagem é uma ferramenta valiosa no planejamento urbano para a criação de cenários e a avaliação das consequências das ações, permitindo a tomada de decisões informadas e a gestão eficiente dos recursos urbanos. A modelagem corrobora também na identificação das oportunidades e desafios relacionados ao desenvolvimento urbano. São alguns exemplos de uso da modelagem no planejamento urbano: a modelagem de fluxo de tráfego (permite simular o movimento de pessoas e veículos em diferentes cenários, avaliando o impacto de novas rodovias, rotas de transporte público ou mudanças na configuração do tráfego), a modelagem de uso do solo (permite simular alternativas de planejamento do uso do solo em diferentes cenários, avaliando o impacto de novas construções, projetos de infraestrutura ou mudanças no zoneamento urbano).

3.1 Proposta de Procedimento de Análise Urbana

A construção do procedimento de análise urbana ocorreu a partir da metodologia proposta por Soares (2016) que permitiu, com maior facilidade e precisão, a representação de informações, bem como a mensuração de impactos na alteração do uso e ocupação do solo após a implantação de um PGV Shopping Center (Quadro 1). A metodologia inicial, proposta pela autora em 2016 (p. 152), contemplava:

a. Conhecer o processo histórico das áreas de estudo (processo de ocupação, tipos de influências sociais, econômica e característica da ocupação);
b. Analisar as alterações de diretrizes de planejamento urbano para a região, bem como definições de uso e ocupação do solo para o processo de desenvolvimento urbano;
c. Verificação do tipo de área: centros ou não centros, analisando as características de atração de viagens, facilidade de acesso, infraestrutura, uso do solo;

d. Análise espacial: exploração espacial de uso, ocupação e acessibilidade da região.

Quadro 1 Apresentação da Metodologia de Análise

Etapa		Metodologia	Ferramenta	Objetivos
Análise do Impacto da Implantação do PGV - Shopping Center	Etapa 1	Exploração espacial da ocupação da Região. Definição do raio de influência: 500m	Mapa de 1992 - anterior à implantação do PGV Mapa de 2006 - após a implantação do PGV Mapa de 2014 - Evolução da ocupação (dados atuais)	Constatar o grau de ocupação (cheios e vazios) antes e após a implantação do PGV Buriti Shopping
	Etapa 2	Exploração espacial do tipo de uso do solo / atividades da Região. Definição do raio de influência: 500m	Mapa de 2014	Constatar o tipo de uso do solo da região, após a implantação do PGV Buriti Shopping
	Etapa 3	Exploração espacial da acessibilidade à Região (Estudo do EIT do Empreendimento de 2013 e levantamento dos terminais de transporte coletivo)	Mapa de localização dos Terminais de Transporte Coletivo e principais vias de acesso.	Constatar a acessibilidade, a partir da situação das vias do entorno, no aspecto fluidez e nível de serviço e do terminal de ônibus (transporte coletivo).

Serão estabelecidas, a partir de então, etapas de análise urbana, a partir da alteração de uso do solo (atividades descritas pelo IBGE – CNAE) ocorrida ao longo da formação de áreas urbanas centrais que se caracterizam por ser a área de influência direta de um empreendimento de grande porte (nesse caso, a aplicação se deu, também, na temática Shopping Center), perpassando pelas etapas propostas (Quadro 2):

i. Definição das Atividades (empreendimentos) que serão analisados: shopping center; Definição dos tipos de impactos (uso e ocupação do solo, econômicos e sociais); Definição de empreendimentos e localização para simulação e comparação dos resultados: dois empreendimentos na cidade de Aparecida de Goiânia,
ii. Aplicação do processo realizado por Soares (2016):
    a. Pesquisa sobre o processo histórico das áreas de estudo (processo de ocupação, tipos de influências sociais); Analisar as alterações de diretrizes de planejamento urbano para a região, bem como definições de uso e ocupação do solo para o processo de desenvolvimento urbano;
    b. Verificação do tipo de área: centros ou não centros, analisando as características de atração de viagens, facilidade de acesso, infraestrutura, uso do solo;
    c. Análise espacial: exploração espacial de uso, ocupação e acessibilidade da região;
iii. Aplicação da análise espacial será definida: a partir de imagens aéreas, a identificação de áreas vazias x ocupadas em datas definidas (pela implantação do empreendimento e aprovação de Planos Diretores Municipais); definição georreferenciada com a ferramenta QGIS de processamento de dados e percentuais de evolução de ocupação e tipo de ocupação ao longo do tempo, em três raios de influência; leitura espacial de acessibilidade e mobilidade;

iv. Aprofundamento das análises ocorrerá com a tabulação de dados de CNAES disponibilizados pela Secretaria de Finanças do Município em estudo, cujo objetivo é entender o gráfico de modificação ao longo dos últimos 60 anos das atividades presentes nos bairros adjacentes às áreas de influência, bem como os tipos de atividades predominantes;

v. Observação os impactos sociais e econômicos na região, bem como na consolidação das regiões como centralidades urbanas.

Quadro 2a: Apresentação da Metodologia de Análise

Etapa		Metodologia	Ferramenta Área 1	Ferramenta Área 2	Objetivos
METODOLOGIA DE ANÁLISE SISTÊMICA	Etapa I	Pesquisa sobre o processo histórico de ocupação da região;	Análise de diretrizes de planejamento e desenvolvimento urbano	Análise de diretrizes de planejamento e desenvolvimento urbano;	Observar alterações ocorridas a partir de diretrizes de planejamento
	Etapa II	Definição do tipo de empreendimento (PGV) para estudo e do tipo de impacto a ser pesquisado	Localização do empreendimento e características arquitetônicas e urbanísticas	Localização do empreendimento e características arquitetônicas e urbanísticas	Estruturação da pesquisa e definição de raios de estudo;
	Etapa III	Exploração espacial da ocupação da Região. Definição de três raios de influência: 500m, 1000m e 1500m	Análise de dados de Soares (2016) de 1992 a 2007	Análise de informações de Soares (2016)	Constatar o grau de ocupação (cheios e vazios) antes e após a implantação do PGV
			Modelagem espacial 2014 - Evolução da ocupação	Mapa de 2014 - anterior à implantação do PGV	
			Modelagem espacial 2023 - Evolução da ocupação (dados atuais)	Mapa de 2023 - após a implantação do PGV	
	Etapa IV	Exploração espacial do tipo de uso do solo / atividades da Região. Definição do raio de influência: 500m, 1000m e 1500m	Modelagem espacial com análise da evolução a partir de imagens disponíveis	Modelagem espacial com análise da evolução a partir de imagens disponíveis	Constatar o tipo de uso do solo da região, após a implantação do PGV
	Etapa V	Exploração espacial da acessibilidade à Região	Modelagem da mobilidade a partir da localização dos Terminais de Transporte Coletivo e principais vias de acesso.	Modelagem da mobilidade a partir da localização dos Terminais de Transporte Coletivo e principais vias de acesso	Constatar a acessibilidade, a partir da situação das vias do entorno, no aspecto fluidez e nível de serviço e do terminal de ônibus;
	Etapa VI	Análise de alteração de cadastro de empresas junto ao banco de dados do Município (CNAES)	Modelagem numérica com tabulação de planilhas e elaboração de gráficos por períodos pré-definidos, por bairro, por tipo de atividades dos bairros adjacentes ao empreendimento em estudo.	Modelagem numérica com tabulação de planilhas e elaboração de gráficos por períodos pré-definidos, por bairro, por tipo de atividades dos bairros adjacentes ao empreendimento em	Entender o gráfico de modificação ao longo dos últimos 30 anos das atividades presentes nos bairros adjacentes às áreas de influência, bem como os tipos de atividades predominantes

Quadro 2b: Apresentação da Metodologia de Análise

Etapa		Metodologia	Ferramenta Área 1	Ferramenta Área 2	Objetivos
	Etapa VII	Comparação de dados estatísticos de CNAES e quantitativos levantados no mapeamento	Modelagem numérica com tabulação de planilhas e elaboração de gráficos por dados pré-definidos para análise	Modelagem numérica com tabulação de planilhas e elaboração de gráficos por dados pré-definidos para análise;	Observar os impactos sociais e econômicos na região, bem como na consolidação das regiões como centralidades urbanas
	Etapa VIII	Caracterização social e econômica da região	Modelagem espacial do padrão construtivo, renda, geração de empregos; infraestrutura urbana e equipamentos/serviços	Modelagem espacial do padrão construtivo, renda, geração de empregos; infraestrutura urbana e equipamentos/serviços	Observar os impactos sociais e econômicos na região, bem como alteração da qualidade de vida urbana

3.2 Aspectos Técnicos: Bases de Dados (públicas) e Ferramentas

Para a aplicação da metodologia proposta, tem-se dois aspectos técnicos que devem ser observados: o acesso às bases de dados (públicas) e as ferramentas necessárias para a geração das informações, análises e considerações. As bases de dados serão acessadas a partir de solicitação via ofício à Secretaria de Finanças do município em pesquisa e do acesso a dados disponibilizados nos sites oficiais de pesquisa, sendo:

a. IMAGENS DE SATÉLITE – disponíveis no Google;
b. CNAE: Dados disponibilizados pela Secretaria da Fazenda da Prefeitura de Aparecida de Goiânia;
c. LEGISLAÇÕES: Planos Diretores e Leis Complementares do Município de Aparecida de Goiânia, disponíveis no Diário Oficial;
d. CENSO: Dados acessados pelo site oficial do IBGE.

A base espacial do Censo Demográfico (2000, 2010) foi escolhida devido à capacidade de atualização periódica das variáveis, sendo possível traçar a evolução urbana com dados padronizados e, como os métodos utilizados se baseiam em dados oficiais, eles podem ser aplicados a outras cidades do país, facilitando o acesso às instituições governamentais do Brasil (Ribeiro, 2008). Para gerar diferentes tipos de informações a partir dos dados coletados, será feito um cruzamento do banco de dados da prefeitura (CNAES) e, após georreferenciadas, as imagens serão convertidas em parâmetros de identificação de usos, juntamente com os parâmetros do censo demográfico.

Essa etapa será realizada com o apoio de softwares como o ArcGIS, que oferece uma plataforma robusta composta por uma aplicação que permite a integração e o cruzamento de bancos de dados espaciais e não espaciais, facilitando a criação de uma unidade comum para análise.

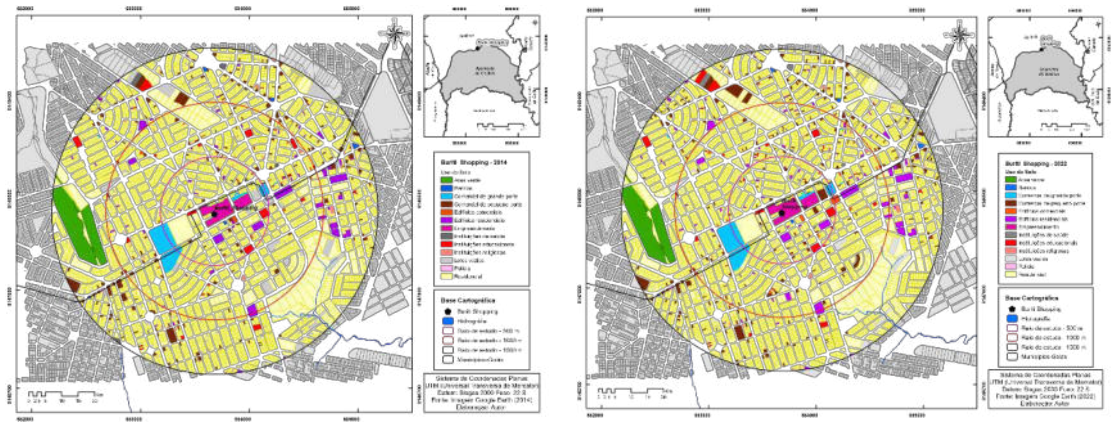
4 APLICAÇÃO METODOLÓGICA E RESULTADOS PRELIMINARES

As regiões tomadas para estudo se localizam em Aparecida de Goiânia, integrante da Região Metropolitana de Goiânia, que se destaca por possuir a segunda maior população do Estado:

aproximadamente 527.796 habitantes (IBGE, 2022) (A cidade possui área de 288 km² e fica localizada a sudeste de Goiânia, sendo intensamente conurbada com a capital e ainda faz limite com os municípios de Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Hidrolândia e Senador Canedo. Para essa pesquisa, foram estudadas duas áreas, cuja semelhança é a existência de um Shopping Center em áreas de centralidade no município, denominadas aqui de Área I (característica principal: região de conurbação com a capital) e Área II (característica principal: proximidade com o centro histórico municipal).

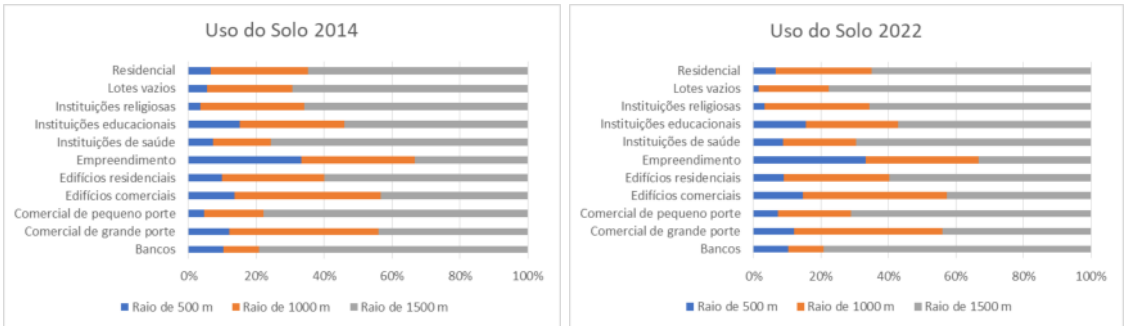
Antes de analisar o uso e ocupação do solo, foi essencial observar os dados demográficos disponibilizados pelo IBGE (2000 e 2010) que demonstram a evolução de ocupação das áreas em estudo. O uso e ocupação do solo foi realizado mediante os levantamentos feitos a partir de imagens aéreas, em dois períodos: 2014 e 2022. O mapeamento consistiu na identificação de áreas vazias, edificações residenciais, comerciais, grandes empreendimentos, equipamentos e serviços públicos. As imagens que serão geradas, realizadas a partir do georreferenciamento dos usos identificados, tendo sido realizada a quantificação de percentual das áreas dos tipos de atividades / usos especializados, nos três raios de estudo definidos (500m, 1000m, 1500m).

Figura 1a e 1b Levantamento de Uso e Ocupação do Solo Áreas I e II (2022)



Os resultados obtidos demonstram como o tipo de uso e a predominância das atividades se alteraram com a consolidação do empreendimento, bem como se distribuem à medida que se aproximam do mesmo.

Figura 2a e 2b Gráficos de alterações nos usos do solo nos raios de estudo



As alterações de uso do solo de 2014 para 2022 acontecem, principalmente nas áreas já predominantes: residencial, educacional, comercial (pequeno e grande porte). Observa-se a

redução significativa no número de vazios urbanos. Para o Raio de 1000m, lembrando que está inscrito o raio de 500m em toda essa área, observamos, de 2014 para 2022, o aumento significativo das atividades comerciais (pequeno porte e edifícios), ainda um aumento que comprova uma tendência de implantação de atividades ligadas à saúde e também, a redução significativa de áreas vazias. Para o raio de 1500 m, as alterações são nos mesmos usos apresentados no raio de 1000 m (comércios, residências, redução de áreas vazias), com o acréscimo de área verde e serviço de policiamento da região (inalterados de 2014 para 2022).

Posteriormente, foram abordados os bairros que estão inseridos na área de influência dos empreendimentos de ambas as áreas, analisando a quantidade de atividades por bairro e por década, a partir do tipo de atividade exercida (CNAE), cadastrada pelo IBGE / CONCLA (Comissão Nacional de Classificação), possibilitando a análise da/o:

I. Tipologia de seções predominantes de atividades (por década, por bairro, no município e sua evolução);
II. Desenvolvimento urbano a partir da geração de emprego e renda nos locais de estudo e dos respectivos empreendimentos que impactaram de forma positiva o desenvolvimento econômico e abertura de novas atividades nas áreas de estudo;
III. Alteração das atividades a partir do desenvolvimento industrial no município e seu respaldo metropolitano e estadual;
IV. Comportamento de empresas e atividades econômicas no período pandêmico vivido e sua configuração pós-pandemia;
V. Comparativo do tipo de atividades comuns em diferentes áreas influenciadas pelo PGV Shopping Center.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises realizadas, percebe-se que os estudos existentes são importantes conquistas no processo de planejamento urbano, ambiental e de mobilidade, mas ainda se mostram insuficientes na prática das informações apresentadas e da efetividade do planejamento, tanto na mitigação dos impactos negativos, quanto na potencialização dos impactos positivos.

A ausência de integração entre os diferentes tipos de estudos, a ausência de integração da análise dos diversos tipos de impactos, que são diferentes para cada tipo de atividade / empreendimento e em cada local de implantação (com características próprias), ou seja, a inexistência de uma análise sistêmica e um índice de mensuração, não permite que as ações necessárias sejam tomadas para direcionar o desenvolvimento urbano e a qualidade de vida, que tanto o planejamento urbano defende.

Os impactos imediatos ao funcionamento dos empreendimentos são os mais estudados, analisados, mitigados, mas talvez sejam os menos preocupantes quando olhamos para o processo que deve ser contínuo de planejamento de cidades que não são inertes, mortas, mas pelo contrário, que estão se modificando a cada dia.

A alteração do uso e ocupação do solo provocada por um empreendimento, a médio e longo prazo, trarão mais impactos ao sistema viário que a própria geração de viagens do PGV. Assim, impulsionará maior necessidade de acessibilidade e melhoria do transporte coletivo que as demandas do funcionamento do mesmo e possivelmente, induzirá um colapso na

infraestrutura básica, que o mesmo jamais ocasionaria. Como mensurar essas alterações que envolvem diferentes atividades e densidades?

Acredita-se que a definição de um método de análise sistêmica auxilie no processo de planejamento e, consequentemente, na tomada de decisões para a solução de problemas urbanos, comuns pela implantação de empreendimentos geradores de viagens e com impactos decorrentes de sua implantação, além de proporcionar:

I. Autoaplicabilidade: ausência ou insuficiência de regulamentação por lei municipal em relação à elaboração de EIV, EIA e EIT; inadequação do momento de análise de metodologia para mensuração de impactos e definição das medidas mitigadoras ou compensatórias;
II. Instrumento de Planejamento sustentável: Potencialização de impactos positivos quanto à melhoria da qualidade de vida urbana a partir das informações e análises dos estudos de impactos, com definição de cenários futuros após consolidação da nova atividade na área de influência do PGD;
III. Convergência e integração da mobilidade urbana e demais planos setoriais do planejamento urbano;
IV. Eficácia: não utilização do instrumento com suas potencialidades para o planejamento urbano;
V. Diretrizes de aplicabilidade da Mobilidade Urbana Sustentável no processo de Planejamento Urbano - Desenvolvimento de análises e propostas quanto aos modos ativos (análise do índice de caminhabilidade no entorno imediato do empreendimento), aprofundando as análises do EIV;
VI. Diretrizes para implantação de rotas de Pedestres e ciclistas, com infraestrutura necessária a garantir incentivo aos modos de deslocamento, qualidade e segurança no deslocamento em medidas mitigadoras ou compensatórias.
VII. Incremento nas análises do EIV referentes aos impactos no meio ambiente local, como alteração climática devido a impermeabilização do solo e construção de cenários futuros, a médio e longo prazo, das alterações de uso e ocupação do solo, que impactarão todos os subsistemas de infraestrutura local.

Os estudos de impacto devem ser efetivamente realizados, mas o processo não pode ser interrompido. É essencial contar com equipes técnicas competentes que consigam olhar além dos impactos imediatos e planejar a cidade do futuro. Isso envolve trabalhar na qualificação do ambiente urbano em todas as suas dimensões e subsistemas, dentro desse complexo sistema. Além disso, é importante criar cenários e utilizar estrategicamente os empreendimentos como elementos potenciais para o desenvolvimento urbano, contribuindo assim para a aplicação e o uso dos instrumentos da política urbana.

5 REFERÊNCIAS

Bettencourt, L. (2014) Cities as complex systems, in B. A. Furtado, P. A. Sakowski e M. H. Tóvolli (eds.), **Modeling complex systems for public policies**. Ipea, Brasília, 404p.

Estatuto da Cidade (2001) Estatuto da cidade, **Lei n. 10.57, 10 de julho de 2001**, 1(2), Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, Brasília.

Cunha, R. F. F. (2009) **Uma sistemática de avaliação e aprovação de projetos de polos geradores de viagens (PGV's)**, COPPE/URFJ, Rio de Janeiro, 266p.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (2001) **Manual de Procedimentos para o Tratamento de Pólos Geradores de Tráfego**, Ministério da Justiça, Brasília.

Gonçalves, F. S. (2012) **Classificação dos PGVs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 111p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024) **Cidades**, disponível em: www.ibge.gov.br (acesso 07/05/2024).

Kneib, E. C. (2004) **Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano,** Dissertação de Mestrado, UNB, Engenharia de Transportes, Brasília, 182p.

Nahas, M. I. P. (2009) Indicadores intra-urbanos como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades: uma discussão teórico-metodológica, in C. C. S. Vitte, T. M. M. Keinert e T. M. Mezzomo (eds.), **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana**: discussões teórico-metodológicas, Bertrand Brasil, 20p.

Portugal, L. S. e Goldner, L. G. (2003) **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários de Transportes**, Editora Edgard Blücher, Rio de Janeiro, 241p.

Ribeiro, R. J. C. (2008) **Índice composto de qualidade de vida urbana** – aspectos de configuração espacial, socioeconômicos e ambientais urbanos, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 238p.

Romero, M. A. B (2009). **Estratégias bioclimáticas de reabilitação ambiental adaptadas ao projeto,** In: Reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística. Brasília, FAU/UnB, 538p.

Santos, M. (2014) **Metamorfoses do Espaço Habitado,** Edusp, 1(6), São Paulo, 132p.

Santos, R. (2004). **Planejamento ambiental teoria e prática**. São Pulo: Oficina de texto, 150p.

Schvarsberg, B.; Martins, G. C.; Cavalcanti, C. B. (org) (2016). **Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação**. Secretaria Nacional de Acessibilidade e Programas Urbanos, PNCC e UNB. Brasília, 98p.

Soares, E. C. (2016) **Centralidades e Transformações na Avenida Rio Verde em Aparecida de Goiânia**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia,210p.

Soares, E. C. M. (2018) Instrumentos de política urbana – EIV e EIT – como ferramentas de planejamento urbano, qualificação de projetos e requalificação urbana. Anais do V Enanparq, Salvador, 13p.

PRIORIDADES E COMPLEXIDADES: IDENTIFICANDO DESAFIOS URBANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE PIRACICABA

C. R. Pierini, L. M. Gonçalves, V. P. Viel, J. C. Esteves

RESUMO

A evolução das Regiões Metropolitanas no Brasil, desde 1973, revela uma intrincada interação entre crescimento populacional, urbanização e governança. A criação da Região Metropolitana de Piracicaba (RMP) pela Lei Complementar 1.360/21 visa promover desenvolvimento, melhorar a qualidade de vida e otimizar recursos públicos, refletindo as transformações e desafios regionais. A RMP enfrenta efeitos da expansão urbana descontrolada e crescimento heterogêneo, necessitando estratégias sustentáveis. Esta pesquisa identifica e classifica os principais desafios dos 24 municípios da RMP, priorizando-os no contexto individual e integrado. Utilizando abordagem qualitativa e quantitativa, estudo de caso único e dados georreferenciados, a pesquisa envolveu 20 especialistas e também analisou a política de mobilidade através de uma matriz SWOT. A mobilidade intrarregional é o desafio central, exigindo planejamento integrado de transporte e uso do solo.

1 INTRODUÇÃO

As Regiões Metropolitanas no Brasil emergiram como protagonistas de mudanças significativas. Nesse contexto, a Região Metropolitana de Piracicaba (RMP) se destaca como um microcosmo emblemático das transformações observadas, evidenciando uma profunda interconexão entre desenvolvimento, desafios e estratégias adaptativas. A partir da industrialização e da urbanização aceleradas, desencadeadas pela Revolução Industrial e intensificadas nas décadas de 1950 e 1960. Esse processo, inicialmente centrado nas capitais litorâneas, testemunhou uma transformação significativa com a efervescência industrial em São Paulo, marcando uma mudança paradigmática na distribuição demográfica (IBGE, 2010; Sposito, 1988).

À medida que a ditadura militar nos anos 1960 impactava a autonomia municipal, a necessidade de instituições capazes de coordenar ações conjuntas se tornava evidente. As primeiras regiões metropolitanas, formalizadas em 1973, refletiram estratégias de desenvolvimento de viés tecnocrático e autoritário. Entretanto, a década de 1980 testemunhou o declínio desses órgãos de gestão metropolitana, marcando uma transição substancial na dinâmica urbana brasileira (Silva, 2016; Batista, 2014; Maricato, 2011). Por isso, pode-se dizer que promulgação da Constituição de 1988 foi um divisor de águas, estimulando a formação de novas regiões metropolitanas no Brasil – em 2023 existiam 82 RMs no Brasil – incluindo destaques como São Paulo, Santa Catarina, Paraíba e Alagoas. Destaca-se a Região Metropolitana de Piracicaba (RMP), criada em 2021, como exemplo contemporâneo desse compromisso com

o desenvolvimento socioeconômico e a redução das desigualdades regionais, delineando seus objetivos fundamentais na Lei Complementar n° 1.360/2021 (CEM, 2021).

Diante dessas transformações históricas, a RMP enfrenta desafios prementes, especialmente nas áreas de mobilidade, saneamento, habitação e desenvolvimento econômico. Estratégias como o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) e práticas de governança metropolitana surgem como respostas adaptativas para lidar com esses desafios complexos (Clementino; Almeida, 2021). Entretanto, a disparidade populacional entre essas regiões levanta questões sobre os critérios de criação.

Por isso, compreender os desafios e estratégias na RMP exige uma análise holística e dinâmica. A mobilidade urbana, considerada um desafio significativo, requer soluções integradas e sustentáveis, enquanto o saneamento básico e a habitação demandam políticas inovadoras e participativas. O desenvolvimento econômico, por sua vez, exige a diversificação da economia local e estratégias adaptativas ao cenário em constante evolução. Neste contexto, a participação ativa da sociedade civil, é reconhecida como peça-chave na construção de políticas públicas eficazes (Clementino; Almeida, 2021; Moura, 2014; Costa; Tsukumo, 2013; Lencioni, 2013; Magalhães, 2010; Davidovich, 2004).

Dessa forma, esta análise propõe a imersão profunda na complexa rede de transformações, desafios e estratégias que caracterizam a RMP. Ao conectar o passado, presente e futuro, busca-se compreender não apenas a evolução histórica, mas também as dinâmicas atuais e as perspectivas para o desenvolvimento sustentável dessa região vital no contexto brasileiro.

2 RM DE PIRACICABA: UMA ANÁLISE DETALHADA

A criação da RMP em 2021, pela Lei Complementar 1.360/21 (São Paulo, 2021), a consolida como um polo estratégico para o Estado de São Paulo e para o Brasil. Os objetivos envolvem desde o planejamento socioeconômico até a cooperação interinstitucional, buscando otimizar recursos públicos através da articulação entre diferentes níveis de governo. A legislação destaca a importância do uso racional do território, garantindo a preservação ambiental e o controle da implantação de empreendimentos públicos e privados.

A população estimada é de 1.519.040 habitantes, sendo Piracicaba a cidade mais populosa com 389.873 habitantes. A densidade demográfica média supera a média estadual, atingindo 191,1 hab./km². Economicamente, a RMP destaca-se com um PIB de R$ 82,7 bilhões, representando 3,42% do PIB estadual. Piracicaba lidera com 34,9% do PIB, seguida por Limeira (17,4%) e Rio Claro (12,9%). Os setores mais participativos são serviços privados (52,3%) e o industrial (35,8%), superando a média estadual (21,1%) (São Paulo, 2022).

A RMP tem 24 municípios (Fig. 1), entre eles Piracicaba, que ocupa 17,53% da área, e Águas de São Pedro, o segundo menor município do país, com 3,61 km² (IBGE, 2021). Localizada na porção noroeste da Capital Paulista, faz divisa com as RMs de Sorocaba (ao sul) e de Campinas (a sudeste), compreendendo 7.860,85 km², cerca de 3,17% da área do estado de São Paulo (São Paulo, 2022). A criação da RMP coincidiu com das regiões de Jundiaí e São José do Rio Preto, totalizando nove regiões metropolitanas no Estado de São Paulo.

A análise do crescimento das áreas urbanas na RMP durante o período de 1990 a 2020, conforme destacado por Alves e Dantona (2023), revela um aumento significativo de 54%. No entanto, esse crescimento não foi uniforme e apresentou dispersão, destacando desafios

ambientais consideráveis, como a redução de fragmentos verdes. Isso levanta preocupações sobre o consumo de recursos e a perda de biodiversidade na região.

Em particular, os municípios de Piracicaba, Limeira e Rio Claro se destacam como os mais urbanizados, impulsionados em parte por políticas habitacionais e pelo acesso facilitado ao crédito imobiliário na década de 2010 (São Paulo, 2022, Rolnik *et al.*, 2015).



Fig. 1 - Mapa da composição da Região Metropolitana de Piracicaba

O desafio da dispersão urbana também é destacado nos documentos oficiais com considerável crescimento do mercado imobiliário na RMP entre 2010 e 2020, resultando em 634 novos empreendimentos residenciais (São Paulo, 2022). Cidades menores, como Charqueada e Rio das Pedras, apresentam aumento nas solicitações, evidenciando a vocação como cidades dormitório (Alves; Braga, 2017).

Segundo Alves e D'Antona (2023), o aumento das manchas urbanas municipais na RMP também foi temporalmente heterogêneo. Na década de 1990, houve um crescimento expressivo, seguido por uma redução significativa na taxa de crescimento na década de 2000. Já na década de 2010, alguns municípios voltaram a apresentar aumento na taxa de crescimento, enquanto em outros as taxas diminuíram ainda mais. Além disso, a dispersão e a fragmentação urbanas também representam desafios significativos para o planejamento regional integrado na região e exigem a formulação e implementação de políticas públicas eficazes, bem como a coordenação entre os municípios e demais atores envolvidos (Alves; Braga, 2017).

Dessa forma, o Conselho de Desenvolvimento, com participação da sociedade civil, assume papel central na deliberação de assuntos estratégicos, como a aprovação do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI). Sua atuação se estende à especificação de funções públicas de interesse comum, à definição de objetivos regionais e ao exame crítico de projetos públicos ou privados com impacto regional.

3 MOBILIDADE

De acordo com as respostas oferecidas pelos especialistas (conforme será conhecido durante a apresentação de parte dos resultados), optou-se por explorar, também, dentro do mesmo artigo, os desafios específicos sobre a mobilidade urbana e interurbana vivenciados pela RMP, agregando uma segunda parte à metodologia, devido ao fato de que 16 entre 20 especialistas citaram ser a mobilidade intrarregional uma importante questão da RMP.

Sobre a mobilidade, entendida como o conjunto de modos, redes e infraestruturas para deslocamento, destaca-se a imperatividade de integrar o planejamento de transporte ao uso do solo, à melhoria do transporte público, ao estímulo do transporte não motorizado e ao uso racional do automóvel. A mobilidade urbana, enquanto alicerce para o desenvolvimento, necessita de políticas que garantam dinamismo e qualidade de vida (Vasconcelos, 2001).

De tal modo, a mobilidade regional atinge protagonismo nas regiões metropolitanas, exercendo influência sobre migrações, distribuição populacional e, por conseguinte, no desenvolvimento econômico. Tendências identificadas abrangem o aumento dos movimentos migratórios intra-regionais e a consolidação da migração intrametropolitana, conforme destacado por Baeninger Grego (2022). No contexto paulista, a Empresa Metropolitana de Transporte Público (EMTU) assume a responsabilidade pelas linhas de ônibus em RM, incluindo a RMP, contribuindo para a integração do sistema de transporte público coletivo.

A caracterização do sistema rodoviário na RMP revela-se como um dos mais eficientes do país, composto por 18 rodovias estaduais, como a Anhanguera e a Washington Luís. Elas estabelecem conexões entre municípios, unidades regionais, aeroportos e o Porto de Santos, destacando-se pela eficácia na interconexão entre áreas urbanas e rurais. Os distritos industriais, estrategicamente posicionados ao longo dos eixos rodoviários, otimizam o escoamento da produção, evidenciado nas regiões de Araras, Leme, Cordeirópolis, Rio Claro e Santa Gertrudes. O modelo rodoviarista impulsionou o crescimento regional, concentrando atividades nos municípios maiores e segregando os menores para fins residenciais, conforme delineado no Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (São Paulo, 2022).

Os movimentos pendulares intermunicipais e intrarregionais, com base nos Censos de 2010 e 2022 (IBGE, 2022; 2010), destacam Piracicaba, Limeira e Rio Claro como centros polarizadores na região. Tais municípios concentram movimentos pendulares importantes e exercem influência econômica, indicando uma dinâmica funcional com municípios vizinhos. Há uma tendência de Piracicaba atrair fluxos pendulares para trabalho e estudo, enquanto cidades como São Pedro, Charqueada, Saltinho e Rio das Pedras assumem função dormitório. Além disso, municípios como Limeira estabelecem vínculos fortes com seus vizinhos, como Cordeirópolis e Iracemápolis. Essas relações refletem a complexidade das interações econômicas e sociais na RMP. O estudo ressalta a necessidade de considerar a oferta de transporte coletivo e realizar uma análise mais aprofundada da integração entre os modos de transporte, levando em conta as demandas específicas de cada município (São Paulo, 2022).

4 MÉTODOS

Este estudo empregou uma abordagem qualitativa, alinhada ao paradigma interpretativo da pesquisa social. Utilizando a estrutura metodológica proposta por Yin (2015) para estudos de caso único, o foco foi nos desafios urbanos enfrentados pelos 24 municípios da Região Metropolitana de Piracicaba (RMP). A coleta de dados foi realizada por um único pesquisador, que enviou questionários anônimos a especialistas previamente identificados no campo de pesquisa relacionado à RMP. Os questionários foram distribuídos por meio eletrônico, garantindo respostas espontâneas e evitando influências externas. As perguntas foram elaboradas para abranger áreas-chave, como crescimento urbano, mobilidade, preservação ambiental, desenvolvimento econômico e infraestrutura, visando compreender elementos comuns e dissonantes dos desafios enfrentados pelos municípios. A revisão bibliográfica abordou teorias fundamentais, incluindo o histórico da urbanização no Brasil, formação de regiões metropolitanas, desenvolvimento de cidades médias, caracterização da RMP e dinâmicas de mobilidade regional. Essa etapa proporcionou uma base teórica sólida para a pesquisa.

4.1 Coleta sobre o panorama geral sobre os municípios e seus principais desafios

Seleção de Especialistas: Foram identificados especialistas e profissionais com experiência em questões urbanas, planejamento regional, desenvolvimento econômico e áreas afins. A seleção buscou abranger diferentes perspectivas e áreas de expertise. **Elaboração do Questionário**: Foi desenvolvido um questionário estruturado abordando temas como crescimento urbano, mobilidade, preservação ambiental, desenvolvimento econômico e outros desafios específicos à RMP. **Envio dos Questionários**: Os questionários foram enviados por e-mail aos especialistas, garantindo anonimato e incentivando respostas francas e objetivas. Os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e sua importância para compreender os desafios urbanos na região. **Análise de Respostas**: O pesquisador coletou e analisou as respostas dos especialistas, identificando padrões, tendências e discrepâncias nas percepções sobre os desafios urbanos enfrentados pela RMP.

4.2 Coleta sobre a mobilidade urbana e interurbana nos municípios da RM de Piracicaba

Obtenção de Dados: Utilizando fontes públicas, relatórios, boletins técnicos e ferramentas como Google Earth Pro e Google Maps, os dados foram coletados para análise. Essa abordagem diversificada permitiu uma compreensão abrangente do sistema rodoviário na RMP. **Análise e Interpretação dos Dados**: Os dados foram analisados e tratados, resultando em quadros comparativos. Essa análise visou identificar desafios e oportunidades na mobilidade do sistema rodoviário da RMP. **Matriz SWOT Adaptada**: Todas as informações foram aplicadas em uma matriz SWOT (Porter, 1988) adaptada, ferramenta que, embora concebida inicialmente para o planejamento empresarial, mostrou-se versátil e eficaz. A análise SWOT foi estruturada para avaliar fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças) relacionados à mobilidade regional na RMP.

5 RESULTADOS

A intricada tapeçaria dos 24 municípios que compõem a Região Metropolitana de Piracicaba (RMP) reflete uma diversidade única de atividades econômicas, culturais e ambientais, cada qual contribuindo para a vitalidade e riqueza da região. A seguir, oferecem-se descrições ampliadas e atualizadas dos desafios e estratégias enfrentados (Quadro 1).

5.1 Municípios da Região Metropolitana de Piracicaba e seus principais desafios

1) Crescimento Desordenado: A maioria dos especialistas apontou o crescimento populacional desordenado como um desafio significativo, impactando a infraestrutura e serviços urbanos. **2) Mobilidade**: A questão da mobilidade, especialmente o transporte público e congestionamentos, foi consistentemente mencionada como um desafio premente. **3) Desafios Específicos por Município**: Preservação Ambiental em Áreas Sensíveis: Especialistas destacaram a importância da preservação ambiental em municípios como Corumbataí e Águas de São Pedro, ressaltando a necessidade de políticas específicas. **4) Diversificação Econômica**: Alguns especialistas enfatizaram a urgência de estratégias para a diversificação econômica em municípios como Capivari e Leme. **5) Dissonâncias nas Percepções**: Houve algumas dissonâncias nas percepções, especialmente em relação à priorização de determinados desafios. Isso reflete a diversidade de opiniões entre os especialistas consultados. **6) Sugestões de Melhoria**: Especialistas ofereceram sugestões para abordar os desafios, incluindo a necessidade de maior integração entre os municípios, investimentos em transporte público e a implementação de políticas ambientais mais robustas.

Quadro 1 Municípios da RM de Piracicaba, seus principais desafios e estratégias

	Desafio principal	Estratégia adotada
Águas de São Pedro	Equilibrar o desenvolvimento turístico com a preservação ambiental	Investir em infraestrutura turística ecológica e práticas sustentáveis
Analândia	Conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental	Planejamento urbano sustentável e diversificação econômica
Araras	Diversificar a economia historicamente dependente de setores específicos.	Desenvolvimento de oportunidades em diversos segmentos econômicos
Capivari	Investir em infraestrutura e mobilidade frente ao crescimento populacional	Melhoria desses aspectos para fortalecer o desenvolvimento sustentável
Charqueada	Melhorar o acesso à educação e serviços de saúde.	Investimento prioritário em educação e saúde para o desenvolvimento social
Conchal	Fortalecer a base educacional e criar empregos	Investir em iniciativas educacionais e oportunidades de trabalho
Cordeirópolis	Crescimento urbano ordenado	Harmonizar desenvolvimento urbano e preservação ambiental
Corumbataí	Preservação ambiental dada a pequena dimensão do município	Estratégias eficazes para proteger recursos naturais locais
Elias Fausto	Estimular o desenvolvimento industrial com práticas sustentáveis	Foco na criação de uma base industrial sólida com equilíbrio sustentável
Ipeúna	Melhorar a infraestrutura rural para apoiar atividades agrícolas	Investir em infraestrutura para fortalecer a economia local
Iracemápolis	Atrair empresas para promover investimentos	Incentivos e infraestrutura para criar ambiente favorável aos negócios
Leme	Desenvolvimento industrial e comercial para reduzir dependência setorial	Fomentar novas indústrias e comércios para maior resiliência
Limeira	Gestão urbana e redução de desigualdades sociais	Políticas urbanas inclusivas para melhorar qualidade de vida
Mombuca	Práticas de preservação ambiental e agricultura sustentável	Equilibrar crescimento com conservação e promover coexistência harmoniosa
Piracicaba	Infraestrutura urbana e trânsito	Investimentos significativos para um ambiente urbano eficiente
Pirassununga	Reduzir dependência setorial e promover diversificação econômica	Criar ambiente propício a diferentes setores para crescimento equilibrado
Rafard	Desenvolvimento social com foco em acesso à educação e serviços básicos	Melhoria nessas áreas para promover comunidade inclusiva
Rio Claro	Estimular desenvolvimento tecnológico e educacional	Investir em educação e tecnologia para crescimento sustentável

Rio das Pedras	Investir em infraestrutura urbana para acomodar crescimento populacional	Equilibrar crescimento com infraestrutura necessária
Saltinho	Desenvolvimento rural	Fortalecer áreas rurais com iniciativas sustentáveis
Santa Cruz da Conceição	Crescimento econômico e preservação ambiental, com práticas sustentáveis	Gestão responsável dos recursos naturais é crucial para garantir a qualidade de vida
Santa Gertrudes	Consolidar e expandir desenvolvimento industrial	Fortalecimento da posição industrial para criar oportunidades de emprego
Santa Maria da Serra	Práticas agrícolas sustentáveis e preservação ambiental	Equilíbrio entre crescimento e conservação para desenvolvimento harmonioso
São Pedro	Desenvolvimento do turismo e práticas sustentáveis	Capitalizar atratividade turística e adotar práticas inovadoras

5.2 Principais Políticas Públicas e Iniciativas de Planejamento Urbano na Região Metropolitana de Piracicaba

As políticas públicas implementadas pelos municípios da Região Metropolitana de Piracicaba para lidar com os desafios urbanos incluem uma série de estratégias abrangentes, refletindo o comprometimento coletivo com o desenvolvimento sustentável e inclusivo (Quadro 2).

Quadro 2 Principais Políticas e Resultados Parciais

Políticas implementadas	Importância	Resultados Parciais
Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI)	Este instrumento de planejamento e gestão do território visa articular o desenvolvimento territorial e a urbanização inclusiva, melhorando a mobilidade, o saneamento básico, a habitação e o desenvolvimento econômico	A implementação de políticas públicas, como o PDUI, contribuiu para a melhoria da conexão entre os municípios, promovendo a integração dos serviços de transporte
Governança Metropolitana	A construção de novas governanças metropolitanas, envolvendo o poder público e a sociedade civil, é um desafio enfrentado pela região metropolitana de Piracicaba	Ainda não há resultados concretos da aplicação da governança metropolitana na região. Entretanto, a criação da RMP é um passo importante para a promoção de um planejamento territorial integrado e sustentável na região
Políticas de Saneamento Básico	Fundamentais para garantir a qualidade de vida e a saúde dos habitantes, as políticas de saneamento básico buscam melhorar a distribuição e a qualidade dos serviços	Melhoria do saneamento básico: Resultados positivos, como o aumento da qualidade e disponibilidade de serviços de saneamento, foram observados devido às políticas públicas voltadas para essa área
Políticas de Habitação	Buscando a acessibilidade e a qualidade das moradias para todos, as políticas de habitação promovem a inclusão social e a redução da falta de moradia, da segregação socioespacial	A promoção de políticas de habitação gerou resultados significativos, como a redução da falta de moradia e a inclusão social. Além disso, as políticas públicas de habitação e saneamento básico contribuíram para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes da região
Políticas de Mobilidade	Visando melhorar a conexão entre os municípios, as políticas de mobilidade promovem a integração e a descentralização dos serviços de transporte	É importante que as políticas de mobilidade e transporte alinhem-se às estratégias de planejamento territorial integrado e sustentável, visando a promoção de um transporte eficiente, acessível e de qualidade, a redução da dependência do transporte individual e a mitigação dos impactos negativos na mobilidade urbana.

Políticas de Desenvolvimento Sustentável	A incorporação da Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Brasil, 2016) nas legislações e planos busca uma gestão mais sustentável do território	O tema está relacionado a alguns ODS: ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, que visa tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Verifica-se importantes questões ambientais, como a ocupação de áreas de fragilidade ambiental, o que pode estar relacionado ao ODS 15 - Vida Terrestre.
Parcerias Intergovernamentais	Essenciais para enfrentar os desafios urbanos de forma eficaz, as parcerias intergovernamentais promovem a cooperação e a troca de experiências	A cooperação intergovernamental tem gerado resultados positivos, fortalecendo a gestão. Ainda não há grandes avanços efetivos nesta área.

É vital destacar que a avaliação dos resultados das políticas públicas requer uma análise mais aprofundada, envolvendo novos dados oficiais, relatórios governamentais e impactos.

Quadro 3 Formas de Cooperação entre Municípios da RMP

Planejamento Regional Integrado (PRI)	Articular desenvolvimento territorial e urbanização inclusiva, abordando mobilidade, saneamento, habitação e desenvolvimento econômico
Governança Metropolitana	Enfrentar desafios e auxiliar cooperação do poder público e sociedade civil
Parcerias Intergovernamentais	Estabelecimento de acordos para compartilhamento de recursos, conhecimentos e práticas em temas como saneamento, habitação e mobilidade
Incentivos à Inovação	Práticas sustentáveis e eficientes por meio de estímulo à inovação
Diálogo e Conselhos Intermunicipais	Participação em diálogos para elaboração de políticas públicas e estratégias

Quadro 4 Iniciativas de Planejamento Urbano em Andamento

Iniciativa	Propósito
Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI)	Oferece elementos para articulação do desenvolvimento territorial e da urbanização inclusiva
Câmaras Técnicas Específicas	Abordam áreas como Planejamento Integrado, Gestão Territorial, Gestão Ambiental e Saneamento, e Transporte/Logística/Mobilidade
Zoneamento Urbano e Loteamentos Recentes	Avaliação do impacto do zoneamento urbano em novos loteamentos para compreender seu papel no desenvolvimento urbano

A complexidade da relação Estado-Sociedade e a construção de novas governanças metropolitanas indicam a importância de uma avaliação abrangente e participativa dos resultados das políticas implementadas (Quadro 3). Os municípios da RMP continuam a trabalhar em conjunto, utilizando diversas formas de cooperação, como o Planejamento Regional Integrado (PRI), a Governança Metropolitana, Parcerias Intergovernamentais, Incentivos à Inovação e Diálogo em Conselhos Intermunicipais, para abordar de maneira eficaz os desafios urbanos e promover o desenvolvimento sustentável e inclusivo na região. Essas iniciativas refletem o comprometimento da região em promover um planejamento urbano integrado e sustentável, considerando aspectos como mobilidade, gestão territorial, meio ambiente e desenvolvimento econômico. A câmara de Gestão Territorial desempenha um papel crucial nesse contexto, colaborando com outras câmaras técnicas e instituições para enfrentar os desafios urbanos e promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo na região (Quadro 4).

5.3 Aplicação do Método à Mobilidade

Google Earth Pro: Para visualizar e analisar os municípios da RMP, utilizando os arquivos do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI). Os limites municipais e a expansão

das manchas urbanas foram demarcados, e a camada "Rodovias" destacou o sistema rodoviário, incluindo rodovias estaduais, vias de acesso e estradas municipais. Essa análise quantitativa envolveu a contagem de rodovias estaduais em cada município para permitir comparações. **Google Maps:** Para analisar as distâncias entre municípios e o sistema rodoviário, contando estradas municipais, vias de acesso e rodovias estaduais necessárias para chegar a Piracicaba, Limeira e Rio Claro a partir de cada município. Foram realizadas 69 simulações de rotas em uma manhã de quarta-feira, 02/08/2023. E, para avaliar a mobilidade de ônibus entre os municípios, foram pesquisadas linhas intermunicipais nos sites das prefeituras e no site Quero Passagem. A análise quantitativa abrangeu todas as combinações possíveis, totalizando 552 simulações de viagens em uma sexta-feira, 23/06/2023. Este método proporcionou uma visão abrangente das opções de transporte de ônibus privados na RMP.

5.4 Análise e Discussão

Aprofundando ainda mais na análise e discussão dos resultados obtidos na pesquisa sobre a Região Metropolitana de Piracicaba (RMP), é possível destacar nuances e implicações mais amplas relacionadas à dinâmica socioeconômica, planejamento urbano e desafios futuros.

Dinâmica Socioeconômica: A distribuição espacial das manchas urbanas na RMP revela não apenas o crescimento urbano, mas também a interconexão entre os municípios, refletindo a integração econômica e social da RMP. A conurbação Rafard-Capivari sugere uma colaboração efetiva na qual as fronteiras municipais podem ser permeáveis quando se trata de desenvolvimento. Da mesma forma, a presença de indústrias e o crescimento urbano ao longo das rodovias indicam influência do setor industrial no ambiente urbano. Esse fenômeno, embora estimule o desenvolvimento econômico, também traz consigo desafios como o aumento do tráfego rodoviário e a necessidade de gestão eficaz dos impactos ambientais.

Infraestrutura Rodoviária: A concentração de rodovias na área central da RMP é um reflexo da importância estratégica dessa região. A conectividade eficiente é vital para o transporte de mercadorias e a mobilidade da população. A presença de Cordeirópolis como um ponto central de distribuição destaca a sua relevância no cenário logístico regional.

Transporte Coletivo e Movimentos Pendulares: O sistema de transporte coletivo, evidenciado pelas viagens diárias de ônibus, desempenha um papel vital na conectividade intrarregional. Piracicaba, Limeira e Rio Claro se destacam como principais centros de conexão e reforça a concentração de atividades urbanas e econômicas nessas áreas. Os movimentos pendulares lançam luz sobre a dinâmica socioeconômica da RMP. A dependência desses municípios como destinos principais indica a oferta de empregos e instituições educacionais nessas áreas, mas impõe desafios relacionados ao deslocamento diário e à infraestrutura de transporte. Os municípios com as maiores taxas de origem dos movimentos pendulares são Rafard, com 29% da PIA (população em idade ativa, ou seja, acima de 10 anos), Charqueada e Saltinho, com 23%, e Santa Gertrudes, com 18%. Portanto, parte da população desses municípios se desloca diariamente para outros com o intuito de trabalhar ou estudar.

Mobilidade: A análise comparativa da mobilidade de destino entre Piracicaba, Limeira e Rio Claro revela diferenças significativas. Enquanto Limeira apresenta menor número médio de rodovias percorridas, Rio Claro registra menores médias na duração das viagens e na distância percorrida. Essas disparidades apontam para características específicas de cada município, de planejamento urbano, distribuição de serviços, ou infraestrutura de transporte.

Sendo assim, a análise mais abrangente dos resultados destaca a complexidade e a interconexão dos elementos que compõem a RMP. A compreensão desses fatores é fundamental para orientar políticas públicas, investimentos e iniciativas que promovam um desenvolvimento sustentável e melhorem a qualidade de vida dos residentes. O engajamento de diversos setores, incluindo governo, setor privado e comunidade, é indispensável para enfrentar os desafios e explorar as oportunidades dessa região em constante evolução.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avançar nos estudos das RMs, especificamente na análise da RMP, algumas considerações finais são destacadas. A pesquisa evidenciou a complexidade dos desafios enfrentados pelos municípios, como crescimento populacional, mobilidade urbana, preservação ambiental e diversificação econômica, questões intrincadas e inter-relacionadas.

A abordagem integrada é essencial para enfrentar esses desafios, especialmente por meio de políticas regionais, parcerias intergovernamentais e cooperação, devido aos problemas comuns à RMP. Da mesma maneira, cada município apresenta questões específicas, demandando estratégias também adequadas às suas realidades locais. A diversidade nas estratégias adotadas, como investimentos em infraestrutura, desenvolvimento sustentável e fortalecimento setorial, reflete a necessidade de abordagens personalizadas.

A mobilidade urbana é um fator crítico na região, demandando investimentos em infraestrutura viária, integração do planejamento de transporte ao uso do solo e estímulo ao transporte público e não motorizado. O desenvolvimento sustentável, com preservação ambiental e práticas agrícolas e industriais sustentáveis, destaca-se como uma oportunidade para equilibrar crescimento e conservação dos recursos naturais. A diversidade de opiniões entre especialistas sobre a priorização dos desafios ressalta a importância de uma abordagem inclusiva e participativa na tomada de decisões.

As políticas públicas e estratégias adotadas refletem um comprometimento com o desenvolvimento sustentável, mas a eficácia dessas medidas requer avaliação contínua, envolvendo dados oficiais, relatórios governamentais e feedbacks da comunidade. Essas políticas não podem depender apenas de planos e projetos que demandam excessivos tempo e recursos, frequentemente finalizados apenas em documentos e discursos.

A análise da RMP evidencia uma distribuição espacial das manchas urbanas, destacando as áreas consolidadas de conurbação entre Rafard e Capivari. O crescimento urbano em muitos municípios foi orientado ao longo das rodovias, influenciado pelo desenvolvimento industrial e pela necessidade de facilitar o deslocamento de pessoas e mercadorias.

Quanto ao sistema rodoviário regional, observa-se uma boa distribuição de rodovias estaduais, com concentração na área central da RMP, especialmente nos municípios de Piracicaba, Cordeirópolis, Limeira e Rio Claro. Cordeirópolis destaca-se como importante polo de distribuição de mercadorias devido à sua localização estratégica e à presença das rodovias Washington Luís, Anhanguera e Bandeirantes. As análises das viagens diárias de ônibus revelam uma rede de transporte coletivo entre os municípios, com Piracicaba, Limeira e Rio Claro sendo os principais centros de conexão. Piracicaba possui uma ampla oferta de viagens na RMP, enquanto Limeira se destaca pelo maior número total de viagens.

Os movimentos pendulares destacam Piracicaba, Limeira e Rio Claro como os principais centros receptores. A análise das porcentagens de origem e destino desses movimentos revela padrões distintos entre os municípios, indicando diferentes dinâmicas econômicas e educacionais. Em termos de mobilidade, a comparação das médias das rotas para as três cidades mostra que Limeira apresenta o menor número médio de rodovias percorridas, enquanto Rio Claro registra as menores médias na duração das viagens e na distância percorrida. Por outro lado, Piracicaba registra as maiores médias nos três aspectos analisados.

Portanto, a análise integrada dos resultados permite compreender a complexidade da Região Metropolitana de Piracicaba, destacando suas características urbanas, infraestrutura rodoviária, padrões de mobilidade e movimentos pendulares. Essas informações são fundamentais para o planejamento regional, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida na região.

7 REFERÊNCIAS

Alves, J. D. G.; Braga, R. (2017) Zoneamento urbano e loteamentos recentes na cidade de Piracicaba. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 15(0), 17-33.

Alves, J. D. G.; D'Antona, A. (2023) Dispersão e Fragmentação Urbana na Região Metropolitana de Piracicaba (RMP): desafios para uma planificação regional integrada. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Ordenamento do Espaço**, Rio Claro. IV CBOE, 1098-1110 maio/junho 2023.

Baeninger Grego, R.B. (2022) Relação Estado-Sociedade na conformação da Região Metropolitana de Piracicaba: elementos para o debate. **Anais do XIII Seminário do LEG: O Papel do Estado Frente às Desigualdades Sociais**. Limeira: UNICAMP.

Batista, V. M. C. A. (2014) **Metrópole e política**: São Paulo 1964-1967. FAPESP.

Brasil. (2016) Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio)**. Ministério das Relações Exteriores, Brasília, DF.

CEM Centro de Estudos da Metrópole (Cepid/Fapesp). (2021). **CEM mapeia as 82 regiões metropolitanas do Brasil.**

Clementino, M. L. M.; Almeida, L. S. B. (2021) **Governança de regiões metropolitanas: contribuições à luz do Estatuto da Metrópole**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles.

Costa, M. A.; Tsukumo, I. T. L. (2013). **40 anos de Regiões Metropolitanas no Brasil**. Brasília: Ipea.

Davidovich, F. (2004). **Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito**. São Paulo: Editora. Fundação Perseu Abramo; Rio de Janeiro: FASE.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022) **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021) **Regiões Metropolitanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento – 2021**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

Lencioni, S. (2013). Metropolização do espaço: processos e dinâmicas. In: Ferreira, A.; Rua, J.; Marafon, G. J.; Silva, A. C. P. da. (org.). **Metropolização do espaço: gestão territorial e relações urbano-rurais**. Rio de Janeiro: Consequência, 17-34.

Maricato, E. (2011) A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. **São Paulo em Perspectiva**, 25(3). 71-82.

Magalhães, F. (2010) **Regiões metropolitanas no Brasil: Um paradoxo de desafios e oportunidades.** Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington, D.C.

Moura, R. (2014). Questões sobre a formação de regiões metropolitanas. In: Dias, P.; Lopes, D. M. F. (Org.). **Cidades médias e pequenas: desafios e possibilidades do planejamento e gestão.** Salvador: SEI, 39-58.

Porter, M. E. **On Competition**. Harvard Business School Press, 1998.

São Paulo, Estado (2022). Panorama Regional: Região Metropolitana de Piracicaba - P5. Secretaria de Desenvolvimento Regional de São Paulo: **Cadernos FIPE**, julho de 2022.

_____ (2021). Lei Complementar nº 1.360, de 22 de junho de 2021. Institui a Região Metropolitana de Piracicaba e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP.

Rolnik, R., Pereira, A. L. dos S., Moreira, F. A., Royer, L. de O., Iacovini, R. F. G., Nisida, V. C. (2015). O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole**, 17(33), 127–154.

Silva, C. M. (2016) **Planejamento Urbano no Brasil: da Era Vargas à Nova República**. Editora UNESP.

Sposito, M. E. B. (1988) **Capitalismo e Urbanização no Brasil**. Contexto.

Vasconcelos, E. A. (2001). **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume.

Yin, R. K. (2015) **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.

O INTERESSE PÚBLICO NO PLANEJAMENTO URBANO: AMEAÇAS PERCEBIDAS A PARTIR DA TRANSFORMAÇÃO MORFOLÓGICA URBANA DE CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE ENTRE 2006 E 2021

L. C. A. R. Alves e J. M. P. da Silva

RESUMO

O presente artigo problematiza as ações públicas, do planejamento e da gestão do uso do solo, quando contaminadas pelos interesses do mercado imobiliário. Toma-se como recortes territorial e temporal, as cidades de Cuiabá e Várzea Grande, Estado de Mato Grosso, Brasil, entre 2006 e 2021. Utiliza-se a morfologia urbana como ferramenta de leitura territorial, considerando a história da urbanização das cidades. A metodologia conta com a produção de cartografias temáticas e propõe categorias de análise para identificar os tipos edilícios, assim como as intervenções sobre o sistema viário. Investiga-se um recorte territorial que reflete as pressões sobre o solo urbano, observadas em ambas as cidades. Os resultados possibilitam reconhecer características do tecido urbano e destacam a atuação dos atores participantes no processo das dinâmicas urbanas e sociais. O estudo revela um padrão de urbanização que acaba por reforçar o processo de segregação socioespacial, congênere a outras cidades brasileiras.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo é parte da pesquisa de mestrado, que teve como foco a construção de um método de análise da paisagem que relaciona as resultantes espaciais da forma urbana com a atuação dos diferentes agentes produtores do solo urbano[1], ou seja, que observa condutas protagonizadas por certos grupos sociais para dar forma a cidade segundo seus interesses. Apresentam-se, no presente texto, os produtos desenvolvidos na pesquisa por meio de uma ferramenta importante no que diz respeito à leitura da forma urbana no decorrer do tempo, o processo de uso e ocupação do solo urbano, como também as ações de agentes sobre o suporte físico.

O recorte territorial estudado se insere no Estado de Mato Grosso, no Brasil e, toma como objeto de análise as áreas urbanas das cidades de Cuiabá e Várzea Grande, durante o intervalo de 2006 a 2021. A partir de uma revisão bibliográfica baseada principalmente, nos estudos de Azevedo (2006, 2015, 2021), o trabalho buscou a reflexão histórica sobre a

[1] Por agentes produtores do espaço urbano, Ramires (1998), nos afirma que "deve-se pensar que os agentes produtores do espaço urbano apropriam-se e consomem o espaço como se este fosse uma mercadoria, não para a sua satisfação pessoal, mas para realizar um desejo de lucro. Essa apropriação e consumo realizam-se de forma diferenciada, tendo em vista que os processos sociais, políticos, culturais e econômicos que comandam a estruturação/reestruturação do espaço urbano sempre se materializam de modo desigual." (Ramires, 1998, p. 99)

urbanização das cidades, seguido da compreensão do impacto de eventos importantes ocorridos no período estudado e dos reflexos de revisões dos instrumentos urbanísticos em Cuiabá e Várzea Grande, que alteraram a dinâmica urbana.

Os instrumentos urbanísticos de controle do solo urbano, preconizado pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257, de 10 de julho de 2001), não impediram o processo de expansão urbana, sendo este provocado por vetores estratégicos do território e pulverização gradual das ocupações nas bordas periféricas. Essa pressão sobre as áreas de expansão urbana resultou em dois contextos: um que se caracterizou como fruto das oportunidades de negócios de mercado em localizações com alto potencial de valorização e outro que se mostrou decorrente da implantação de bairros destinados à baixa renda. Nenhum desses contextos são novidades em Cuiabá e Várzea Grande ou em outras cidades brasileiras, tendo os conjuntos habitacionais, voltados a menores rendas, implantados em áreas periféricas desde a década de 1970.

O artigo tem como objetivo geral demonstrar o processo de transformação morfológica do território urbano, no contexto brasileiro, onde existe uma alta porcentagem de sua população vivendo em áreas urbanas – em 2022, as concentrações urbanas abrigavam 124,1 milhões de pessoas, 61% do total da população, segundo o IBGE. Além disso, constata-se que a localização de intervenções urbanas públicas em infraestrutura viária conivente com o favorecimento do ganho imobiliário, coadjuva com a especulação imobiliária.

Este contexto está intimamente conectado aos investimentos públicos e privados no entorno, o que pode favorecer a concessão de privilégios a determinados grupos sociais em detrimento de outros (Villaça, 2011). As ações públicas, que tratam do ordenamento do solo urbano, quando contaminadas pelos interesses do mercado imobiliário, asseguram a expansão das cidades, o parcelamento do solo na forma de loteamentos periféricos, as desapropriações e o direcionamento de investimentos públicos, além de outras características relativas ao planejamento e à gestão do uso do solo.

Ademais, acredita-se que o método proposto representa uma contribuição importante no que diz respeito à constatação de fenômenos locais identificados nas principais cidades contemporâneas do Brasil e à reconstituição de processos, de forma a melhor compreendê-los, permitindo assim intervir na gestão e no planejamento da ocupação territorial de nossas cidades.

A metodologia utiliza a morfologia urbana como ferramenta de leitura territorial para identificar as localizações que sofreram transformações edilícias e viárias no período estudado. A análise destas transformações morfológicas tem como objetivo auxiliar na compreensão da correlação entre a gestão pública, as oligarquias e o direcionamento de investimentos com a valorização do solo urbano e a formação de estoques de terrenos pelo mercado imobiliário.

O método de análise proposto emprega, como ferramentas, a confecção de cartografias temáticas por meio da comparação de imagens aéreas do *Google Earth* entre os anos de 2006 e 2021, propõe categorias de análise e adota um exame qualitativo realizado a partir do levantamento de dois objetos de análise: a) os diferentes tipos edilícios de ocupação do solo urbano; e b) a localização das intervenções sobre o sistema viário (vias novas, em obras, alargamentos etc.). A metodologia adota ainda a elaboração de uma análise quantitativa a

partir da leitura realizada com os valores aproximados de áreas em hectares (ha) e percentuais que representam cada uma das categorias de análise estabelecidas.

O estudo foi estruturado em três sessões: 1) esclarecer a concepção dos recortes territorial e temporal; 2) demonstrar o método de análise desenvolvido e aplicado na pesquisa; e 3) apresentar uma região de interesse de estudo e conclusões relativas ao controle do território urbano por meio da concentração de poder e manutenção de privilégios que beneficia atores ligados ao mercado imobiliário.

2 ESTUDO DE CASO: O ESPAÇO URBANO DE CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE

Toma-se como recorte territorial as cidades de Cuiabá e Várzea Grande. O encontro de seus limites territoriais e urbanos é definido pelo Rio Cuiabá, transposto por pontes que possibilitam os deslocamentos cotidianos entre os municípios. Essas cidades constituem a única região metropolitana no Estado de Mato Grosso, localizada na região Centro-Oeste do Brasil, juntamente com outras quatro cidades: Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio de Leverger, Acorizal e Chapada dos Guimarães, conforme destacados na Figura 1.

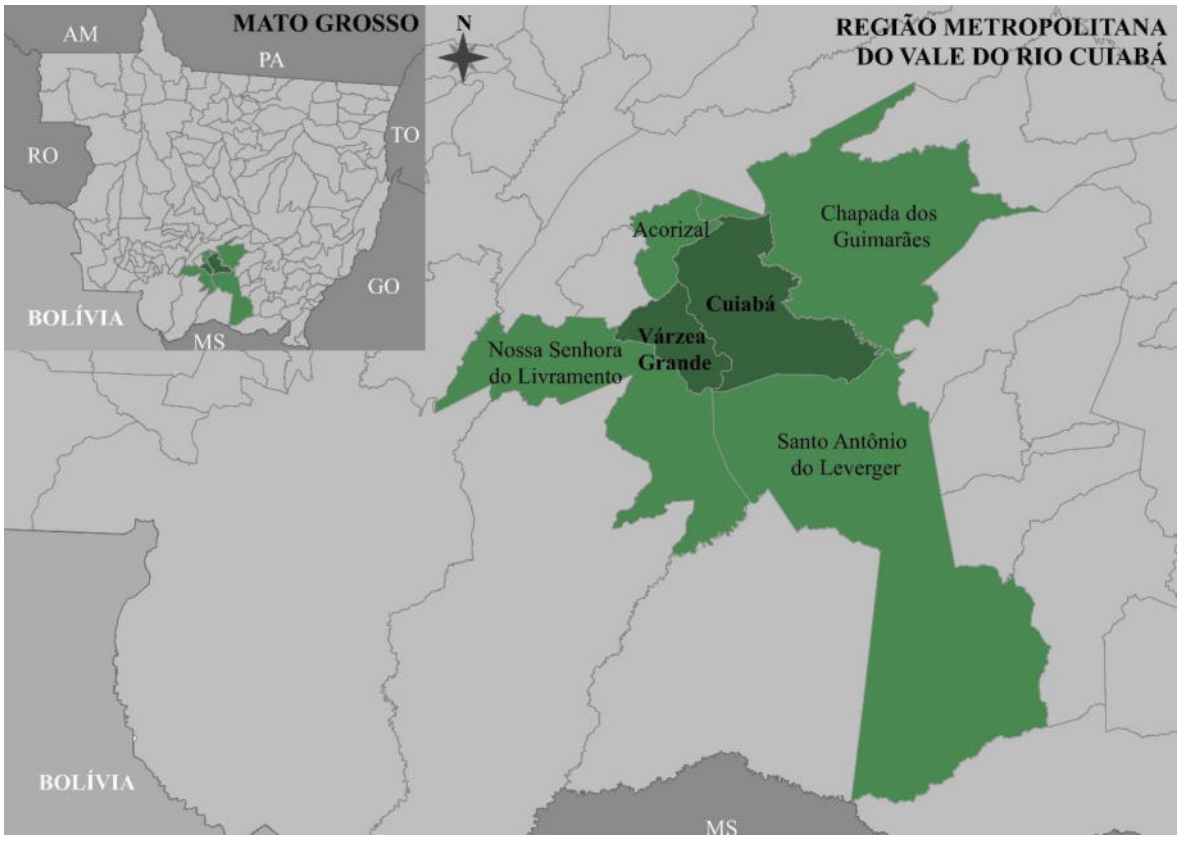


Fig. 1 Mapa do Estado de Mato Grosso e Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá. Fonte: Adaptado de IBGE (2014). Elaborado pelos autores, 2023.

Cuiabá e Várzea Grande localizam-se em um eixo rodoviário que é atravessado por duas das principais rodovias do interior do país, a BR-364 e a BR-163. Estas rodovias são importantes vias diagonal e longitudinal do Brasil, sendo amplamente utilizadas para o escoamento da produção das regiões Norte e Centro-Oeste. Essas cidades são consideradas como principais produtores ou fortemente envolvidas na atividade agroexportadora do Estado de Mato Grosso (IPEA, 2011).

Desde 1970, o espaço mato-grossense foi alvo de planos e programas federais que tinham como objetivo a abertura da fronteira econômica em Mato Grosso por meio da expansão do mercado e da modernização da produção agrícola voltada para a exportação. Nesse período, a infraestrutura rodoviária foi considerada uma prioridade, a fim de possibilitar o escoamento da produção e contribuir para direcionar o fluxo migratório para as áreas selecionadas (Azevedo, 2006, 2015). Durante a década de 1970 a 1980, a população do município de Cuiabá dobrou de tamanho, enquanto Várzea Grande quadruplicou sua população, intensificando o processo de urbanização.

Segundo Azevedo (2006), com o intuito de adequar Cuiabá às transformações que aconteciam no território mato-grossense, a capital, juntamente com Várzea Grande, passaram por intensas intervenções públicas. Essas intervenções se caracterizaram pela alta diversificação e especialização de serviços urbanos, bem como pela presença de altas e médias densidades de equipamentos e estabelecimentos socioeconômicos. No entanto, ao final dos anos 1990, observou-se como resultado desses programas um aumento da migração rural-urbana e do fluxo proveniente de outros estados brasileiros, favorecendo os grandes proprietários de terra e as monoculturas, o que acarretou em problemas socioambientais.

As inferências históricas apresentadas, embora se refiram de forma singular às cidades estudadas, cuja paisagem esconde processos arquitetados, são representativas de estratégias de projetos políticos, apropriação econômica e de crescimento populacional que configuram as complexidades de outras cidades no vasto território brasileiro.

2.1 Construção do recorte temporal

Esta pesquisa tem como recorte o período compreendido entre os anos 2006 e 2021. O início desse recorte se baseia na política econômica local, a qual estabelece um marco em relação ao crescimento urbano das cidades brasileiras. A democratização do acesso ao crédito imobiliário e financiamento habitacional a partir de 2004 e 2005, no contexto do projeto social-desenvolvimentista de crescimento econômico com inclusão social, se concretizou na implementação de novos mecanismos de provisão de crédito e alavancagem dos investimentos públicos e privados durante a gestão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva (2003 a 2011), marcando assim um ponto histórico significativo no país (Fix, 2011).

O intervalo entre 2006 e 2021 se justifica pela relevância das modificações ocorridas nos municípios: a promulgação e revisão de instrumentos urbanísticos com a finalidade de estabelecer políticas de gestão e planejamento das cidades, a expansão territorial urbana em consonância com os interesses do circuito imobiliário e fundiário, que demandam grandes extensões de terra para implantação de empreendimentos habitacionais. Além disso, os legados deixados pelos projetos de infraestrutura viária implementados para atender às exigências da FIFA e preparar as cidades para a Copa do Mundo de 2014, juntamente com o aumento populacional nos municípios entre 2010 e 2022[2], têm exercido pressão sobre o espaço urbano através de uma urbanização em constante crescimento nas cidades.

Compreender como essa dinâmica se desenrola sobre o território urbano das cidades demanda uma análise da presença ou ausência de políticas voltadas ao solo urbano, bem

[2] Entre 2010 e 2022, observa-se um incremento populacional nos municípios, a população de Cuiabá passou de 551 098 habitantes para 650 877 em 2022, enquanto em Várzea Grande infere-se um aumento de 47 482 habitantes, passando de 252 596 para 300 078 em 2022 (IBGE, 2022).

como a identificação dos diversos atores envolvidos. Para esse fim, torna-se essencial identificar as diferentes formas de ocupação do solo urbano e, em seguida, compreender o papel e a importância desses atores.

3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

O método adotado inicia com a análise qualitativa de imagens aéreas dos anos de 2006 e 2021, utilizando o recurso de visualização de imagens históricas disponível no *Google Earth*. Quadra por quadra, foram identificadas, por meio do desenho de polígonos, aquelas que exibem divergências na tipologia das edificações ou no parcelamento do solo urbano nos dois anos mencionados[3].

Cabe ressaltar que os polígonos delimitam tanto quadras completas como partes delas, além de conjuntos significativos de quadras que compartilham a mesma caracterização tipológica. Essas delimitações foram realizadas com base nas imagens de satélite disponíveis no *Google Earth*, permitindo a síntese do processo de transformação morfológica sem inferências quanto a categorias de usos, padrões de construção ou tipificação dos agentes.

As intervenções no sistema viário também foram identificadas e demarcadas. A compilação de dados e sistematização das áreas onde ocorreram as transformações morfológicas envolve a elaboração de tabelas no *Excel*, numerando as mudanças nas edificações e as intervenções no sistema viário, juntamente com o período em que ocorreram.

Para determinar as seguintes categorias de análise: a) adição: áreas parceladas com surgimento de vias e quadras urbanas, b) consolidação: áreas nas quais os vazios urbanos foram sendo ocupados consolidando a quadra urbana, e c) substituição: áreas onde houve a troca de um tipo morfológico por outro, como a substituição de sobradinhos por edifícios verticais ou de galpões por sobrados, foram adotadas a nomenclatura e os critérios de análise previamente desenvolvidos em pesquisas anteriores por Pegoraro e Macedo (2016)[4]. Essa abordagem é ilustrada no mapa representado pela Figura 2, juntamente com a Tabela 1.

[3] Método já demonstrado em outro artigo por Silva, J. M. P.; Silva, I. F.; Silva T. I.; Kuhl, C. G. (2021) O desafio de caracterizar as localizações das classes populares. Cartografias das transformações do Alto Tietê Cabeceiras SP entre 2006 e 2016, **ARQUITEXTOS (SÃO PAULO)** 22.

[4] Método baseado em Pegoraro, R. L. e Macedo, S. S. (2016) Transformação na forma urbana brasileira: estudo de dois centros urbanos, em **Anais do XI Colóquio QUAPA SEL –** Quadro do Paisagismo no Brasil, Salvador, BA, Brasil (UFBA, Bahia).

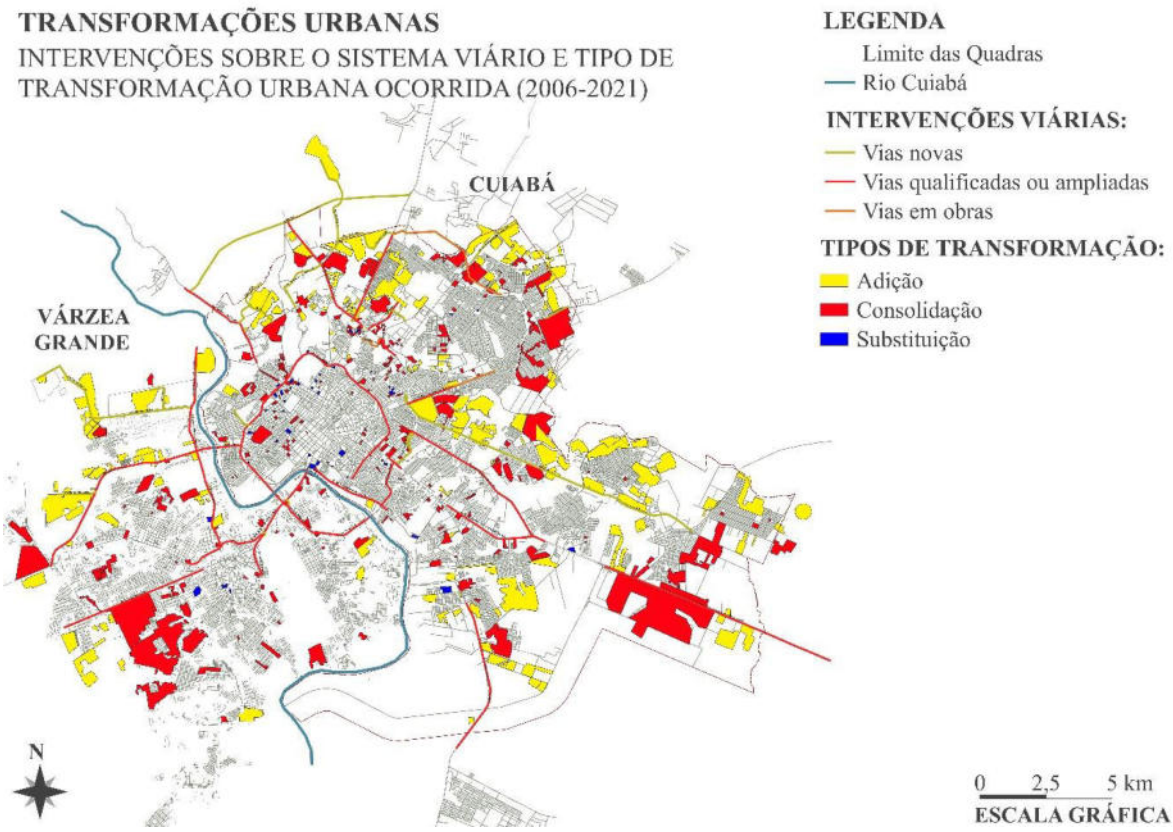


Fig. 2 Mapa intervenções sobre o sistema viário e tipos de transformações ocorridas entre 2006 e 2021. Elaborado pelos autores, 2023

Tabela 1 Cálculo de áreas dos tipos de transformações (2006-2021)

Tipo de Transformação	Área em hectares (ha)	Porcentagem
Adição	2.960,50	49,73%
Consolidação	2.927,54	49,18%
Substituição	65,22	1,10%
Área Total	**5.953,26**	**100,00%**

Para obter uma análise mais aprofundada das contradições relacionadas ao ordenamento do solo urbano, concentra-se nas categorias de análises adotadas que buscam caracterizar os diversos padrões de ocupação do solo urbano observados, tais como: espaços públicos abertos ou fechados, áreas ocupadas por autoconstrução, cortiços e favelas, tipologias edilícias horizontais ou verticais, propriedades muradas com acesso controlado ou não, espaços livres de edificação e edificações de grande porte[5]. Além disto, foram estabelecidas duas grandes escalas de análise: transformações na quadra, que ocorrem em áreas previamente parceladas no início do período estudado; e transformações em gleba, que ocorrem em áreas ainda não parceladas em 2006. Esse processo resultou no principal mapa da pesquisa, como ilustra a Figura 3**,** juntamente com a Tabela 2.

[5] Detalhamento e descrição das categorias de análise demonstradas na dissertação de mestrado por ALVES, L. C. A. R. (2023) **Transformações urbanas ocorridas em Cuiabá e Várzea Grande/MT: uma leitura morfológica visando a caracterização das resultantes espaciais no processo da ocupação do solo entre 2006 e 2021.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Brasil.

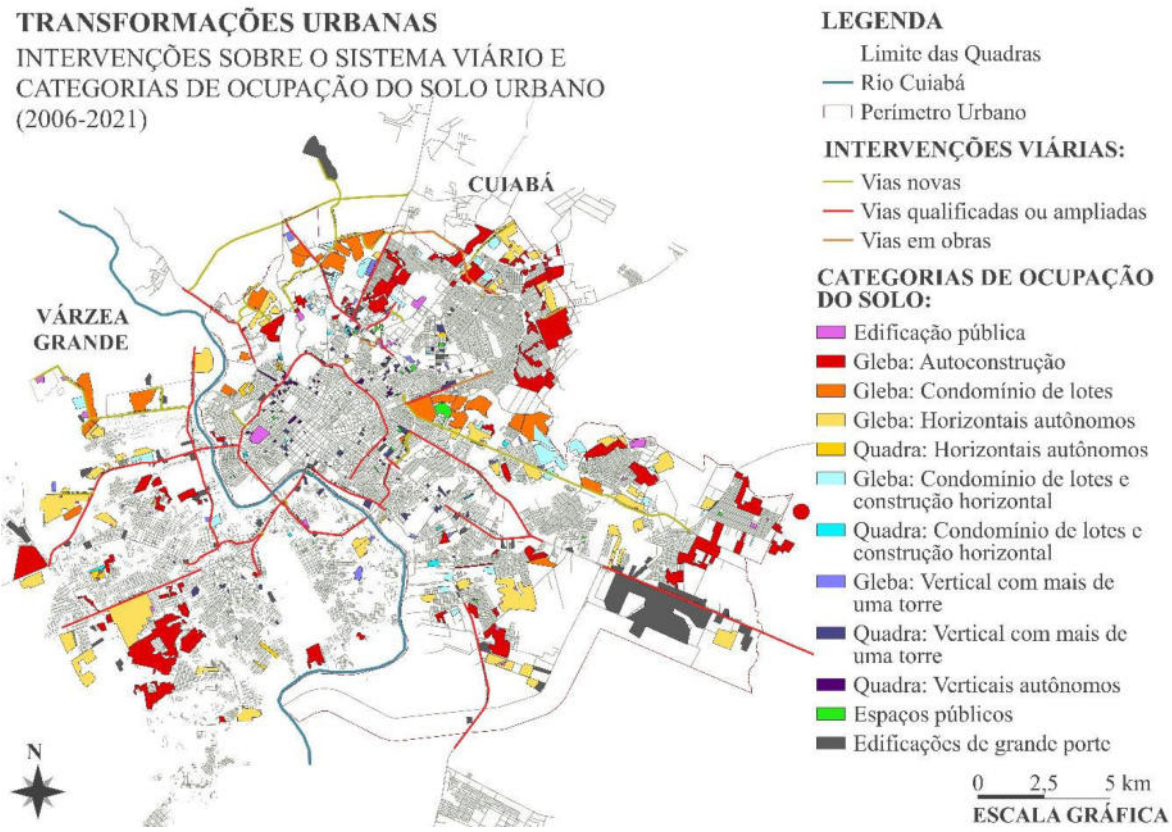


Fig. 3 Mapa intervenções sobre o sistema viário e caracterização das categorias de ocupação do solo urbano entre 2006 e 2021. Elaborado pelos autores, 2023.

Tabela 2 Cálculo de áreas das categorias de ocupação do solo urbano (2006-2021)

Categoria de Ocupação do Solo Urbano	Área em hectares (ha)	Porcentagem
Gleba: Autoconstrução	1.928,22	32,39%
Gleba: Horizontais autônomos	1.425,95	23,95%
Edificações de grande porte	973,51	16,35%
Gleba: Condomínio de lotes	757,89	12,73%
Gleba: Condomínio de lotes e construção horizontal	329,28	5,53%
Edificação pública	127,68	2,14%
Quadra: Vertical com mais de uma torre	121,42	2,04%
Gleba: Vertical com mais de uma torre	81,13	1,36%
Quadra: Horizontais autônomos	64,09	1,08%
Espaços públicos	58,68	0,99%
Quadra: Verticais autônomos	49,19	0,83%
Quadra: Condomínio de lotes e construção horizontal	36,21	0,61%
Área Total	**5.953,26**	**100,00%**

O estudo de caso possibilita aprofundar os conhecimentos sobre um contexto específico e estabelecer relações entre os elementos encontrados na literatura que aborda as interações entre o Poder Público e os grandes grupos econômicos nos processos de planejamento e gestão urbanos. As análises qualitativas e quantitativas permitem desenvolver conceitos e ideias sobre os padrões de ocupação ao mapear o contexto de investigação e coletar dados

sobre as transformações urbanas ocorridas nos municípios, onde se manifestam os diversos interesses na expansão da malha urbana.

Ao analisar as intervenções no sistema viário, foi possível observar um processo de dispersão urbana pelo território, caracterizar a busca por vantagens privadas e estabelecer conexões entre agentes estatais e privados dentro de uma lógica de favorecimento a grupos empresariais, especialmente em relação à valorização de terrenos próximos às intervenções viárias. Isso resultou no crescimento horizontal das cidades.

Vale salientar o que Reis (2006) afirma: no Brasil, a dispersão urbana, especialmente em formações mais recentes, é marcada pela atração de empresas industriais, comércios, serviços e residências de setores de altas e médias rendas para glebas distantes do tecido suburbano periférico. Além disso, destaca-se a distribuição de pontos urbanizados pelo território, em contraste com uma urbanização total.

Dessa forma, apesar de o estudo de caso possuir características específicas, busca-se compreender os novos arranjos ocupacionais, suas dinâmicas e extensões, que se assemelham à formação do território urbano de outras cidades brasileiras em contextos análogos.

Para este artigo, apoiando-se nas bases cartográficas do estudo anterior, foi viável identificar e delinear certos grupos de incorporadoras e construtoras envolvidos na expansão urbana nesse período, assim como as intervenções viárias realizadas convenientemente aos interesses dos agentes imobiliários. Por outro lado, nos locais com menor investimento público, é possível notar bairros destinados à baixa renda e ocupações irregulares.

4 RESULTADOS

4.1 A disputa na provisão de infraestrutura por meio da caracterização dos empreendimentos imobiliários circunvizinhos às intervenções sobre o sistema viário

A partir do levantamento e sistematização de dados sobre a ocupação do solo urbano nas cidades, são discutidas perspectivas sobre as diferentes apropriações das vantagens econômicas proporcionadas pela implementação de projetos relacionados à mobilidade urbana, que remodela áreas urbanas, promove o surgimento de um espraiamento urbano e é uma das principais infraestruturas produzidas pelo Estado que alteram a organização do espaço urbano (Azevedo e Fraporti, 2018).

Assim, a pesquisa parte do pressuposto de que, com o poder de investimento, quando o Estado atua como o principal ou único investidor e decide sobre os investimentos em infraestrutura e obras públicas, podem surgir influências de determinados setores, nos quais é comum observar a predominância dos interesses de grupos oligárquicos. Seguindo essa linha de raciocínio, nota-se que a requalificação ou implementação de novas vias também impacta os espaços ao seu redor, os quais passam a ter valores distintos conforme sua localização e interesse mercadológico.

A partir da análise do mapeamento das cidades, é possível observar padrões de ocupação que revelam a expansão territorial urbana acompanhados pela necessidade de construção de infraestrutura pela municipalidade para o assentamento residencial e o desenvolvimento dos principais eixos viários, valorizando novas áreas e novas centralidades. Compreende-se que

a identificação e a caracterização dos tipos de ocupação do solo são de suma importância para apreender a sua distribuição nas cidades e reconhecer ações relacionadas ao controle do território, que permitem a manutenção de privilégios de atores interessados no mercado ao terem acesso a informações privilegiadas.

Para o presente artigo, foi considerado como premissa investigar um recorte que destacasse o processo recente de urbanização, no qual os agentes privados cooptam o Estado para garantir a implantação de seus empreendimentos imobiliários nas áreas periféricas das cidades.

Assim, destaca-se uma região de interesse para estudo, que está passando por um processo de crescimento urbano impulsionado por interesses políticos e econômicos: a Rodovia Helder Cândia (MT-010) e a Avenida dos Florais e suas extensões, que estão em fase de expansão urbana e fazem parte da área de implantação do trecho Norte do Rodoanel, com grandes empreendimentos residenciais voltados para o estilo de vida da alta renda. O mapa ampliado, representado pela Figura 4 abaixo, recorta a área que mostra o entorno da Rodovia Helder Cândia (MT-010) e da Avenida dos Florais e suas extensões no ano atual, 2024.

A região dos Florais, em Cuiabá, é caracterizada principalmente pelo uso habitacional de médias e altas rendas, sendo estruturada pela implementação de eixos rodoviários que funcionam como elementos estruturadores e promovem a segmentação urbana. Nessa área, observa-se a necessidade de utilizar rodovias e suas interseções para o tráfego urbano, dado que a abertura de novas vias e a melhoria das existentes são imprescindíveis para atender à demanda local, incentivando o uso de veículos individuais.

Por meio das imagens de satélite, destaca-se a presença predominante de grandes empreendimentos residenciais destinados às altas rendas, principalmente condomínios de lotes e condomínios horizontais, conforme as categorias de análise apresentadas na Figura 3. A maioria desses empreendimentos pertence à categoria adição, como indicado no mapa com os tipos de transformação da Figura 2.

A alta lucratividade dos terrenos localizados nas bordas periféricas, onde os preços são significativamente mais baixos em comparação com as áreas centrais, nos alerta para o fato de que, assim como em outras áreas das cidades estudadas, poucos incorporadores imobiliários são responsáveis pela implementação de condomínios em lotes vizinhos ou muito próximos uns dos outros.

Essa dinâmica imobiliária entre os proprietários de terras e as incorporadoras, em colaboração com o Poder Público, para implementação de projetos em momentos economicamente oportunos, resulta na formação dos chamados bancos de terras. Essas áreas de reserva surgem quando grandes extensões de terras são adquiridas com a perspectiva de retornos futuros, seja pela incorporação de áreas rurais ao perímetro urbano ou pela extensão de infraestrutura viária, promovendo assim a chamada especulação imobiliária.

A área destacada como região de interesse é popularmente conhecida como região dos Florais devido ao conjunto de três condomínios desenvolvidos pela mesma empresa imobiliária, Ginco Urbanismo: Florais Cuiabá, Florais dos Lagos e Florais do Valle, conforme demonstrado na Figura 4.

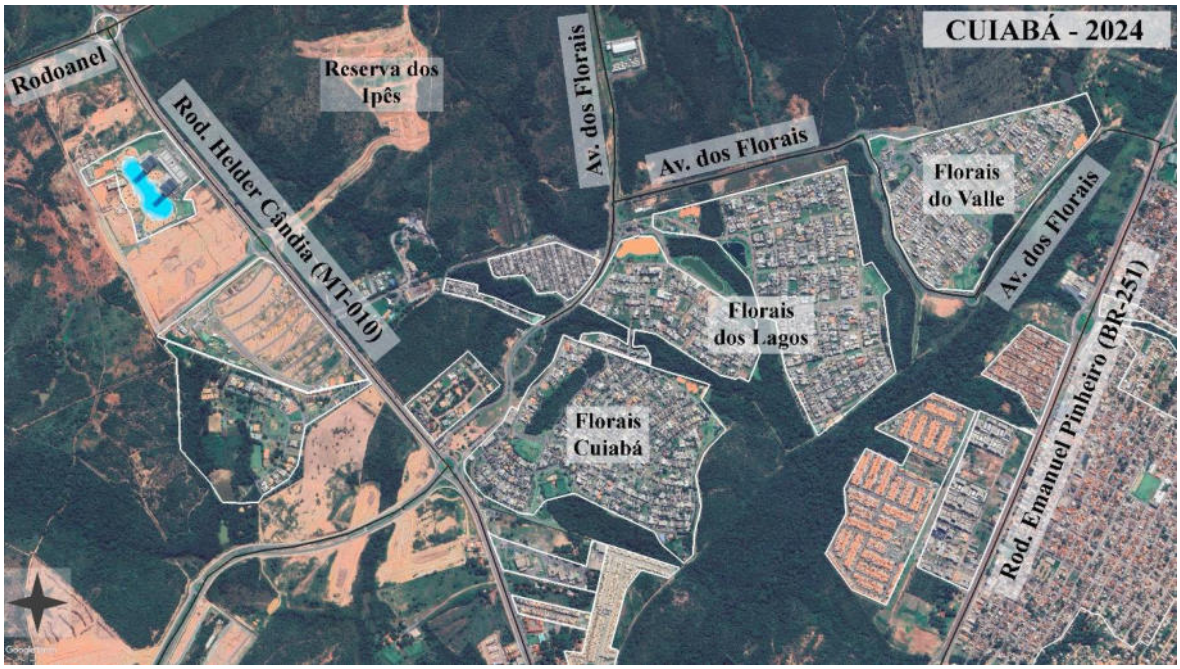


Fig. 4 Áreas de transformações urbanas em glebas demarcadas no entorno da região dos Florais entre 2006-2021. Elaborado pelos autores, 2024

Observa-se que a região dos Florais tem sido alvo de mais empreendimentos imobiliários entre 2021 e 2024. Além dos condomínios mencionados, é possível visualizarmos na Figura 4, entre a Rodovia Helder Cândia (MT-010) e a Avenida dos Florais, o condomínio de lotes Reserva dos Ipês, da empresa imobiliária GT Urbanismo, em fase de implantação. Ainda, a oeste da Rodovia Helder Cândia (MT-010) a construtora Ginco está implantando mais dois condomínios de lotes similares àqueles já mencionados, o Florais Pérola e o Florais Safira.

Com o intuito de fornecer uma análise quantitativa e atribuir valores relativos às impressões da ocupação do solo, foram elaboradas as Tabelas 1 e 2 demonstrando os valores aproximados de área em hectares (ha) e os percentuais que representam cada uma das categorias apresentadas nas Figuras 2 e 3.

Em relação ao recorte territorial selecionado, onde as mudanças são principalmente resultado do processo de adição, seguido de consolidação, nota-se que a região se apresenta como um reflexo do que ocorre em relação às transformações totais dos municípios. Isso porque essas categorias concentram a maior quantidade, representando juntas 98,90% do total de mudanças urbanas no período estudado.

No que se refere às categorias de análise de ocupação do solo urbano, apresentadas na Figura 3 e Tabela 2, igualmente a região dos Florais se destaca como reflexo da maior quantidade de áreas nas cidades que são influenciadas pela atuação do mercado em glebas. Isso porque a categoria Gleba: Condomínio de lotes aparece com um valor superior às demais áreas onde o interesse imobiliário atua nas cidades (12,73%), seguida da Gleba: Condomínio de lotes e construção horizontal com 5,53%, ocorrendo principalmente nas bordas do perímetro urbano.

A dinâmica territorial urbana descrita é um dos principais atributos das cidades estudadas, influenciando a expansão urbana por meio da estruturação do sistema viário como um

impulsionador do crescimento urbano. Como outro exemplo, podemos citar a região do entorno da Avenida Chapéu do Sol, em Várzea Grande, onde há um projeto de urbanização de um bairro planejado elaborado por uma empresa do ramo imobiliário. Esse projeto ainda não é visível nas imagens de satélite, porém ocupa uma área predominantemente rural através da implantação de condomínios de lotes e condomínios verticais destinados à alta renda. Vale ressaltar que a infraestrutura viária planejada para esse futuro bairro fortalece a conexão direta dessa região com a área central de Cuiabá, sem a necessidade de passar previamente pelo centro de Várzea Grande.

Por outro lado, nas franjas das cidades, em áreas desprovidas de infraestrutura e conectadas à malha urbana e às regiões centrais por vias estreitas de transporte, os bairros destinados à baixa renda são desenvolvidos em grandes conjuntos de quadras, categorizados como horizontais autônomos. Essa prática não é novidade, uma vez que desde o final da década de 1970, por meio de investimentos públicos, são construídas habitações populares em determinadas áreas urbanas.

Apoiado no mapeamento, observa-se a crescente concentração de núcleos de aglomerações periféricas e assentamentos urbanos precários identificados como autoconstrução em glebas, ao redor dos bairros de moradias populares implantados antes e após o início do recorte temporal (2006). Essa concentração é motivada pela demanda e direito à habitação, cuja existência foi reprimida em locais desprovidos de investimentos públicos, com mobilidade urbana precária, dificultando o acesso aos empregos na área central, aos serviços públicos e de lazer. Isso reflete o processo de segregação socioespacial e desigualdade na malha urbana.

Em conclusão, as categorias que representam a lógica da necessidade daqueles que precisam do acesso à vida urbana, não dispõem de recursos econômicos e dependem do Estado equivalem à maior quantidade em hectares (3.354,17 ha) dentre as 12 categorias de ocupação do solo urbano. A categoria Gleba: Autoconstrução corresponde a 32,39% da área total, enquanto a categoria Gleba: Horizontais autônomos representa 23,95%.

Entende-se que a seleção de um recorte de interesse de estudo que reproduz demais áreas de Cuiabá e Várzea Grande possibilita a compreensão das pressões sobre o solo urbano e contribui para orientar políticas públicas e ações voltadas para o provimento do território urbano brasileiro.

5 CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que a metodologia apresentada, juntamente com a análise de um recorte da cidade de Cuiabá, expressa em sua forma de construir espaços urbanos que a localização de investimentos públicos em infraestrutura viária, beneficiando o uso do transporte individual, é utilizada como um mecanismo que suscita projetos político-territoriais, priorizando os interesses do circuito imobiliário.

As consequências diretas dessa articulação entre as ações do planejamento público e a gestão do uso do solo com a atividade imobiliária aumentam as desigualdades territoriais e excluem a maior parcela da população do alcance de políticas públicas e da formulação de instrumentos urbanísticos. Isso ocorre visto que esses instrumentos funcionam com o intuito de coordenar as materialidades urbanas pelo mercado privado, com aval do Poder Público.

O estudo demonstra que o padrão de urbanização identificado em Cuiabá e Várzea Grande, impulsionado pela qualificação viária, aponta para tendências de transformação urbana registradas como processos de constituição do território em outras cidades brasileiras. Dessa forma, pretende-se contribuir para uma melhor compreensão da leitura das particularidades da forma urbana e fomentar novos questionamentos e estudos que sirvam de subsídios para o aperfeiçoamento da gestão pública no planejamento territorial urbano.

6 REFERÊNCIAS

Azevedo, D. (2006) **A rede urbana mato-grossense: intervenções políticas e econômicas, ações de planejamento e configurações espaciais.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Brasil.

Azevedo, D. (2015) **Políticas territoriais, redes técnicas e políticas na estruturação do espaço em Mato Grosso.** Tese de Doutoramento em Planejamento Urbano e Regional, Universidade de São Paulo, Brasil.

Azevedo, D. (2021) Falas, falhas e falácias em uma cidade-sede da Copa: Cuiabá, em Ortiz, D., Barbosa, B., Azevedo, D., Nobre, E., Corradi, R. A. **Anais eletrônicos Escola em transe**: 52ª roda de conversa – a Copa do Mundo é nossa, seu legado e suas sequelas. https://www.youtube.com/watch?v=99w8xAx9DNg&t=306s. [Acessado em 01 mar. 2023].

Azevedo D. e Fraporti, F. G. A. (2018) Ordenamento do aglomerado urbano da região metropolitana do Vale do Rio Cuiabá (RMVRC): impactos da atuação privada na imposição de eixos de expansão, em **Anais do Congresso Observatório das Metrópoles 20 anos** – As metrópoles e o direito à cidade: dilemas, desafios e esperanças, 03-07 dezembro 2018, Rio de Janeiro, Brasil (UFRJ, Rio de Janeiro) 146-162.

Fix, M. de A. B. (2011) **Financeirização e transformações recentes no circuito imobiliário no Brasil,** Tese de Doutoramento em Economia, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **(IBGE)** Portal de Mapas. https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage. [Acessado em 26 jan. 2023].

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada **(IPEA)** Dinâmica urbano-regional: rede urbana e suas interfaces. Organizado por Rafael Henrique Moraes Pereira e Bernardo Alves Furtado. Brasília: IPEA, 2011. 490 p.

Ramires, J. C. de L. (1998) O processo de verticalização das cidades brasileiras, **Boletim de Geografia** 16, 97-105.

Reis, N. G. (2006) **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano** (Via das Artes, São Paulo).

Villaça, F. (1998) **Espaço intra-urbano no Brasil** (Studfraportiio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, São Paulo).

CIDADE (IN)CONSEQUENTE: O CASO DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

B. L. C. Costa, F. C. C. Costa

RESUMO

Este artigo objetiva compreender a dimensão normativa na estruturação da morfologia urbana, da tipologia edilícia e da contextualização de edificações residenciais multifamiliares, tendo como caso de estudo a cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Os métodos empregados foram a análise de fontes primárias e a revisão bibliográfica. Foi realizada uma triangulação entre o contexto político-econômico, o conteúdo das normas e o reflexo delas na produção arquitetônica e urbana, em um constante diálogo entre o Direito, o Urbanismo e a Arquitetura. Como resultado, percebeu-se que a atual estrutura urbana da cidade do Rio é o resultado de um processo de estratificação espacial que se desenvolve durante todo o período analisado, mesmo que de forma descontínua, sendo consequência planejada, na maior parte do tempo, dos anseios do mercado imobiliário. O Estado teve um importante papel, quase sempre associado à classe dominante, refletindo os seus interesses e garantindo a máxima rentabilidade de seus investimentos.

1 INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, em geral, são caracterizadas pela pluralidade morfológica, onde a variedade de tipos arquitetônicos de diferentes épocas não estabelecem um diálogo entre si e não reconhecem as especificidades urbanísticas das diferentes partes da cidade, desvalorizando o uso do espaço público, prejudicando a qualidade de vida urbana. Diversas são as possíveis causas dessa morfologia plural e desconectada tais como: i) a prática de projeto arquitetônico direcionada para a simples conformação às normas edilícias e urbanas vigentes; ii) a forma como as normas são materializadas e o seu conteúdo; iii) a rotineira alteração de índices urbanos previamente aprovados, determinantes para a definição da tipologia da edificação; iv) a utilização do máximo possível potencial construtivo permitido pelas normas para determinado lote na cidade. Nesse contexto, o presente artigo objetiva compreender a dimensão normativa na estruturação da morfologia urbana, da tipologia edilícia e da contextualização de edificações residenciais multifamiliares, tendo como caso de estudo a cidade do Rio de Janeiro. O caso é emblemático por enfrentar dilemas e problemas semelhantes não só de outras grandes capitais brasileiras, mas também de médias cidades, que têm as normativas cariocas como referência na produção de suas próprias normativas.

Parte-se da hipótese que uma as normativas urbanísticas cariocas (e, portanto, o Estado) tiveram uma forte influência na dinâmica do mercado imobiliário e na fragmentação da

cidade; promoveram segregação socioespacial e um enfraquecimento do direito à cidade; e contribuírem para a dependência econômica e de mobilidade para com a área central da cidade.

2 MÉTODOS

Os métodos empregados foram a leitura e análise de fontes primárias (as normas) e a revisão bibliográfica. Foram selecionadas para análise normas que se relacionam de alguma forma com a promoção ou a redução da produção de edificações residenciais multifamiliares preocupadas com uma adequada contextualização ao entorno em que estão inseridas. Ou seja, normas que se relacionam diretamente com o estabelecimento de uma tipologia edilícia ou que influenciam a morfologia urbana e o zoneamento.

Em relação a revisão bibliográfica, foram selecionados textos que discutem as normas urbanísticas e edilícias e a relação delas com a produção (histórica) de determinados espaços urbanos da cidade do Rio de Janeiro. É realizada uma triangulação entre o contexto político-econômico, o conteúdo das normas e o reflexo delas na produção arquitetônica e urbana, em um constante diálogo entre o Direito, o Urbanismo e a Arquitetura. A análise segue a cronologia dos fatos e da produção de normas, tendo como recorte temporal o início do mandato do Prefeito Pereira Passos, em 1902, até os tempos atuais (2023).

3 CASO DE ESTUDO: A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

A análise da evolução urbana e de normas da cidade do Rio de Janeiro desde Pereira Passos permitiu apontar algumas conclusões, conforme se segue.

Em geral, a cidade é vista como um produto técnico e não social. É passível, portanto, de aplicação de uma série de índices e taxas de acordo com a divisão da cidade em zonas quase que independentes entre si, sendo incapazes de antever os resultados formais que serão alcançados nas diferentes áreas da cidade, cada uma com suas particularidades urbanas. As normas editadas, em sua maioria, estabeleceram parâmetros que objetivaram a organização físico-territorial da cidade, de seus usos e a produção do espaço construído dentro do lote privado, não levando em consideração entre suas finalidades a conformação de um espaço público de qualidade ou a relação do edifício com a cidade e com o seu entorno. São exemplos dessa situação: a permissão de grupamentos residenciais amuralhados, desconectados das edificações e da malha urbana do entorno; a falta de relação entre altura e disposição das edificações com o entorno pré-existente; o distanciamento da norma em relação às vocações e formas de usos e ocupações já enraizadas ao local. Trata-se de uma lógica de produção normativa e arquitetônica do tipo moderna, que abstrai ou ignora o existente.

Essa lógica também é verificada em diversos projetos e planos com efeitos normativos que interferiram diretamente no espaço público, tais como os Projetos Aprovados de Alinhamento (PAA) e os Projetos de Urbanização.

O instrumento urbanístico PAA (ou Projeto de Melhoramentos, como era conhecido (Reis, 1977, p. 1)) foi uma das principais ferramentas utilizadas pelo então Prefeito do Distrito Federal Francisco Pereira Passos (1902-1906), para promover a “modernização” da cidade, sobretudo da área central. Esta nova ferramenta de planejamento urbano (que é utilizada da mesma forma até os dias atuais) se constitui como sendo uma representação gráfica de uma

via, indicando a largura e posicionamento da mesma sobre a Planta Cadastral, ou seja, o limite entre o público e o privado (Costa, 2018). Há aqui uma evidência da falta de conexão entre dois elementos básicos da cidade: o lote e as edificações particulares de um lado e o espaço público do outro, constituído prioritariamente pelas vias e praças. Embora os primeiros PAAs representassem a parte inicial das edificações e limites dos lotes, isso não era traduzido em um respeito pelas pré-existências. Os PAAs, em grande parte, entram na lógica uniformizadora de produção de cidade visto que em geral não consideram as preexistências e objetivam a destruição do existente, ainda dentro da lógica viária e de alargamento de vias e, até mesmo, de justificativa para remoção de populações. Por outro lado, grande parte dos PAAs, na medida em que impõem perdas de terrenos aos imóveis, desestimulam a construção de novas edificações sobre as antigas e contribuem para a permanência de exemplares arquitetônicos mais antigos, minimizando o impacto da uniformização. Abre uma exceção dentro da regra que na verdade a confirma.

Dessa forma, os PAAs, juntamente com outros fatores, como as normas urbanas, têm contribuído para que sejam edificadas novas construções descontextualizadas do seu entorno. A Fig. 1 e o respectivo PAA, na Fig. 2, demonstram essa realidade, existente em diversas partes da cidade. Trata-se de um trecho da Rua Barão de Mesquita, na Tijuca, próximo à Rua Amaral (a direita da foto). Nota-se como grande parte das edificações na foto estão parcial ou inteiramente edificadas sobre a área de recuo prevista pelo PAA 4506 de 1947, inclusive o batalhão da Polícia Militar, mais a fundo, de arquitetura eclética do início do século XX.



Fig. 1 Vista de trecho da Rua Barão de Mesquita, na Tijuca, próximo à Rua Amaral. Fonte: O Autor, 2024.

Há também uma variedade de tipologias arquitetônicas, como edificação térrea destinada a loja; sobrado de uso misto (térreo com loja e residência no pavimento superior); edificação mista com três pavimentos, sendo térreo com loja e mezanino e dois pavimentos residenciais multifamiliares; e edificação residencial multifamiliar no alinhamento projetado, com nove pavimentos.

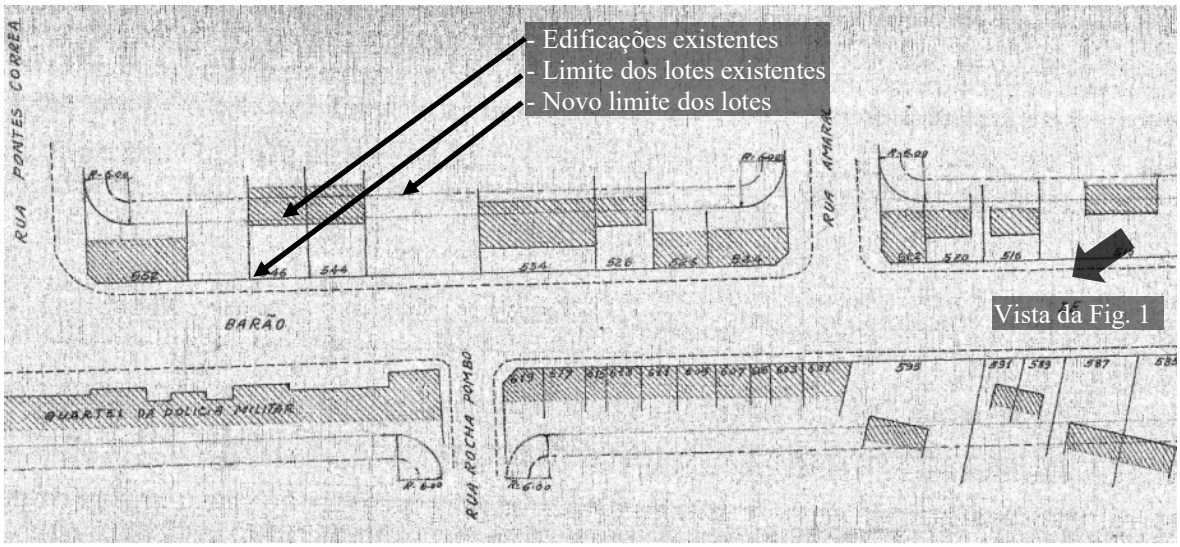


Fig. 2 Trecho do PAA 4506 de 1947 da Rua Barão de Mesquita.
Fonte: SMU, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 1947.

A conexão entre as diferentes edificações se dá através de um passeio inconstante, ora estreito, ora largo, permeado por estacionamento de veículos nas áreas residuais já doadas à Prefeitura.

Enquanto os PAAs têm uma suposta atuação mais pontual, no estabelecimento apenas do alinhamento (limite) entre o público e o privado, os Projetos de Alinhamento e Urbanização (PAU) incorporavam também parâmetros edilícios e urbanos mais amplos. Elaborados pela primeira vez a partir do final da década de 1930, os PAU estabeleciam parâmetros de zoneamento, área mínima de lote, número de pavimentos, alinhamento de edificações, limites de profundidade da edificação, de quadra e de áreas coletivas internas, densidade habitacional (ao estabelecer um número máximo de famílias por pavimento), para diversas quadras de partes da cidade (Costa, 2018), como de trechos dos bairros de Catete, Copacabana, Jardim Botânico, Lagoa, Laranjeiras e Tijuca, como se observa na Fig. 3.

Tratou-se de uma experiência única no sentido de se pensar e de se promover uma conformação de morfologia urbana que havia sido pré-estabelecida no projeto, mas que, novamente, se deu, majoritariamente, através do desrespeito em relação às pré-existências. Esse aspecto foi agravado pelo fato de que, posteriormente, através do texto normativo, foram adicionadas exceções ao projeto de urbanização inicialmente idealizado, alterando a conformação, permitindo o aumento (ou exigindo a redução) de gabarito ou a ocupação de área coletiva, por exemplo.

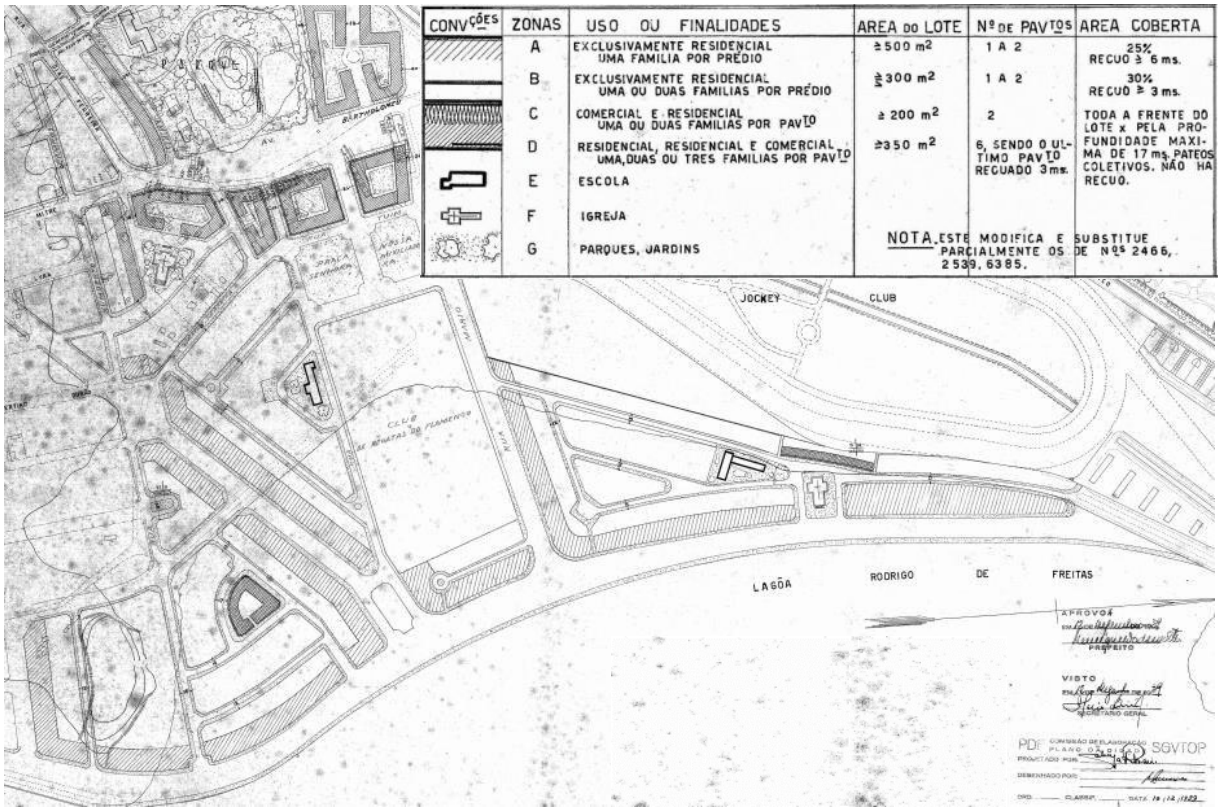


Fig. 3 Trecho do PAA 3297 e PAL 8381 de 1939 em área dos bairros de Lagoa e Jardim Botânico.
Fonte: SMU, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 1939, adaptado pelos autores.

Com exceção, portanto, dos PAAs e de alguns PAU do século passado, as normas ficam restritas a demandas escritas, altamente codificadas, ou a duas dimensões onde a volumetria e as relações que podem se estabelecer com o contexto não são planejadas, mas sim uma consequência do que o particular, proprietário do lote, desejar executar. Nas mais de 200 normas que os arquitetos devem ter conhecimento para poderem projetar dentro da legalidade na cidade do Rio de Janeiro, as exigências por espacialidades específicas, quando existentes, são descritas textualmente, como nesse caso, do Decreto 3046/81 onde são definidas as dimensões das varandas em detalhes: "(...) profundidade máxima de 5,00m; (...) Até a profundidade de 1,50m poderão ocupar toda a testada do lote: a partir da profundidade de 1,50m as varandas deverão distar, no mínimo, 2,50m das divisas laterais dos lotes; será tolerada a existência de jardineiras triangulares no espaço criado pelos limites laterais da varanda."

Ou seja, a própria escrita das normas, complexa, extensa e ancorada em trâmites burocráticos lentos e extensos e em um repertório jurídico têm "[...] a função histórica de distanciar as regras de produção da cidade legal do conhecimento da população [...]" ao mesmo tempo em que "[...] grandes negociatas envolvendo mudanças de índices e padrões de zoneamento passam ao largo da sociedade, que não chega a compreender os interesses em questão." (Rolnik, 2000, p. 12). Grande parte da população é excluída do processo de sua construção e contestação e privilegia, portanto, uma pequena fração de construtores e incorporadores com expertise para tanto.

Percebe-se que, de forma geral, as normas, sejam através dos códigos ou em decretos e leis pulverizados ao longo do tempo, vierem legitimar ou atender as tendências ou expectativas

já existentes de expansão de alguns setores do mercado imobiliário (Rezende, 1996). Essa constatação é muito nítida a partir da análise de alguns pontos, embora não seja possível comprovar a existência de um apoderamento da produção de normas pelo mercado.

Esse é o caso, por exemplo, da Área Total da Edificação (ATE), indicador que, supostamente, estabeleceria a área máxima passível de ser construída em um lote ao se multiplicar a área do terreno por um fator previsto em norma, diferenciado para cada região da cidade (Costa, 2018). No entanto, as sucessivas mudanças de legislação ao longo do tempo excluíram áreas (como áreas de estacionamento, de lazer, circulações comuns, etc.) do computo da ATE máxima permitida, não havendo mais controle sobre a densidade construtiva. Ou seja, os diversos aumentos de gabaritos e exclusão de áreas e pavimentos construídos da contabilização da altura total da edificação e da ATE ao longo do século passado abrem exceções na norma para aumento da altura e da área construída para além daqueles limites previamente estabelecidos e, consequentemente, para o aumento do lucro imobiliário.

As normas também acompanham ou são acompanhadas de intervenções urbanas ou obras de infraestrutura que tendem a privilegiar as áreas centrais da cidade e da zona sul, desde Pereira Passos. O Estado, nesse contexto, não é um agente passivo. Uma vez que reconhece "[...] a importância de promover e capturar a dinâmica regional como fonte de seu próprio poder, ele pode procurar influenciar essa dinâmica por meio de suas políticas e ações" (Harvey, 2009, p. 91). Ele garante e lastreia as operações privadas através de criação de infraestruturas, concessão de áreas, remoção de famílias, imposição de leis de planejamento e aparatos administrativos que favorecem a acumulação de capital. (Harvey, 2009, pp. 91-92).

Essa é a situação, por exemplo, não só das obras de abertura da Av. Central (atual Av. Rio Branco), no início da década de 1900 ou da Av. Presidente Vargas, no início da década de 1940, mas também nas intervenções recentes na zona Portuária da cidade e no Parque Olímpico, onde os maiores interesses são movimentar a economia, esconder e/ou remover famílias de baixa renda, assegurar e/ou aumentar a lucratividade de investimentos e atrair o olhar e atenção do estrangeiro. Igualmente, na década de 1970, com o estabelecimento de infraestrutura viária por parte do governo e a alteração do Plano de Lúcio Costa para a Barra da Tijuca, há um objetivo de aumentar o potencial construtivo e estabelecer as bases necessárias para a expansão da cidade para a Barra da Tijuca.

Da mesma forma, desde a década de 1990, diversos instrumentos (tais como a Constituição Federal de 1988, os Planos Diretores (PD) de 1992 e 2011, o Estatuto da Cidade de 2001) que incidem sobre a propriedade privada com o intuito de obrigá-la a atuar de acordo com sua função social têm sido ignorados, tais como aqueles que reduzem ganhos e valorização imobiliária ou implicam em despesas que não tragam retornos maiores. São eles, por exemplo, o parcelamento e a edificação compulsórios e o imposto progressivo sobre a propriedade predial e territorial urbana. Na década de 2000, na Região das Vargens, percebe-se também esse apoderamento da lógica do mercado nas justificativas das normas. O interesse de parte do mercado imobiliário em expandir a oferta e a variedade de imóveis contribuiu para a publicação de sucessivas normas locais que viabilizariam tanto o aumento do adensamento e potencial construtivo, quanto a urbanização consorciada de uma região frágil ambientalmente.

Em 1977, através do Decreto 1269, foi instituído o Plano Urbanístico Básico da cidade do Rio de Janeiro (PUB-Rio) que estabeleceu a criação dos Projetos de Estruturação Urbana (PEU), os quais tinham o objetivo de elaborar o traçado viário, plano de massa e padrões de uso do solo das áreas: de centros e subcentros funcionais existentes ou em potencial; remanescentes à execução de obras civis de porte; em processo de renovação ou remanejamento urbano; áreas constituídas por vazios urbanos; áreas de expansão periférica (Costa, 2018). Acreditava-se que poderia ser desenvolvida uma normativa específica para cada bairro da cidade, de acordo com as suas peculiaridades e contextos.

No entanto, foi uma falácia, um pseudo-reconhecimento da pluralidade da cidade. Primeiro porque após 41 anos do surgimento dos PEUs e 26 anos desde a obrigatoriedade de sua implantação para toda a cidade (PD de 1992) apenas 20% da área da cidade possui PEU. Segundo porque a análise dos PEUs promulgados no século XXI permitiu verificar que se continua produzindo legislação segundo a lógica da década de 1970, sendo baseada em índices e taxas abstratos não relacionados ao contexto. No discurso dos objetivos desses PEUs analisados há alguns aspectos interessantes sobre o ponto de vista do desejo de atender as demandas locais, de proteção às especificidades ambientais e de melhoria da qualidade ambiental e de vida dos moradores. No entanto, no decorrer do texto percebe-se que os instrumentos (ultrapassados) utilizados não são capazes de atender as demandas múltiplas, deixando o discurso muito mais no plano apenas de princípios ou diretrizes do que determinações que serão seguidas na prática. Os PEUs acabam repetindo o padrão uniformizador do Regulamento de Zoneamento da cidade, o Decreto 322/1976.

Há, portanto, uma distância entre o discurso e a prática e entre a eficácia social da norma e sua eficácia jurídica, sobretudo na legislação promulgada recentemente. Embora o conteúdo de muitas dessas normas possua objetivos e diretrizes louváveis, na prática a alteração das relações sociais, a preocupação com a conformação de uma morfologia urbana, a atenção à contextualização, a promoção da inclusão social ou o direito a cidade a todos são relegados a segundo plano ou sequer implementados. O discurso de marketing do poder público é institucionalizado no texto normativo, mesmo que na prática o discurso gere efeito contrário ou não seja adotado. As novas normas continuam trabalhando sobre a mesma lógica segregadora, na medida em que não promovem a integração das diferentes classes sociais, não controlam o preço do solo, não promovem de fato habitação de interesse social nas áreas com infraestrutura consolidada e próxima aos locais com grande oferta de emprego. Através da análise das novas regulamentações em tramitação na câmara dos vereadores do Rio de Janeiro, evidencia-se que o governo da cidade tem se tornado, cada vez mais, instrumento que permite criar condições para que o mercado imobiliário possa ampliar suas atividades e lucros, convertendo suas demandas em normas.

Nota-se uma lentidão na regulamentação e promulgação de novas normas e instrumentos necessários, como o Estudo de Impacto de Vizinhança, o Relatório de Impacto de Vizinhança, etc., previstos desde o Plano Diretor de 2011, por envolverem questões de grande alçada, seja política ou economicamente, e passíveis de alterar paradigmas estabelecidos. Paralelamente, o Código de Obras e o Regulamento de Zoneamento somente foram alterados após 49 e 48 anos respectivamente de suas promulgações, demonstrando que possuíram grande respaldo na prática, não interessando sua alteração ou revogação.

De forma geral, essa uniformização do padrão moderno do campo jurídico, que se pretende abstrata e geral, e arquitetônico perpassa o processo de globalização, também uniformizador, e chega ao mundo contemporâneo, com demandas plurais, gerando a cidade estandardizada,

uniformizada, padronizada, como se vê em parte da região portuária do Rio (Cavallazzi, 2015). Na verdade, a estandardização da edificação por meio das normas foi a precursora da estandardização da cidade. Quando falamos em estandardização das edificações estamos falando de tipologias arquitetônicas e, portanto, da própria morfologia da cidade. No Rio, ela é capaz de registrar permanentemente as diferentes normas que existiram ao longo dos últimos 120 anos através de diferentes tipologias edilícias. Na
Fig. 4 temos uma vista panorâmica de trecho do bairro da Tijuca em que é possível evidenciar como há o registro na paisagem das determinações das diversas normas ao longo do tempo e como é possível reconhecer as diferentes tipologias edilícias a elas associadas.



Fig. 4 Vista panorâmica de trecho do bairro da Tijuca, junto a Rua Pinto Guedes.
Fonte: O Autor, 2024.

A situação é problemática não por ter originado edificações tipo que se repetem de forma similar nas diferentes partes da cidade, mas sim porque essas edificações, em geral, não dialogam ou reconhecem as pré-existências construídas. Há uma desconexão entre a produção arquitetônica e o seu contexto urbano, não havendo respeito às especificidades da paisagem local ou da cidade.

Após a promulgação do Decreto 322 em 1976, observa-se a última mudança tipológica dos projetos de edifícios residenciais multifamiliares (que perdura até os tempos atuais), ocorrida na maioria dos bairros do Rio de Janeiro (como Tijuca, Méier, Cachambi, Vila Isabel, Andaraí, Maracanã, Estácio, Vila Cosmos, Freguesia, Copacabana, Laranjeiras, etc.). O Decreto contribuiu para o aumento na quantidade de pavimentos com uso não habitável junto ao solo, distanciando ainda mais a edificação da cidade e permitindo uma maior facilidade na sua identificação. A Lei 1654 de 1991 veio estabelecer um tipo reduzido para a edificação colada às divisas (aquela que ocupa toda a largura do lote, incluindo os limites laterais que fazem divisa com os lotes vizinhos) para toda a cidade (com exceção daquelas áreas que já possuíam normas específicas), caracterizado pela altura total de 12 metros e ausência de pavimento exclusivo de uso comum e garagem. E por fim, com o novo Código de Obras e Edificações Simplificado de 2019 (Lei Complementar 198/2019) aumentou-se a permissividade no projeto de varandas, sejam elas em balanço ou reentrantes, pois passam a não ser mais computadas no ATE ou na taxa de ocupação, gerando edifícios com unidades residências onde a área da varanda de um apartamento padrão chega a ser 2/5 da área total da unidade. Os apartamentos da coluna 04, do edifício Ornato Tijuca, do fundo de

investimento imobiliário Opportunity, por exemplo, possuem varanda ocupando 40% da área total da unidade residencial.

De forma geral, percebe-se que as sucessivas alterações de gabarito, que na maior parte dos casos aumentaram ao longo do século, tiveram um significativo impacto na morfologia da cidade. Até mesmo a tentativa descontextualizada de controle e redução de altura para toda a cidade, instituída pela Lei 1654 de 09 de janeiro de 1991, retornando ao passado (ou seja, limitando a altura máxima em quatro pavimentos para edificações coladas às divisas conforme era em 1948) não resultou em uma melhoria na qualidade de vida ou da paisagem. Esta estrutura vem corroborar a afirmação segundo a qual não é possível revogar a cidade, já que ela não para de ser produzida e mesmo que os parâmetros urbanísticos sejam alterados, não há uma correspondência imediata na cidade porque a paisagem é construída ao longo de muito tempo.

Diversas foram as tentativas de planejamento da cidade através de planos urbanísticos, como os elaborados por Agache (1930), Doxiadis (1965) e PUB-Rio (1977) mas eles praticamente não foram implantados. Isso é devido, sobretudo, a questões políticas, a uma possível interferência em parte dos interesses imobiliários ou falta de interesse e apoio da construção civil na promoção de mudanças. As estruturas das normas, na ausência de um planejamento urbano que as integrem, tomaram o lugar dos planos, sobretudo através do Zoneamento (FELDMAN, 2005, p. 278), do Código de Parcelamento, do Código de Obras e dos PAAs. Eles se estabeleceram como os principais instrumentos de planejamento, da organização físico-territorial, do parcelamento, com a definição de usos e parâmetros edilícios e o desenvolvimento urbano e econômico. A cidade ficou refém do gosto político e da edição de normas pontuais e dispersas que acabavam por não ter uma visão de longo alcance e aprofundada do cenário de desenvolvimento da cidade que os planos têm geralmente.

Percebe-se, portanto, que a configuração, a proteção e a promoção da morfologia da cidade não estão sujeitas a regulação ou fiscalização. Mesmo com a explosão imobiliária dos anos 60 e 70, ou com a classificação da paisagem carioca como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO, a lógica da norma continua a mesma. A preservação ambiental e paisagística, embora prescrita nas normas recentes, fica restrita a preservação de áreas protegidas, como proteção de entorno de bem tombado, de ambiente cultural e de áreas ambientalmente relevantes. E também a criação de alguns mecanismos para reduzir o impacto da construção das edificações, como limitação de altura em função da cota em relação ao nível do mar, doações de árvores, construção de reservatórios de acumulação de águas pluviais. São ações que pouco influenciam na configuração da morfologia da cidade como um todo por serem ações pontuais, restritas a pequenas áreas do território. Além disso, na maioria das vezes em que há o interesse econômico, as prescrições são adaptadas para melhor servir a expansão urbana (vide o caso do PEU Vargens).

Em relação à revisão bibliográfica realizada, foram selecionados alguns atores que discutem, de alguma forma, as normas urbanísticas e edilícias e a relação delas com a produção (histórica) de determinados espaços urbanos da cidade do Rio de Janeiro, tais como Rezende (1996), Chacon (2004), Magalhães (2005), Sampaio (2006), Borges (2007), Nacif (2007), Sanchéz (2009), Cardeman (2010), Cardeman (2014), Horta (2016) e Sá (2017). Todos esses autores criticam as normas urbanísticas cariocas e alguns apresentam sugestões de modificações, que, em geral, não são definidas o suficiente (onde pouco ou nada é proposto concretamente para que elas realmente sejam colocadas em prática); se adaptam ou seguem a mesma lógica das normas atuais; ou são direcionadas para solução de problemas muito

específicos, não atuando sobre o cerne da questão, que consideramos ser a própria concepção das normas atuais e os seus objetivos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo permitiu identificar uma ausência de um projeto de cidade, de uma diretriz ou conceito explícito que guie o desenvolvimento urbano, embora essa linha mestra esteja presente no Plano Diretor da cidade do Rio de Janeiro (de 2011), que prevê o desenvolvimento sustentável através de desenvolvimento econômico que garanta equidade social, conservação do meio ambiente e da paisagem, e limitações de densidade. No entanto, evidencia-se uma distância entre o discurso planejado e o implantado. Na prática, tanto no plano da norma quanto no plano do projeto, tem-se observado a expansão da densidade de construção e da altura dos edifícios bem como o aumento das restrições na vida social e no direito de ter garantido o direito à cidade.

É visível na cidade do Rio de Janeiro a falência das ferramentas de controle edilício e de planejamento urbano e viário. Isso pode ser observado não somente nas áreas que cresceram à margem da norma, mas também (e, sobretudo) nas áreas formais, que, na teoria, deveriam seguir as normas. O zoneamento acabou por gerar uma fragmentação da cidade, uma segregação socioespacial e um enfraquecimento do direito à cidade, além de altíssima dependência econômica e de mobilidade para com a área central da cidade.

Corroborando com a análise elaborada por Abreu em 1987 (2008), pode-se evidenciar também que a atual estrutura urbana da cidade do Rio de Janeiro é o resultado de um processo de estratificação espacial que se desenvolve durante todo o período analisado, mesmo que de forma descontínua, sendo consequência (não) planejada, na maior parte do tempo, dos anseios e da produção realizada pelo mercado imobiliário. Nesse processo, o Estado teve um importante papel, quase sempre associado à classe dominante, refletindo os seus interesses, e garantindo a rentabilidade de seus investimentos ao máximo. Portanto, a ação do setor público em muito contribuiu para a atual conformação morfológica da cidade, seja por sua ação direta (erradicação de favelas, renovação urbana, implantação de infraestrutura); seja de forma indireta (legislação urbanística e edilícia elitista, não controle da supervalorização da terra, adoção de políticas habitacionais segregadoras), em ambos os casos com o objetivo claro de garantir a maior rentabilidade possível para o mercado imobiliário.

É necessário, portanto, elaborar um conjunto de normas jurídico-urbanísticas que incentive o desenvolvimento de diferentes soluções projetuais de acordo com os diferentes contextos urbanos (ambiente físico, social, cultural e econômico) de forma a concretizar uma concepção de morfologia urbana previamente projetada que valorize o espaço público, a vitalidade urbana e a qualidade de vida. Para tanto, é indispensável realizar modificações radicais sobre as bases nas quais as normas urbanísticas se assentam, não se pretendendo revogar a cidade, mas sim reconhecer nela as oportunidades para encontrar as chaves de sentido para os seus desafios, para além de normas tecnocráticas.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, código E-26/210.862/2024.

6 REFERÊNCIAS

Abreu, M. A. (2008) **A evolução urbana do Rio de Janeiro,** 4ª ed. Rio de janeiro, IPP.
Agache, A. (1930) **Cidade do Rio de Janeiro: remodelação, extensão e embelezamento,** Paris, Foyer Brésilien.

Borges, M. V. (2007) **O zoneamento na cidade do Rio de Janeiro: gênese, evolução e aplicação,** Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ.

Cardeman, R. G. (2010) **Por dentro de Copacabana: descobrindo os espaços livres do bairro,** Rio de Janeiro, Proarq/FAU/UFRJ.

Cardeman, R. G. (2014) **A transformação da paisagem em área de expansão urbana: planejamento em Vargem Grande no Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, Proarq/FAU/UFRJ.

Cavallazzi, R. L. (2015) **Desafios da Cidade Standard: blindagens ao direito à cidade,** Rio de Janeiro, PROURB/FAU/UFRJ.

Chacon, S. (2004) **Um Estudo Tipológico das Transformações das Edificações Multifamiliares no Rio de Janeiro, entre 1930 e 2000: O Caso do Bairro de Botafogo,** Rio de Janeiro, PROARQ/FAU/UFRJ.

Costa, B. L. C. (2018) **Código Urbano Contextualizado: um futuro para o projeto arquitetônico residencial multifamiliar na cidade do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, PROURB/FAU/UFRJ.

Feldman, S. (2005) **Planejamento e Zoneamento: São Paulo 1947 a 1972,** São Paulo, Edusp.

Harvey, D. (2009) **O novo imperialismo , 2009,** 3a ed. São Paulo, Edições Loyola.

Horta, E. (2016) **Compactação e descompactação: transformações nos térreos e a legislação Urbanística da Cidade do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, PROURB/FAU/UFRJ.

Magalhães, S. F. (2005) **Ruptura e contigüidade: a cidade na incerteza,** Rio de Janeiro, PROURB/FAU/UFRJ.

Nacif, C. L. (2007) **Legislação urbana, política, conflitos e implicações espaciais na cidade do Rio de Janeiro (1993-2004),** Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ.

Reis, J. O. (1977) **O Rio de Janeiro e seus Prefeitos: Projetos de alinhamento do n1 ao n 4178,** Rio de Janeiro, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Rezende, V. L. F. M. (1996) **A evolução dos instrumentos de controle do espaço urbano na Cidade do Rio de Janeiro. É possível planejar o futuro através da legislação?** Rio de Janeiro, PROURB/UFRJ.

Rolnik, R. (2000) **Regulação urbanística no Brasil - Conquistas e desafios de um modelo em construção,** Campinas, PUCCAMP.

Sá, M. M. (2017) **A paisagem como princípio modelador do espaço urbano: espaços verdes públicos, habitação e construções normativas,** Rio de Janeiro, PROURB/UFRJ.

Sampaio, A. R. (2006) **Normas urbanísticas e sua influência no processo de configuração espacial : o caso de São Cristóvão, Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, PROURB/FAU/UFRJ.

Sanchéz, N. P. (2009) **A invenção da Barra da Tijuca: a anticidade carioca,** São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie.

O CÓDIGO URBANO CONTEXTUALIZADO: INSTRUMENTO URBANÍSTICO REGULADOR DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

B. L. C. Costa

RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor um instrumento urbanístico por nós denominado Código Urbano Contextualizado (CUC), regulador do uso e ocupação do solo, que permita ampliar a interpretação flexível da norma no sentido de induzir propostas de projetos arquitetônicos e urbanos que valorizam o uso do espaço público, propiciam maior qualidade de vida urbana e avançam no sentido de harmonizar a morfologia urbana, considerando uma necessária conexão entre a prática de projeto, o lote, o edifício, o seu entorno e a cidade. Para tanto, foi empregado o método de Cenário, onde foram estudadas e projetadas edificações para cinco lotes diferentes e extraídos padrões para a construção da normativa, em uma abordagem *bottom-up*. Observa-se que o CUC atua sobre três vertentes principais: a pertinência, as pré-existências, e a forma, que, em conjunto, contribuem para uma efetiva produção projetual preocupada e relacionada com o contexto em que está inserida.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em geral, a cidade é vista como um produto técnico e não social. É passível, portanto, de aplicação de uma série de índices e taxas de acordo com a divisão da cidade em zonas quase que independentes entre si, sendo incapazes de antever os resultados formais que serão alcançados nas diferentes áreas da cidade, cada uma com suas particularidades urbanas. As normas editadas, em sua maioria, estabeleceram parâmetros que objetivam a organização físico-territorial da cidade, de seus usos e a produção do espaço construído dentro do lote privado, não levando em consideração entre suas finalidades a conformação de um espaço público de qualidade ou a relação do edifício com a cidade e com o seu entorno. São exemplos dessa situação: a permissão de grupamentos residenciais amuralhados, desconectados das edificações e da malha urbana do entorno; a falta de relação entre altura e disposição das edificações com o entorno preexistente; o distanciamento da norma em relação às vocações e formas de usos e ocupações já enraizadas ao local. Trata-se de uma lógica de produção normativa e arquitetônica do tipo moderna, que abstrai ou ignora o existente.

Dado esse contexto, o presente artigo objetiva propor um instrumento urbanístico, regulador do uso e ocupação do solo, o Código Urbano Contextualizado (CUC), pautado nos princípios

do Urbanismo Contextualizado[1] que permita ampliar a interpretação flexível da norma no sentido de permitir propostas de projetos arquitetônicos e urbanos contextualizados, considerando uma necessária conexão entre a prática de projeto, o lote, o edifício, o seu entorno e a cidade.

2 MÉTODO

Segundo entrevista concedida a Retto Junior (2012), Tsiomis afirma que um dos métodos passíveis de ser adotado para trabalhar com a diversidade e a imprevisibilidade na concepção é o de escrever "cenários" em função das estratégias que se quer privilegiar, apontando diversas soluções possíveis (RETTO JUNIOR, 2012), em busca de uma qualidade, que é a finalidade da concepção (Tsiomis, 2006, pp. 73-74).

Partindo dessa estratégia, para o desenvolvimento do CUC foram estudados cinco terrenos com diferentes tamanhos (234m² a 10.253,24m² e com frente de 9m a 55,87m); posicionamentos no quarteirão (esquina e miolo) e zoneamentos (residencial e centro de bairro) nos quais foram avaliados os contextos em que os lotes estão inseridos, de acordo com os sete critérios elaborados para a análise das edificações estabelecido por Costa (2023), de modo a identificar e determinar parâmetros específicos para os cinco casos diferentes. Ou seja, empregou-se uma metodologia que atua de baixo para cima (*bottom-up*) tendo a microescala urbana do lote e seu entorno como referências. Para esse lotes foram então desenvolvidos Projetos Arquitetônicos Contextualizados[2] (PAC) com unidades residenciais variando de, aproximadamente, 50m² a 75m² de área útil, com dois ou três quartos, buscando a máxima utilização do potencial construtivo permitido para o lote pelas normas. Em seguida os PAC foram submetidos para avaliação e comentário de arquitetos especialistas em desenvolvimento de projetos arquitetônicos residenciais multifamiliares. Por fim foram identificados padrões para o estabelecimento dos princípios do CUC. O método de desenvolvimento do CUC está resumido na Figura 1.

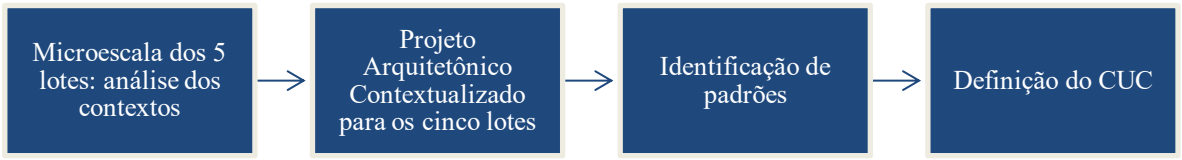


Figura 1: Esquema do procedimento para elaboração do CUC.
Fonte: O Autor.

3 O CÓDIGO URBANO CONTEXTUALIZADO (CUC)

O CUC trabalha sobre três vertentes principais: a pertinência, as pré-existências e a forma. A pertinência diz respeito ao controle e direcionamento da construção de novas edificações

[1] Conforme Costa (2023), o UC é entendido como o urbanismo que busca reconhecer, entender e valorizar as pré-existências arquitetônicas e urbanas do local, contando com a participação, discussão e negociação política com os diferentes atores e agentes envolvidos, de modo a dar respostas específicas para as demandas de cada lugar particular de uma cidade, procurando o equilíbrio entre a morfologia urbana, a paisagem física e o meio ambiente (o material) e os costumes, fatores humanos, políticos, culturais e econômicos locais (o imaterial).

[2] Projeto arquitetônico que busca estabelecer relações condizentes com o meio ambiente (construído e natural) do entorno para o qual é projetado, relativamente a questões volumétricas, de posicionamento no lote, de tipologia edilícia, de integração entre espaço público e privado, de valorização da experiência do uso do espaço público, de adequação às infraestruturas existentes e, sempre que possível, de densificação populacional, (Costa B. L., 2023).

em locais adequados na cidade. O reconhecimento das pré-existências e das particularidades urbanísticas e arquitetônicas específicas de cada local permite utilizá-las como argumento e justificativa dos projetos a serem desenvolvidos para os novos empreendimentos, possibilitando a eliminação de grande parte dos parâmetros edilícios atualmente existentes. A forma extravasa a noção comum de volume, tipo e posição, englobando também a morfologia urbana. Visa contribuir para o estabelecimento de ruas-corredor na cidade que valorizem e qualifiquem o uso dos espaços, públicos ou privados, através do projeto de edifícios pertinentes em que haja multiplicidade de usos e proximidade das unidades residenciais com o espaço público. Ruas-corredor são as ruas caracterizadas pela continuidade de fachadas no mesmo alinhamento, harmonia nas alturas das edificações, e, em geral, espaços de comércio no pavimento térreo, com intensa integração e proximidade visual entre as unidades residenciais e o espaço público. Ruas-corredor são encontradas em Barcelona, Paris, Viena, Londres, Roma. Concomitantemente, essas três vertentes exigem o aumento da participação da população e da atuação do arquiteto, qualificando as fases iniciais da concepção arquitetônica onde ele passa a atuar mais sobre espaços do que sobre números (dos parâmetros edilícios ou das relações entre área total construída e área vendável).

O CUC age também sobre a dinâmica imobiliária da produção do espaço urbano da cidade, no sentido de proteção dos vulneráveis. Ele direciona a intensificação da construção de novos edifícios nas proximidades de estações de transporte público, de áreas de lazer, de áreas comerciais e de serviços. Induz ou obriga a edificação em lotes vazios ou em imóveis abandonados, em áreas densas dotadas de infraestrutura urbana. Os princípios do UC não permitem que a morfologia urbana seja o resultado apenas do que os empreendedores desejam para os seus lotes ou o que seria, aparentemente, melhor para uma pequena parcela de cidadãos, futuros moradores de determinado empreendimento, mas sim o que é melhor para a cidade como um todo.

O CUC deve ser disponibilizado na internet com sumário, índice e glossário. Deve ser atualizado de maneira semelhante ao que ocorre com as normas federais, ou seja, incorporando as modificações efetuadas através de uma simbologia diferenciada (como o tachado para trechos do texto que foram retirados ou modificados e sublinhado para os trechos que foram incorporados). É aconselhável também disponibilizar uma versão consolidada, informando ao final o número e data das modificações que já foram incorporadas. O CUC é dividido em quatro seções principais, as quais são apresentadas a seguir.

3.1 Seção 1: princípios gerais do CUC

A primeira seção é constituída por princípios gerais que estabelecem o projeto de cidade defendido pelo CUC em sintonia com o UC. Ela também norteia todas as outras seções, ou seja, a) as decisões projetuais dos arquitetos durante a concepção de um novo empreendimento; b) as políticas urbanas; c) as justificativas utilizadas pelos profissionais da Prefeitura para determinar a aprovação ou indeferimento de um projeto sobre sua responsabilidade; d) os parâmetros edilícios; e) os procedimentos para aprovação de projetos e participação da população.

De forma ampla, o propósito do CUC é contribuir para o estabelecimento de edificações contextualizadas. Elas são consideradas como tal quando englobam as três vertentes principais de atuação do CUC, hierarquicamente classificadas: a pertinência, as pré-

existências e a forma. As edificações são consideradas pertinentes caso os locais para onde sejam projetadas possuam as infraestruturas urbanas básicas. Elas devem reconhecer as pré-existências, não somente no sentido de continuidade com o que já está construído, mas, sobretudo, no sentido de encontrar nas particularidades e nas características específicas de cada contexto as chaves de sentido para definição e justificativa do projeto, tendo como motriz a valorização dos espaços para pedestres, tanto públicos quanto privados. Por fim, edificações contextualizadas têm a sua forma estabelecida a partir da busca pela consolidação de ruas-corredor e interação com as volumetrias do entorno, com diversidades de usos e unidades residenciais próximas dos passeios. Essas três vertentes são detalhadas nos Princípios Específicos da Seção 2 e complementadas tanto com os Mapas Caracterizadores da Seção 3 quanto com os Parâmetros Edilícios da Seção 4.

Complementarmente, a noção de função social da propriedade permeia o CUC. Ela é entendida como o atendimento das necessidades básicas da população, mediante pequenos deslocamentos, no que diz respeito a aspectos urbanos como o acesso à habitação, ao transporte público, ao lazer, às áreas comerciais e de serviços. O CUC também induz ou obriga a edificação ou reativação de imóvel abandonado através do emprego de dois instrumentos: a Ordem de Compra Obrigatória ou o IPTU progressivo.

Sendo a cidade entendida como pertencente a todos os cidadãos, eles devem ter a possibilidade de realizar objeções e apoios a futuros empreendimentos, tendo como respaldo legal os fundamentados do CUC. Para tanto, a população deve ter acesso a todas as informações relativas aos empreendimentos propostos e um canal próprio de comunicação direta com a Secretaria de Urbanismo, on-line.

3.2 Seção 2: princípios específicos do CUC

A segunda Seção estabelece os princípios específicos para o desenvolvimento de projetos de edificações residenciais multifamiliares na cidade do Rio de Janeiro a partir dos cinco PAC desenvolvidos. Os padrões identificados são agrupados de acordo com sete categorias, nomeadamente: Adequação, Densidade, Posição, Volume, Tipo, Integração e Experiência.

Os princípios específicos visam estabelecer diretrizes para o desenvolvimento de Projetos Arquitetônicos Contextualizados. Eles são divididos em sete categorias, envolvendo questões relativas à pertinência, pré-existências e forma e são os seguintes: Adequação, Densidade, Posição, Volume, Tipo, Integração e Experiência. Cada categoria é acompanhada de uma exemplificação em terrenos reais existentes na cidade. Todo projeto que tenha como vizinho imediato um imóvel passível de renovação, deve sugerir, obrigatoriamente, uma volumetria para esses lotes.

Dentro da categoria **Adequação,** os projetos devem garantir que os empreendimentos propostos estejam localizados em uma área apropriada. Ela é caracterizada como tal quanto dista menos de 1,0km de estação de transporte público (de metrô, trem, VLT ou BRT) e de áreas de lazer, comércio e serviços. Uma caminhada de 1,0km ou entre 10 e 15 minutos é entendida como uma caminhada de pequena distância que as pessoas estariam dispostas a percorrer para acessar algumas infraestruturas urbanas, de acordo com o Marks (2016). Essa distância deve ser calculada considerando a cobertura pedonal, ou seja, à área abrangida por um percurso a pé, em áreas passíveis de circulação, e não em raio. Quando forem propostos empreendimentos a mais de 1,0km de distância de áreas de comércio, serviços e lazer, eles devem, obrigatoriamente, prover áreas de lazer, ou áreas comerciais (lojas), conforme o caso,

com proporção adequada de acordo com a Seção 4. No caso de ausência de estação de transporte público a menos de 1,0km, o empreendimento deverá prover áreas de estacionamento de veículos (sendo sobretaxado em função disso).

A **densidade** habitacional de um novo empreendimento multifamiliar deve ser condizente com a densidade habitacional e com a capacidade de suporte das infraestruturas urbanas existentes na localidade, a partir de dados obtidos do Mapa das Densidades e Infraestruturas (Seção 3). A capacidade de suporte engloba duas noções simultaneamente: a primeira é a quantidade ofertada de um bem ou serviço; a segunda é a quantidade (ou porcentagem) desse bem ou serviço que já está alocada ou comprometida de alguma forma. Hipoteticamente podemos admitir que um dado reservatório de água da cidade tem capacidade para fornecer 255 L/s para até 130 mil habitantes, mas apenas abastece 104 mil habitantes, ou seja, 80% da sua capacidade de fornecimento já está alocada. No caso de lotes que atendam a todos os critérios da Seção 2, mas que apresentem uma densidade habitacional muito inferior ao sugerido, podem solicitar um aumento de gabarito em relação ao existente no entorno ou a redução da quantidade de áreas permeáveis no lote para que possam aumentar a área total construída com o intuito de se aproximar da densidade pertinente dessa localidade.

O critério **Posição** está diretamente relacionado com o alinhamento a ser projetado para a nova edificação. Ele deve seguir o mesmo padrão dos imóveis confrontantes, à direita e à esquerda, promovendo uma transição entre ambos. Essa compatibilização é de especial importância no caso de haver uma discrepância acentuada de posicionamento entre os imóveis confrontantes. Deve também garantir uma área de passeio compatível com o tipo e a importância da via em que a nova construção se encontra (conforme Mapa da Hierarquia Viária, na Seção 3). Edificações passíveis de renovação podem ter seu posicionamento ignorado caso não contribuam para a conformação da melhor ambiência possível de espaço público. Isso porque se admite que essas edificações podem vir a ser demolidas para dar lugar a edificações com densidades mais adequadas para a área.

A categoria **Volume** analisa as relações volumétricas do lote com o contexto, as relações entre vazios e cheios, as alturas, as relações entre as edificações e as vias, e as aberturas para iluminação e ventilação de compartimentos em edificações vizinhas. O projeto deve contribuir para o estabelecimento de uma rua-corredor, criar áreas permeáveis e verdes no interior da quadra, arborização na área frontal, passeio com largura compatível com a hierarquia viária e distanciamento mínimo das edificações existentes quando pelo menos uma das duas possui vão de iluminação, independentemente das relações que estabelece com o lote isoladamente. No caso de aberturas para terrenos não edificados deve se respeitar uma distância mínima, independentemente da altura.

Na categoria **Tipo**[3], os projetos devem propor uma tipologia que contribua para a integração do espaço público e privado, para a experiência do caminhar, para a conformação de uma rua-corredor e para o reconhecimento e valorização dos tipos edilícios existentes no entorno que reforcem positivamente esses objetivos. Deve ser realizada uma análise dos tipos edificados no entorno dos lotes, a partir de fotos ou de representações gráficas

[3] Conforme Costa (2018), o Tipo possui papel próprio na constituição da forma arquitetônica, através do qual ela pode ser identificada. É constituído pela análise de uma série de casos ilustrativos, identificados no âmbito dos fatos urbanos, que tenham entre eles uma analogia formal ou funcional óbvia e que respondem a um complexo de demandas: a) ideológicas; b) religiosas; c) de práticas ligadas a uma determinada situação histórica; d) de normas edilícias/ urbanas; e) de práticas de projeto. Trabalhar com tipos significa estabelecer um processo de criação contínuo e interligado, utilizando, criticando ou superando as soluções do passado.

tridimensionais visando identificar elementos arquitetônicos que os caracterizem e que contribuam para a definição do novo projeto.

A categoria **Integração** objetiva promover a integração física entre o empreendimento proposto e a cidade. A integração máxima ocorre quando os empreendimentos estão livres de delimitações físicas em seu perímetro, o pavimento térreo possui fachada ativa, ou seja, há espaços destinados ao uso de todos, como áreas comerciais e de serviços e áreas de lazer, tanto internas quanto externas à conformação edilícia proposta.

Em geral essa integração não ocorre quando o empreendimento está delimitado por barreiras físicas entre o espaço público e o privado, como muros, grades ou painéis de vidro; ou ocorre de maneira deficitária quando essas barreiras são instaladas dependendo do horário no dia (como no caso de lojas comerciais que instalam grades quando estão fechadas). Sempre que viável urbanisticamente, novos empreendimentos devem promover espaços de lazer, de comércio e de serviços no pavimento térreo, sem delimitações físicas. Essa atitude pode contribuir para que um local distante de áreas de lazer e comerciais se torne simultaneamente adequado e integrado.

O critério **Experiência** almeja valorizar a experiência do caminhar no espaço público ou privado, ao promover outros usos, possuir dimensionamento e espacialidade dos passeios adequados, pela existência de arborização e de fachadas ativas. Ele interage com o critério Integração já que considera também a relação entre o espaço frontal do lote e o espaço público (como a existência ou não de barreiras físicas). Esse critério é influenciado pelo tipo edilício proposto, na medida em que uma edificação do tipo embasamento mais torre, por exemplo, distancia as unidades residenciais da rua enquanto edifícios com unidades no térreo garantem uma proximidade física e visual entre as residências e o espaço público, gerando maior sensação de segurança.

3.3 Seção 3: mapas caracterizadores do CUC

Os mapas caracterizadores fornecem subsídios para um desenvolvimento de projeto bem fundamentado, devendo ser utilizados como justificativas para as tomadas de decisões, tanto por parte dos arquitetos e empreendedores, ao propor novas edificações multifamiliares, quanto por parte dos profissionais da Prefeitura, ao analisar novas solicitações de Licenças para Obras. São cinco os principais mapas que fazem parte do CUC: Mapa das Densidades e Infraestruturas; Mapa Viário; Mapa dos Lotes e das Edificações; Mapa das Áreas Protegidas; Mapa Qualificador. São mapas caracterizadores, que identificam e localizam as potencialidades, carências, qualidades e dinâmicas das diferentes partes da cidade. Todos são disponibilizados na internet de forma gratuita e atualizados dinamicamente à medida que novas informações são geradas.

No **Mapa das Densidades e Infraestruturas** se encontram representadas: 1) informações sobre as densidades habitacionais existentes; 2) informações sobre o perfil dos moradores (como renda per capita, número de habitantes por domicílio, idade, escolaridade, expectativa de vida, etc.); 3) as distâncias a pé de determinado lote para as principais infraestruturas urbanas no entorno; 4) informações sobre a capacidade de suporte (de fornecimento e já alocadas) das diferentes infraestruturas urbanas; 5) a densidade habitacional máxima para determinado lote, em função dos itens anteriores.

O **Mapa Viário** apresenta a hierarquia viária de todas as vias da cidade, incluindo a capacidade atual de deslocamento de veículos e pessoas e a média da capacidade utilizada. Esse mapa é referência para aplicação dos usos e parâmetros viários determinados na Seção 4. A tolerância ao convívio de uma maior quantidade de usos diferentes e com potenciais de geração de impacto (viário, ambiental, sonoro) aumenta na medida em que aumenta a hierarquia de uma determinada via. O Mapa também indica vias e trechos de vias que necessitam de alargamento por se encontrarem saturadas.

O **Mapa dos Lotes e das Edificações** (MLE) é organizado em duas camadas diferentes de acordo com as temáticas que contempla: informações sobre imóveis com potencial para construção; e dados sobre as edificações existentes e sobre o mercado imobiliário. Fornece, portanto, subsídios ao arquiteto para projetar novos edifícios de acordo com a realidade local, atendendo à função social da propriedade. Na primeira camada, o MLE identifica todos os lotes vazios localizados a menos de 1,0km de estações de transporte público bem como todas as edificações em situação de abandono existentes na cidade. Dentre os imóveis acima selecionados, o MLE especifica sobre quais incide dois instrumentos urbanísticos para obrigar ou induzir o imóvel a cumprir sua função social: a Ordem de Compra Obrigatória (OCO) ou o IPTU progressivo.

A segunda camada do MLE apresenta informações sobre as alturas das edificações, a quantidade de unidades, a metragem quadrada de cada unidade por tipo de uso, a área total construída, a quantidade de vagas de automóveis e o número de moradores, por edificação e por lote. Apresenta também dados sobre todos os processos de construção, reforma, etc. para determinado lote, como o projeto aprovado, o assunto, o número do processo, a data do despacho e o uso para o qual foi aprovado. Em relação ao mercado imobiliário, apresenta dados relativos à compra, venda e doação de imóveis, com valores, área, data do negócio e valor do imposto pago (ITBI e ITD).

O **Mapa das Áreas Protegidas** (MAP) é organizado em duas camadas diferentes de acordo com as diferentes temáticas: áreas protegidas da cidade; e proteção visual de áreas preservadas. O MAP identifica e demarca todos os imóveis e áreas protegidas da cidade (ambientais ou edificadas), fornecendo subsídios ao arquiteto para projetar novos edifícios de acordo com o respeito das pré-existências protegidas. Ou seja, são delimitadas a Área de Proteção Ambiental (APA), a Área de Proteção do Ambiente Cultural (APAC), a Área de Proteção do entorno de Bem Tombado (APE), a Área de Preservação Permanente (APP), assim como imóveis preservados, protegidos, ou tombados por todas as instâncias governamentais. Para cada área ou imóvel representado é indicada a legislação que a originou, a área de abrangência ou área construída, gabarito, uso principal, etc..

O MAP demarca os espaços aéreos que não podem ser obstruídos por novas edificações. Eles incluem a visada de importantes marcos, monumentos históricos ou áreas protegidas da cidade, bem como os cones de aproximação dos aeroportos. Nessas áreas a definição do gabarito e a volumetria de novas edificações, portanto, não pode se limitar ao atendimento e reconhecimento das pré-existências do entorno imediato onde estão inseridas, mas também devem levar em consideração esses aspectos mais abrangentes do espaço aéreo especificados no MAP.

O **Mapa Qualificador** da cidade permite que tanto o arquiteto que está concebendo um projeto para uma determinada localidade quanto o profissional da Prefeitura responsável pela sua aprovação possam compreender quais são as principais características, qualidades e

defeitos do seu entorno, a partir do olhar da população. Ela é a responsável por fornecer dados para esse mapa, podendo inserir comentários elogiativos ou negativos sobre aspectos urbanos, ambientais e edilícios. Podem também ser realizadas denúncias ou solicitações de serviços/ reparos diretamente do mapa.

3.4 Seção 4: parâmetros edilícios do CUC

A quarta Seção engloba a definição de parâmetros edilícios para novos empreendimentos. Embora não seja o foco da proposta, foram incluídos alguns tópicos que devem fazer parte do CUC e que influenciam a elaboração do projeto e a análise dos aspectos construtivos e espaciais da edificação proposta. Os tópicos são os seguintes: usos e habitações de interesse social; áreas permeáveis e verdes; ventilações e distanciamento entre edificações; tipos de vias; estacionamento de veículos e bicicletário; área útil mínima e tipologias residenciais; áreas não privativas; desempenho das edificações). Os parâmetros edilícios são apresentados em valores mínimos ou máximos, podendo ser obrigatórios ou aconselháveis conforme o caso.

Usos e Habitações de Interesse Social

Nos projetos em lotes vazios ou imóveis abandonados, os seus usos são definidos a partir da consulta ao Mapa Viário da Seção 3, de acordo com o tipo de via em que o lote se insere, com a proximidade de determinado uso predominante ou meio de transporte, e com o especificado adiante. Os usos atualmente exercidos em determinado lote na cidade são permitidos para os futuros empreendimentos nas suas respectivas áreas, desde que não estejam causando transtornos significativos à população que mora no entorno, não sejam extremamente destoantes do uso predominante no entorno (como uma indústria química pesada no centro de um bairro ocupado por edificações residenciais multifamiliares) ou não seja mais relevante (como uma creche em um bairro predominantemente composto por pessoas idosas). Em imóveis distando até 400m da entrada de estações de transporte público, é obrigatório implantar empreendimentos com uso misto, com no mínimo 50% das novas áreas construídas destinadas a unidades residenciais e 10% destinadas a usos comerciais ou de serviços, com fachada ativa e com densidades superiores ao entorno existente ou superiores à média existente para o bairro. No caso de ruas comerciais é exigido implantar unidades comerciais no térreo, desde que viável arquitetonicamente.

Os empreendimentos a menos de 1,0km de estação de transporte público e a mais de 1,0km de distância de áreas de comércio, serviços e lazer, são considerados inadequados, mas podem reverter essa situação. Para tanto, devem prover áreas de lazer públicas na proporção de, no mínimo, $3m^2$ por habitante do futuro empreendimento, não podendo ser inferior a $30m^2$. Esse valor não substitui a necessidade de as autoridades governamentais promoverem as áreas adequadas de espaços livres públicos, conforme apresenta Gomes e Queiroz (2017). Empreendimentos com 12 unidades ou menos estão isentos do provimento de área de lazer. Conforme o caso, o profissional da Prefeitura pode solicitar ou aconselhar a criação de área de recreação na área interna das edificações, sobretudo nas de maior porte. As áreas comerciais devem ser projetadas de acordo com a viabilidade econômica do local e o porte do empreendimento.

Em termos de Habitação de Interesse Social (HIS), todos os empreendimentos com mais de 50 unidades residenciais devem destinar 10% da área útil de todas as unidades para HIS. Os novos empreendimentos a serem projetados nos bairros de Tijuca, Centro, zonal sul e Barra

da Tijuca devem atender a um percentual superior a 20%. A critério da Secretaria de Urbanismo, poderão ser exigidas percentagens maiores em projetos de grande porte. De forma geral, o uso misto (dois ou mais usos diferenciados na mesma edificação ou empreendimento, sendo o uso residencial obrigatoriamente um deles) deve ser priorizado em todas as áreas da cidade, em equilíbrio, sobretudo, entre unidades residenciais, comerciais e de serviços. O acima exposto visa, portanto, fortalecer núcleos de atividades econômicas descentralizados e não dependentes da área central da cidade e reduzir a incidência de bairros dormitórios.

Áreas Permeáveis e Verdes

Conjuntamente com as orientações das categorias Posição, Densidade e Volume, o projeto deve atender à área permeável (a área do solo que não possui qualquer edificação sob ou sobre a sua projeção vertical) mínima obrigatória. Determinado trecho do lote pode possuir diferentes níveis de permeabilidade, de acordo com o tipo de material empregado como grama ou blocos de concreto com área para plantio de vegetação. No total, a área permeável em edificações residenciais multifamiliares deve atender a escala gradual de percentagem mínima em função da área do lote, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem mínima de área permeável em função da área do lote.

Área do lote	Área mínima
até 300m^2	10 a 30m^2
300 a 600m^2	10%
600 a 1.000m^2	15%
1.000 a 1.500m^2	20%
> 1.500m^2	25%

A arborização deve fazer parte do projeto arquitetônico, com o intuito de funcionar como anteparo visual entre janelas de imóveis confrontantes, proporcionar sombra para o interior do lote, para as unidades ou para o passeio, reduzir a poluição do ar e aumentar a umidade. Em todas as situações deve ser plantada, no mínimo, uma árvore no passeio e no interior do lote bem como atender a proporção de uma árvore para cada 30m^2 de área permeável (a qual equivale a, aproximadamente, um distanciamento médio entre mudas de médio porte). Para além do exposto, em todos os casos devem ser doadas mudas para a Prefeitura, na proporção de uma para cada 45m^2 de área total construída, tendo esse valor obtido a partir de uma aproximação da exigência total de doação de árvores segundo as normas atuais do Rio.

Ventilações e distanciamento entre edificações

No caso de fachadas com aberturas de vãos para iluminação, deve ser obrigatoriamente respeitada uma distância de, no mínimo, 1/3 da altura da menor edificação envolvida (não podendo ser inferior a seis metros). Essa relação foi definida a partir da análise da proporção entre altura edificada e largura de via em algumas das ruas mais visitadas ou mais belas de cidades como Viena (Kohlmarkt), Paris (Rue des Rosiers), Londres (Neal's Yard), Barcelona (Carrer dels Tallers). Quando as aberturas estiverem voltadas para terrenos não edificados, deve se respeitar uma distância mínima de 3m, independentemente da altura. Empreendimentos em áreas de favela podem ter essas medidas reduzidas em 50% quando se tratarem de edificações com até três pavimentos. A ventilação dos compartimentos deve atender a norma de desempenho NBR 15575/2013 e demais normas técnicas pertinentes.

Tipos de vias

Para a definição das larguras de vias e passeios e as suas características geométricas (de acordo com as suas diferentes finalidades), é aconselhável adotar os parâmetros definidos pelo Caderno de Instruções para Elaboração, Apresentação e Aprovação de Projetos Geométricos Viários Urbanos (SMO, 2016). É obrigatório avaliar a situação existente no local e as perspectivas de mudanças futuras para atender ao que o Caderno propõe. Dessa forma, diversos mapas da Seção 3 devem ser consultados, especialmente o Mapa Viário, que apresenta a classificação e espacialização das vias cariocas, de forma hierárquica de importância, no que diz respeito à movimentação de veículos e pedestres.

Estacionamento de Veículos e Bicicletário

Todos os empreendimentos residenciais multifamiliares devem prover vagas com características especiais (conforme padrão da NBR 9050/2020) para pessoas com deficiência ou com comprometimento de mobilidade (Tais como idosos, gestantes, lactantes, pessoas com criança de colo e obesos), de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: nº mínimo de vagas especiais em função do nº de unidades residenciais.

Número de unidades residenciais	Número mínimo de vagas especiais
até 12	1 vaga
De 13 a 50	2 vagas
Acima de 50	6%[4] do número previsto de habitantes

Os novos empreendimentos que distem mais de 1,0km de estações de transporte público, considerados inadequados, mas que estão localizados próximos de áreas comerciais, de serviços e de lazer, podem se tornar adequados caso forneçam áreas de estacionamento de veículos, para além daquelas estipuladas na Tabela 2. Nesse caso é necessário prover no mínimo o menor valor entre uma vaga para cada cinco habitantes ou uma vaga para cada 80m^2 de área útil de unidade (ou fração superior a 0,5). Pode ser provida no máximo uma vaga por unidade, caso esse valor seja superior ao valor mínimo. Empreendimentos em áreas de favela devem oferecer uma vaga para cada quatro unidades residenciais ou fração.

A quantidade de vagas de bicicleta está atrelada ao número de habitantes porque a área da unidade residencial e a quantidade de pessoas que nela moram podem variar muito. Dessa forma, em empreendimentos com mais de doze unidades, deve ser provido um espaço de estacionamento de bicicletas para cada cinco habitantes (ou conforme a necessidade e possibilidade local). O bicicletário deve ser projetado em qualquer área de fácil acesso da edificação. Em empreendimentos com abertura de novas vias públicas, as vagas de bicicletas e de veículos podem ser disponibilizadas no logradouro, as quais são exclusivas para os moradores da nova edificação.

Área útil mínima e tipologias residenciais

A área útil mínima da unidade não é limitada, mas deve possuir, no mínimo, um banheiro completo (chuveiro lavatório e bacia sanitária), instalações destinadas a cozinha e área de

[4] Esse valor foi baseado no estudo do IBGE (SIMÕES; ATHIAS; BOTELHO, 2018) que determinou a porcentagem de brasileiros que afirma ter "muita dificuldade" ou "não consegue de modo algum" caminhar ou subir degraus, além daqueles que afirmaram possuir deficiência mental.

estar/quarto. No projeto de unidades residenciais com áreas inferiores a $30m^2$ deve ser comprovada a existência de espaço suficiente para o convívio simultâneo de duas pessoas. Para tanto, é necessário representar, para além de todas as instalações acima exigidas, os equipamentos destinados a refeições/ estudo/ trabalho (como mesa e cadeiras), duas camas de solteiro ou uma de casal, e espaço para cozinhar, não podendo estar sobrepostas ou depender de movimentação ou articulação de mobiliário.

Em todos os empreendimentos com mais de 12 unidades é necessário prover no mínimo 3% da área útil de todas as unidades residenciais (no mínimo uma unidade) como uma unidade internamente acessível para pessoas com mobilidade reduzida de acordo com o prescrito na NBR 9050/2020. Em edificações residenciais multifamiliares com mais de 50 unidades, é obrigatório o projeto de unidades residenciais com diferentes tamanhos e soluções internas, condizentes com a demanda e com o perfil dos moradores da região.

Áreas não privativas em edificações

Todas as edificações devem prover, no mínimo, uma área para armazenamento temporário de lixo de fácil acesso a todos os moradores. Todos os empreendimentos com mais de 12 unidades devem prover no mínimo um banheiro/ vestiário completo e um local para refeições dos funcionários e um compartimento para depósito de material destinado a manutenção predial (como ferramentas, materiais gerais e de limpeza).

Desempenho da Edificação

Todas as edificações residenciais multifamiliares devem atender aos critérios relativos ao desempenho térmico, acústico, lumínico e de segurança contra incêndio e pânico conforme especificado pela Norma de Desempenho NBR 15575 e às demais normas pertinentes. Em relação aos parâmetros que não estão contidos nessa Seção deverão ser atendidas as diretrizes e determinações das normas pertinentes, como aquelas relacionadas a questões sanitárias, contra incêndio e pânico, ambiental, segurança do trabalho, etc., desenvolvidas pelos órgãos responsáveis ou pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da elaboração do CUC não foi realizar um exercício projetual ou normativo apenas, tampouco propor modificações pontuais dentro da lógica das construções normativas atuais. O CUC estabelece novas bases de discussão tanto das normas quanto da finalidade urbana das edificações, sobretudo as residenciais multifamiliares. Defende que as edificações devem ser projetadas ou estarem localizadas em territórios dotados de infraestruturas urbanas básicas; que a cidade deve ser constituída por edificações que estabelecem relações físicas e espaciais com os ambientes construídos e naturais pré-existentes; e que a forma deve ser regulada, segundo uma concepção de rua-corredor, caracterizada pela continuidade de fachadas no mesmo alinhamento.

O CUC está organizado em quatro seções: Princípios Gerais; Princípios Específicos; Mapas Caracterizadores; Parâmetros Edilícios e explora três vertentes principais: a pertinência, as pré-existências, e a forma, que, em conjunto, valorizam o uso do espaço público, propiciam maior qualidade de vida urbana e avançam no sentido de harmonizar a morfologia urbana e de potencializar a efetivação da função social da propriedade.

De forma geral, essa investigação contribuiu também para a construção de referências e ampliação do debate em relação às necessárias mudanças de paradigmas relativo às construções normativas, e sobre o papel do arquiteto e das normas jurídicas na produção da cidade no contexto da construção de edificações residenciais multifamiliares. Espera-se, sobretudo, que permita estabelecer novas bases para discussão sobre um futuro urbanístico que possa vir a ser seguido na cidade do Rio de Janeiro, tendo como norteadores os princípios do UC.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, código E-26/210.862/2024.

6 REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). **NBR 15575/2013 Edificações Habitacionais** - Desempenho - Partes 1 a 6. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020). **NBR 9050/2020 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT.

Costa, B. L. (2018) **Código Urbano Contextualizado: um futuro para o projeto arquitetônico residencial multifamiliar na cidade do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, PROURB/ FAU/ UFRJ.

Costa, B. L. (2023) A Contextualização em projetos de edificações residenciais multifamiliares. **Anais do XX ENANPUR Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional,** Belém, Universidade Federal do Pará.

Gomes, M. F., & Queiroz, D. R. (2017) Estudo dos espaços livres e áreas de lazer na cidade de Araçatuba-SP, **Caminhos de Geografia, 18**(61), 165-179.

Marks, M. (2016) **People Near Transit: Improving Accessibility and Rapid Transit Coverage in Large Cities,** Nova Iorque, ITDP.

Retto Junior, A. (2012) **Yannis Tsiomis**, ano 13, n. 050.03. Acesso em: 18 maio 2024, disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/11.050/4335.

Simões, A., Athias, L., e Botelho, L. (2018) **Panorama nacional e internacional da produção de indicadores sociais: grupos populacionais específicos e uso do tempo,** Rio de Janeiro, IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais.

SMO. (2016) **Caderno de instruções para elaboração, apresentação e aprovação de projetos geométricos viários urbanos,** Rio de Janeiro, PMRJ.

Tsiomis, Y. (2006) O ensino do projeto urbano entre a crise e a mutação. Em Machado, B. P. M., **Sobre Urbanismo**, Rio de Janeiro, Viana&Mosley, PROURB.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS E SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS DA EXPANSÃO URBANA DE NOVO HORIZONTE-SP (BRASIL) NA DRENAGEM SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ESTIVA

G. A. M. Asciutti, C. Bellintane Júnior, C. R. Godoi-Vieira, M. Monari, D. O. Martins, F. M. Kakuda, R. E. Córdoba e E. Masiero

RESUMO

A expansão urbana desprovida de planejamento contribui para a substituição de superfícies naturais por impermeáveis, agravando as inundações. O presente trabalho visa avaliar as condições atuais de drenagem superficial da bacia hidrográfica do Córrego da Estiva (Novo Horizonte-SP, Brasil) e simular os impactos da expansão urbana dentro da bacia para o ano de 2030. No software QGIS, foram delimitadas 7 sub-bacias e calculadas as correspondentes vazões de contribuição, para ambos os cenários, pelo Método Racional, sendo os respectivos coeficientes de *runoff* estimados através da ponderação de valores de referência para cada tipo de uso do solo. Os resultados sugerem que as 3 sub-bacias com maior índice atual de urbanização contribuem com 57% da vazão no exutório e que, para 2030, são projetados respectivos aumentos médio e máximo de 13% e 35% na vazão de contribuição das sub-bacias, alertando para a necessidade de projetos de microdrenagem urbana.

1 INTRODUÇÃO

Desastres ambientais ocorridos em território brasileiro, como o rompimento de barragens de rejeitos da mineração (Mariana-MG e Brumadinho-MG) e as recentes inundações no Estado do Rio Grande do Sul, têm instigado discussões importantes sobre como a intervenção humana impacta bacias hidrográficas (Ramos *et al*., 2023). Inobstante à escala dos problemas relacionados aos recursos hídricos, a identificação de cenários de risco é fundamental para que se possa proteger a população contra inundações, exposição a doenças, desabastecimento etc. (Freitas *et al*., 2019).

O aumento populacional desenfreado e o espraiamento das cidades, que tiveram início com a revolução industrial e se intensificaram desde então (sobretudo nas últimas décadas), têm contribuído para a substituição de superfícies naturais por impermeáveis, agravando as inundações e causando impactos sociais, econômicos e ambientais. Tais problemas são ainda mais graves nos países em desenvolvimento, onde o processo de urbanização ocorre de forma acelerada e, na maioria das vezes, sem planejamento prévio (Singh e Singh, 2011).

Embora a existência de rios que permeiem o tecido urbano possa ser visualmente agradável, além de exercer um importante papel no desenvolvimento das cidades em si, bacias hidrográficas que englobam áreas caracterizadas pela rápida expansão urbana são mais propensas a mudanças estruturais e funcionais de seu ecossistema que, naturalmente, é frágil (Li *et al*., 2018; Tang *et al*., 2020). Zhu *et al*. (2021), por exemplo, buscaram estudar a

influência de mudanças do uso do solo da cidade de Guangzhou (China) na bacia hidrográfica do Rio Liuxihe e, para isso, beneficiaram-se de dados multitemporais do satélite Landsat (1980 a 2015). Os resultados sugerem que a expansão urbana significativa entre os anos de 2000 e 2010 resultou na fragmentação e homogeneização do padrão paisagístico da área de estudo.

Tão importante quanto a avaliação dos efeitos de mudanças em curso é a previsão dos impactos decorrentes das projeções futuras de uso e ocupação do solo. Simular as consequências sobretudo da expansão urbana e das terras agricultáveis é uma etapa imprescindível no prognóstico das condições de drenagem urbana, embora também se configure como um grande desafio aos planejadores municipais (Campana e Tucci, 2001). A despeito disso, nas últimas décadas, vários autores têm buscado contribuir com esse campo do conhecimento técnico-científico, em especial no Brasil (cuja riqueza hídrica é notória), simulando diferentes cenários com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Benini *et al*. (2003) buscaram simular os impactos da implantação de um campus universitário e de novos bairros residenciais na bacia hidrográfica do Córrego do Mineirinho, em São Carlos-SP, associando SIG a técnicas de Sensoriamento Remoto e, para o cálculo das vazões, aplicando o Método Racional. Além disso, a bacia em questão foi subdividida em 7 sub-bacias, considerando-se os principais exutórios do córrego, de forma a facilitar o cálculo do balanço hídrico da região de estudo. Os resultados permitiram prever um aumento significativo na vazão máxima de todas as sub-bacias avaliadas e, com isso, orientar as autoridades municipais a implantarem um sistema de alerta ambiental. Anos depois, em 2015, dois dos autores do trabalho original beneficiaram-se de técnicas então mais recentes para proceder com novas simulações para o mesmo objeto de estudo, considerando os seguintes diferentes cenários (épocas): 1972 (pré-urbanização), 2000 e 2025, no último caso, com e sem Plano Diretor. Os novos resultados levaram à conclusão de que, inobstante às diretrizes previstas no plano, os riscos de inundação do local continuam altos, ilustrando a importância do monitoramento ambiental contínuo (Benini e Mendiondo, 2015).

Rodrigues e Santini Junior (2021) procuraram estudar os efeitos de técnicas compensatórias como trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, jardins de chuva e telhados verdes na sub-bacia urbana Ribeirão do Santa Rita, em Fernandópolis-SP. As técnicas utilizadas englobaram simulações em ambiente SIG e no *software* de modelagem hidrológica *Storm Water Management Model* (SWMM). Os resultados permitiram estimar atenuações na vazão de pico decorrentes de cada técnica compensatória individual e de associações entre elas, sugerindo aumentos no tempo de resposta da sub-bacia e, com isso, diminuindo o risco de inundações.

Diante da necessidade de se prever cenários de risco para a adoção de medidas e técnicas compensatórias, o objetivo do presente trabalho é avaliar as condições atuais de drenagem superficial das 7 sub-bacias que compõem a bacia hidrográfica do Córrego da Estiva, em Novo Horizonte-SP (Brasil), visando identificar aquelas cujo uso e ocupação do solo resultam em condições críticas no escoamento das águas pluviais. Além disso, pretende-se também simular o comportamento dessas sub-bacias, também com relação à drenagem superficial, para o ano de 2030, em situações de expansão urbana sem o planejamento prévio. Nesse contexto, as seguintes perguntas são formuladas para a pesquisa:

i. Nas condições atuais de uso e ocupação do solo da bacia do Córrego da Estiva, quais são as sub-bacias que apresentam maior contribuição ao escoamento das águas pluviais?

ii. Em um cenário de aumento dos índices de urbanização dentro da bacia (2030), quais seriam as contribuições adicionais de cada sub-bacia ao escoamento das águas pluviais?
iii. Visando mitigar problemas futuros de drenagem urbana, quais sugestões podem ser feitas aos planejadores locais com relação aos eixos de expansão da cidade?

2 MÉTODO

Nesta seção, é apresentado o método da pesquisa, englobando os dados do estudo de caso, as estimativas de expansão urbana de Novo Horizonte-SP para 2030 e as considerações necessárias ao cálculo das vazões pelo Método Racional. Em todas as etapas, o geoprocessamento dos dados espaciais foi realizado com o *software* QGIS *with* GRASS.

2.1 Bacia hidrográfica do Córrego da Estiva

O Córrego da Estiva está localizado no município de Novo Horizonte, na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). O município possui uma população pouco superior a 38.000 habitantes e compreende uma área de aproximadamente 932 km² (IBGE, 2022). Além disso, Novo Horizonte está totalmente inserido na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) do Tietê/Batalha (SIGRH, 2017).



Fig. 1 Mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego da Estiva

A Figura 2 apresenta as características gerais do objeto de estudo. A delimitação da bacia hidrográfica do Córrego da Estiva e sua repartição em sub-bacias foram realizadas utilizando-se os algoritmos GRASS *r.watershed* e *r.water.outlet*, tendo por base o Modelo Digital de Elevação (MDE) resultante da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros. Em seguida, procedeu-se com a vetorização das 7 sub-bacias para se estimar a área compreendida por cada uma delas. Esses valores também são apresentados na Figura 2.

O modelo SRTM sugere que as altitudes da área de estudo variam de 393 m (saída da água da bacia) a 515 m. No que se refere ao mapa de declividades, ao reclassificar o arquivo *raster* segundo as classes de declividade sugeridas pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA, 1979), utilizando os algoritmos GRASS *r.reclass* e *r.report* para tal, nota-se que 63% da bacia hidrográfica corresponde a um terreno "plano" (declividades limitadas a 3%), 32% a um terreno "suave-ondulado" (declividades entre 3% e 8%) e apenas 5% a um terreno "ondulado" (declividades entre 8% e 20%).

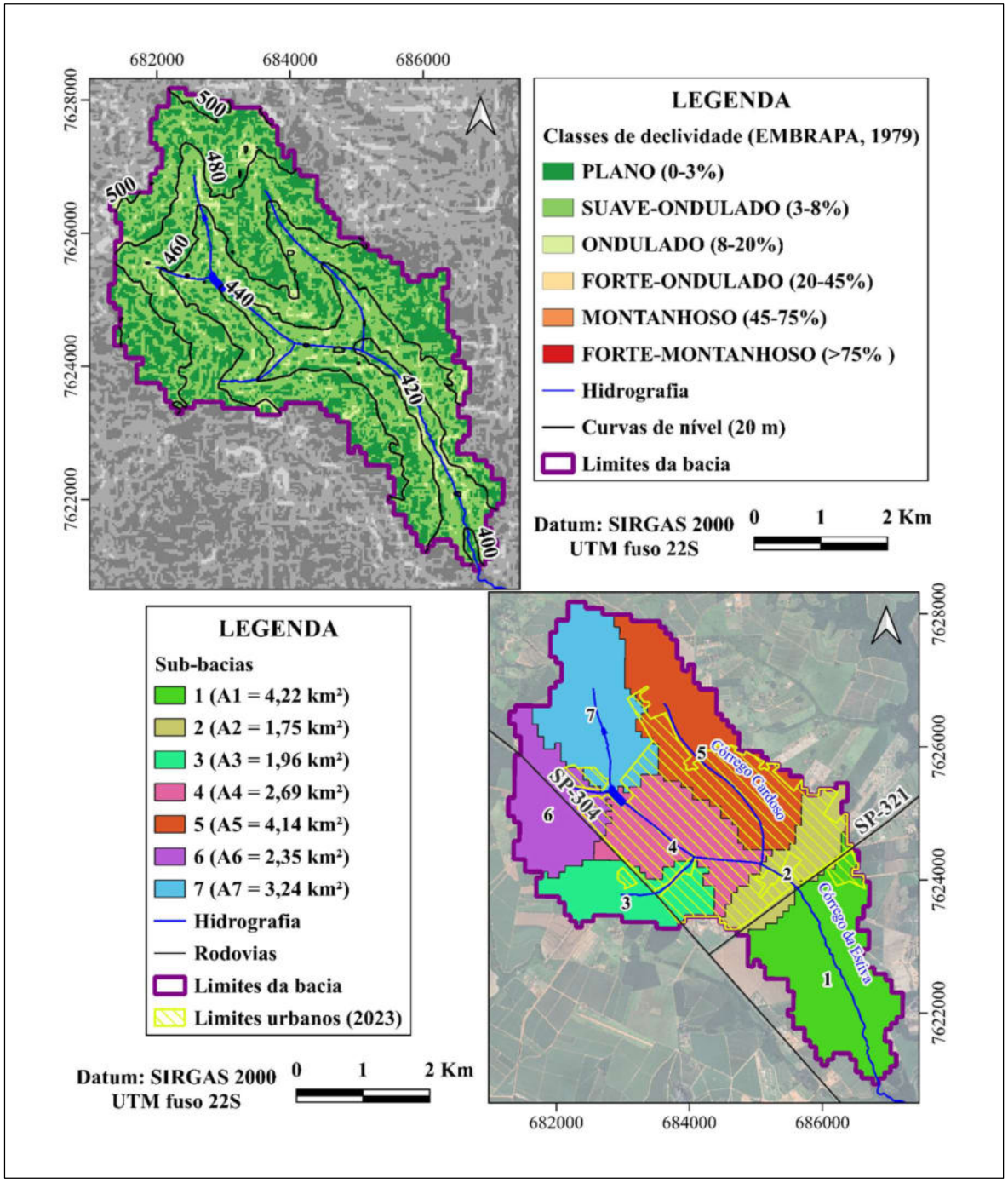


Fig. 2 Bacia do Córrego da Estiva: características topográficas e sub-bacias

2.2 Uso e ocupação do solo

A projeção da expansão urbana de Novo Horizonte-SP para 2030 foi feita com base em uma análise espaço-temporal de cartas topográficas (Folha Novo Horizonte – Código SF-22-X-D-I-4 – Data do Voo: 1965 – Ano Carta: 1972) do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE, 1972); ortofotos de 2010 a 2011, produzidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (EMPLASA, 2011); e imagens de 2015 e 2023 dos satélites Planet (2022) e Sentinel 2 (ESA, 2023), respectivamente. A Figura 3 resume todas essas fontes de informação, objetivando ilustrar a evolução da área urbana de Novo Horizonte-SP de 1965 a 2023.

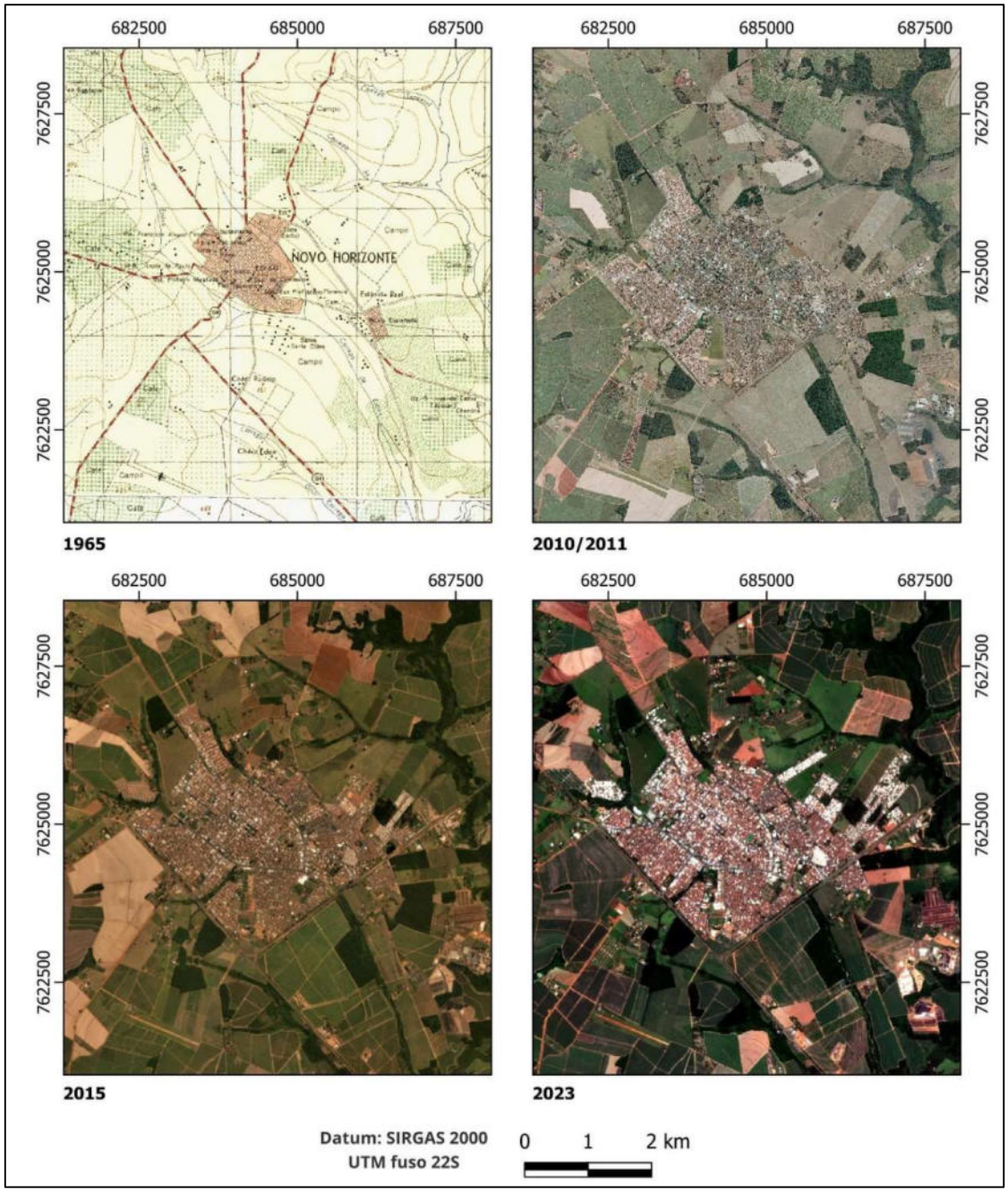


Fig. 3 Evolução da área urbana de Novo Horizonte-SP de 1965 a 2023

Em 1965, a área urbana de Novo Horizonte-SP ocupava aproximadamente 1,60 km². Já em dezembro de 2023, essa área era estimada em 7,33 km², o que corresponde a um crescimento anual médio de 6,17% no período considerado. Além disso, é possível constatar que as rodovias SP 304 e SP 321 têm limitado o crescimento da cidade à jusante da bacia analisada, resultando em eixos de expansão urbana restritos à direção noroeste e, com isso, na

implantação de novos loteamentos sobretudo dentro das sub-bacias 5, 6 e 7. Dessa forma, considerando-se a magnitude e a direção do crescimento urbano de Novo Horizonte-SP, para efeito de simulação, é razoável estimar um aumento pouco superior a 41% na área urbana do município para 2030, totalizando 10,36 km². O mapa inferior da Figura 4 apresenta essa área estimada.

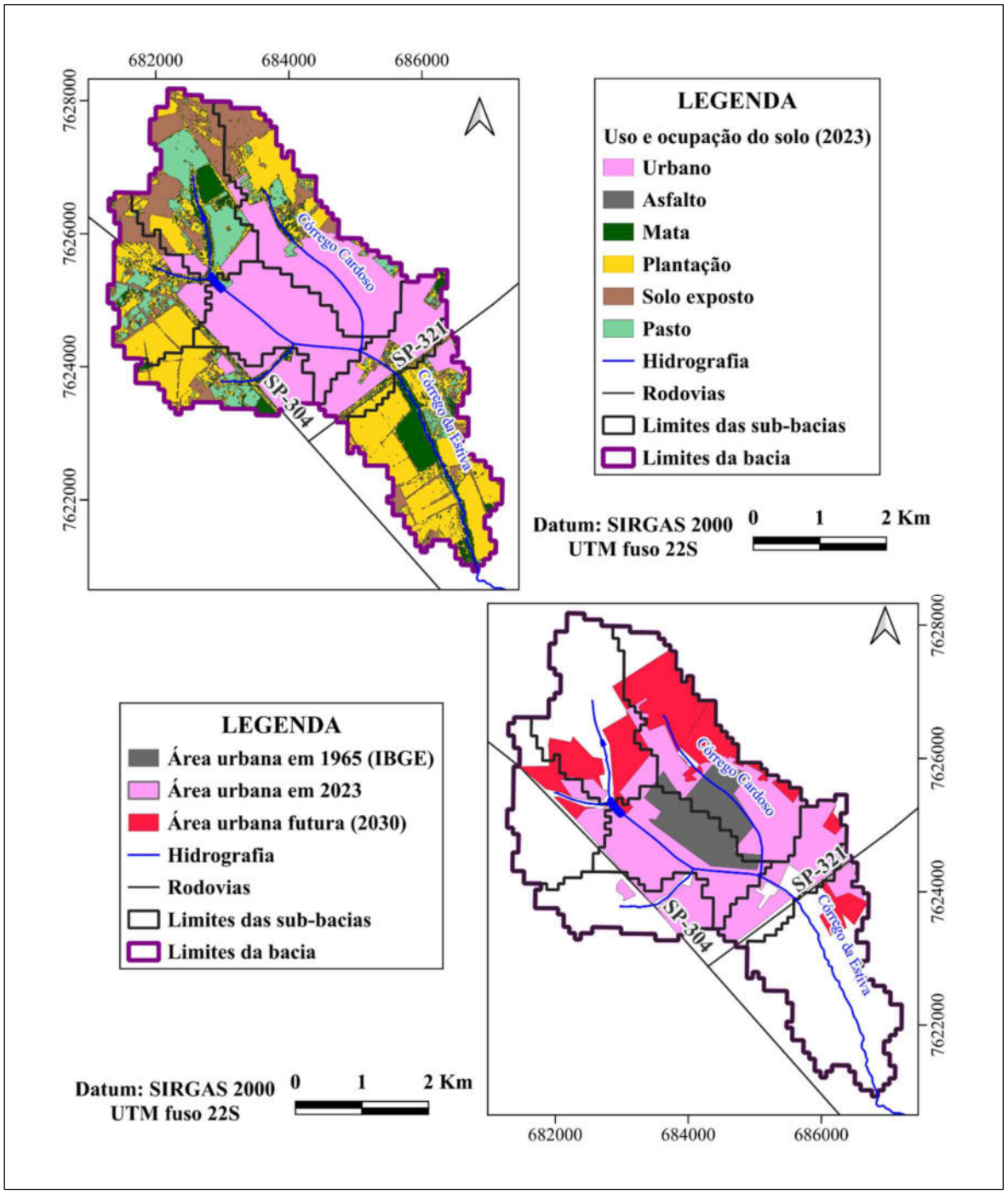


Fig. 4 Novo Horizonte-SP: uso e ocupação do solo atual e área urbana futura (2030)

Também na Figura 4 (mapa superior), são mostradas as condições atuais de ocupação e tipos de uso do solo da cidade de Novo Horizonte-SP. Para isso, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel 2, datadas de 03 de dezembro de 2023 (ESA, 2023), com resolução espacial

de 10 metros. A partir da combinação das bandas do espectro vermelho, verde e azul (bandas B4, B3 e B2, respectivamente) e da técnica de classificação supervisionada (atribuição de amostras dos diferentes tipos de uso do solo que ocorrem na área de estudo), foi possível, aplicando-se o algoritmo *Gaussian Mixture Model* do complemento *Dzetsaka* do QGIS, mapear o uso do solo dentro dos limites de cada sub-bacia. Para esta pesquisa, foram utilizadas 37 amostras e as classes analisadas foram: Urbano, Asfalto, Mata, Plantação, Solo exposto e Pasto. A Tabela 1 resume as porcentagens de cada classe, para as 7 sub-bacias, em ambos os cenários avaliados (2023 e de expansão urbana projetada para 2030).

Tabela 1 Porcentagens de classe e ocupação do solo por sub-bacia

Sub-bacia	Urbano (%)		Asfalto (%)		Mata (%)		Plantação (%)		Solo (%)		Pasto (%)	
	Atual	2030	Atual	2030	Atual	2030	Atual	2030	Atual	2030	Atual	2030
1	4,48	10,89	0,41	0,27	15,68	11,84	66,30	62,55	7,65	6,93	5,48	7,52
2	71,01	74,27	1,50	1,44	4,36	1,05	16,72	15,60	2,94	2,22	3,47	5,42
3	31,45	31,48	0,69	0,69	8,08	4,12	39,50	39,49	8,44	8,43	11,84	15,79
4	94,16	95,17	0,27	0,26	0,48	0,00	3,62	3,28	0,48	0,47	0,99	0,82
5	52,57	90,30	0,24	0,01	2,37	0,37	23,53	1,38	14,37	7,69	6,92	0,25
6	11,45	22,41	0,75	0,32	4,64	1,82	49,93	43,99	19,16	16,02	14,07	15,44
7	9,81	36,12	0,06	0,02	10,20	7,18	24,02	14,65	30,60	25,77	25,31	16,26

2.3 Cálculo de vazões pelo Método Racional

Para a estimativa do pico de cheia, neste trabalho, foi empregado o Método Racional, conforme as Equações (1) e (2) a seguir. O método foi concebido partindo-se da premissa de que a máxima vazão decorrente de uma chuva com intensidade uniforme ocorre quando toda a bacia passa a contribuir para a seção de drenagem e, para que isso aconteça, o tempo necessário (medido a partir do início da chuva) é referido como *tempo de concentração* (T_c) da bacia (Pinto *et al*., 1975; Pinto *et al*., 1976). É importante destacar que embora a facilidade de controle das variáveis de entrada encoraje a aplicação do método, autores como Linsey e Franzini (1964) sugerem que ela seja limitada a bacias com áreas inferiores a 5 km².

$$Q = \varphi * (C * i * A) / 3{,}6 \quad (1)$$

$$\varphi = 1 / [(100 * A)^{1/n}] \quad (2)$$

Onde:
Q: vazão (m³/s)
φ: coeficiente de retardo (para A > 0,6 km²)
n: constante = {4, se declividade da vertente principal ≤ 0,5%; 5, se declividade da vertente principal ≤ 1%; 6, caso contrário}
C: coeficiente de *runoff*
i: intensidade da precipitação (mm/h)
A: área da bacia de contribuição (km²)

O tempo de concentração de cada sub-bacia foi estimado utilizando-se a Equação (3) a seguir (Kirpich, 1940):

$$T_c = 0{,}0663 * L^{0{,}77} * S^{-0{,}385} \quad (3)$$

Onde:

T_c: tempo de concentração (h)
L: comprimento da vertente principal (km)
S: declividade média da vertente principal (m/m)

Para a aplicação do Método Racional, fixando-se um Tempo de Retorno (T_r), a intensidade a ser considerada para a precipitação pluvial é a máxima média observada em um determinado intervalo de tempo, sendo a situação crítica aquela em que o tempo de duração da precipitação (T_d) é igual ao T_c (Pinto *et al*., 1976). Assim, considerando-se diferentes Tempos de Retorno (T_r = 10 anos, T_r = 25 anos, T_r = 50 anos e T_r = 100), a intensidade média da precipitação pluvial foi calculada, neste trabalho, utilizando-se a Equação (4) (Denardin e Freitas, 1982). As constantes de ajuste local para o município Novo Horizonte-SP foram obtidas por meio do *software Plúvio* 2.1 (GPRH, 2006).

$$i = [K * (T_r)^a] / [(T_d + b)^c] \quad (4)$$

Onde:
i: intensidade da precipitação (mm/h)
T_r: Tempo de Retorno (anos)
T_d: tempo de duração da precipitação (min)
K, a, b e c: constantes de ajuste local {K = 1.732,860; a = 0,124; b = 24,977; c = 0,816}

De todo o volume precipitado na bacia, apenas uma parte escoa superficialmente até a seção de vazão, o que varia de acordo com o tipo de solo e com a ocupação da própria bacia (Pinto *et al*., 1976). Para casos em que essa ocupação é heterogênea, é sugerido calcular o coeficiente de *runoff* (ou C, também comumente referido como coeficiente de deflúvio) como a média ponderada dos tipos de ocupação, conforme a Equação (5). Neste trabalho, foram adotados os seguintes valores de referência de C para os diferentes tipos de uso do solo: 0,90, para Urbano; 0,95, para Asfalto; 0,35, para Mata ou Pasto; 0,38, para Plantação; e 0,34 para Solo exposto (Pinto *et al*., 1976; DAAE, 1994; Tucci, 2001; Benini *et al*., 2003).

$$C = \sum (C_i * A_i) / \sum A_i \quad (5)$$

Onde:
C: coeficiente médio de deflúvio
C_i: coeficiente de deflúvio para tipo *i* de uso do solo
A_i: área da bacia correspondente ao tipo *i* de uso do solo (km²)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam, respectivamente, os seguintes resultados do trabalho: tempos de concentração e coeficientes de *runoff* (2023 e 2030) para cada sub-bacia; intensidade da precipitação, para os diferentes T_r, considerando-se o máximo tempo de concentração entre as sub-bacias ($T_{c\ máximo}$), isto é, assegurando que toda a bacia passa a contribuir para a seção de drenagem; e previsão para as vazões máximas (2023 e 2030) das 7 diferentes sub-bacias.

Endereçando-se à primeira pergunta formulada para a pesquisa, atualmente, as sub-bacias 5, 4 e 2 são aquelas que apresentam as maiores vazões máximas, contribuindo com 57% da vazão total que escoa até a saída de água da bacia do Córrego da Estiva. No caso da sub-bacia 5, a grande contribuição é justificada pela considerável área da própria sub-bacia, e por mais da metade dessa área ser destinada a assentamentos urbanos, que contribuem para

o escoamento das águas pluviais. Já no caso das duas demais bacias, embora elas apresentem dimensões consideravelmente menores que a primeira, mais de 94% e 71% de suas respectivas áreas são caracterizadas pelo uso do solo do tipo Urbano.

Tabela 2 Tempos de concentração e coeficientes de *runoff* (2023 e 2030)

Sub-bacia	C (2023)	C (2030)	Tc (min)
1	0,40	0,43	67,62
2	0,75	0,77	15,25
3	0,54	0,54	13,81
4	0,87	0,88	46,05
5	0,65	0,85	31,40
6	0,43	0,49	8,18
7	0,41	0,55	18,68

Tabela 3 Intensidade da precipitação, para cada T_r, considerando-se o $T_{c\ máximo}$

T_r (anos)	i (mm/h)
	$T_{c\ máximo}$ = 67,62 min
10	57,28
25	64,17
50	69,93
100	76,21

Tabela 4 Previsão para as vazões máximas (2023 e 2030) das diferentes sub-bacias

Sub-bacia	Q (m³/s) [considerando i (mm/h) referente ao $T_{c\ máximo}$]							
	T_r = 10 anos i = 57,58 mm/h		T_r = 25 anos i = 64,17 mm/h		T_r = 50 anos i = 69,93 mm/h		T_r = 100 anos i = 76,21 mm/h	
	2023	2030	2023	2030	2023	2030	2023	2030
1	28,56	30,97	32,00	34,69	34,87	37,81	38,00	41,20
2	32,02	32,75	35,87	36,69	39,09	39,99	42,60	43,58
3	25,07	25,08	28,09	28,10	30,61	30,62	33,36	33,37
4	52,72	53,05	59,07	59,43	64,37	64,77	70,14	70,58
5	56,09	73,47	62,84	82,31	68,48	89,69	74,63	97,74
6	23,34	26,39	26,15	29,56	28,49	32,21	31,05	35,11
7	28,95	39,03	32,44	43,73	35,35	47,65	38,52	51,93

No que se refere à segunda pergunta da pesquisa, comparando-se os cenários atual (2023) e projetado para 2030, nota-se que, com exceção da sub-bacia 3 (onde projeta-se que grande parte do uso do solo do tipo Mata seja substituído por Pasto, para os quais foram atribuídos valores semelhantes de C), é esperado um aumento na vazão máxima de todas as demais sub-bacias que contribuem à bacia hidrográfica do Córrego da Estiva. Em média, estima-se que esse aumento, em termos percentuais relativos, seja de 13%, porém acréscimos críticos de aproximadamente 35% e 31% da vazão máxima são esperados para as sub-bacias 7 e 5, respectivamente. Esses casos críticos resultam justamente dos eixos de expansão restritos à direção noroeste de Novo Horizonte-SP, contribuindo com a substituição sobretudo das classes Mata, Solo exposto e Pasto (com coeficientes de deflúvio limitados a 0,35) por superfícies impermeáveis. Nas sub-bacias de 1 a 4, em contrapartida, os usos do solo já bem definidos e as limitações de crescimento condicionadas à existência da SP 321 refletem em pequenas contribuições adicionais na vazão para o cenário projetado.

Por último, respondendo à terceira pergunta da pesquisa, visando mitigar problemas futuros de drenagem urbana, é imprescindível que novas revisões do Plano Diretor Municipal de Novo Horizonte-SP, instituído via Lei Municipal nº 2.645/2006 (Prefeitura de Novo Horizonte, 2006), atentem para o crescimento urbano condicionado a regramentos e incluam medidas mitigadoras para "recuperar" a bacia hidrográfica do Córrego da Estiva. Em outras palavras, isso significa dizer que a formação de novos loteamentos deve ser acompanhada por projetos de microdrenagem, especialmente nas sub-bacias 5 e 7, além de efetivamente serem adotadas políticas permanentes de manutenção de áreas permeáveis nas bacias de drenagem urbana. Ademais, é de suma importância que se faça cumprir com rigor a Lei de Parcelamento do Solo de Novo Horizonte-SP (Lei Municipal nº 4.854/2019), que proíbe o parcelamento em terrenos impróprios, como os sujeitos a inundações e/ou alagamentos, cabendo aos interessados tomarem providências para garantir o escoamento das águas (Prefeitura de Novo Horizonte, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as condições atuais de drenagem superficial da bacia hidrográfica do Córrego da Estiva, em Novo Horizonte-SP (Brasil), e simular os impactos da expansão urbana dentro da bacia para o ano de 2030. Combinando técnicas de Sensoriamento Remoto, conceitos clássicos de Hidrologia e simulações em ambiente SIG, foi possível identificar as sub-bacias críticas com relação aos eventuais aumentos na vazão de contribuição para o período considerado. Assim, entendendo-se que tais aumentos são decorrentes da interferência antrópica dentro da área de estudo, é possível nortear ações futuras para a conservação e recuperação ambiental da bacia.

Dentre as limitações do trabalho, embora lastreada em uma análise espaço-temporal de diferentes fontes de informação, destaca-se a relativa subjetividade da projeção urbana considerada para Novo Horizonte-SP. Além disso, apesar dos resultados da pesquisa serem suficientes para fornecer uma ordem de grandeza das vazões e para embasar ações mitigadoras em um contexto geral, sobretudo em âmbitos legais (revisão do Plano Diretor, fiscalização do parcelamento do solo etc.), sugere-se que trabalhos futuros apliquem outros métodos (alheios ao Método Racional) para previsão das vazões máximas. Além disso, mais autores são encorajados a conduzir simulações em ambiente SIG para auxiliar na tomada de decisão mais assertiva, econômica e sustentável com relação aos elementos de microdrenagem urbana e às técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, "piscinões", microrreservatórios individuais, poços e trincheiras de infiltração etc.

5 REFERÊNCIAS

Benini, R. D. M., Martioli, C. e Mendiondo, E. M. (2003) Uso de SIG associado ao Método Racional para previsão de vazões na bacia do Córrego do Mineirinho, São Carlos-SP. **Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, Goiânia-GO**, 1-10. Porto Alegre, Brasil.

Benini, R. D. M. e Mendiondo, E. M. (2015) Urbanização e Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Mineirinho. **Floresta e Ambiente**, 22(2), 211-222. DOI: 10.1590/2179-8087.103114.

Campana, N. A. e Tucci, C. E. M. (2001) Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio basin, Porto Alegre, Brazil. **Urban Water**, 3, 113-124. DOI: 10.1016/S1462-0758(01)00004-8.

DAEE (1994) **Manual de Cálculo de Vazões Máximas, Médias e Mínimas para as Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica. 64 p.

Denardin, J. E. e Freitas, P. L. (1982) Características fundamentais da chuva no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 10(14), 1409-1416.

EMBRAPA (1979) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Reunião Técnica de Levantamento de Solos**, n. 10. Rio de Janeiro.

EMPLASA (2011) **Ortofotos do Estado de São Paulo - 2010/2011**. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. Disponível em: http://datageo.ambiente.sp.gov.br/. Acesso: 28 abr. 2024.

ESA (2023) **Copernicus Sentinel Data**. European Space Agency. Disponível em: https://scihub.copernicus.eu/. Acesso: 15 abr. 2023.

Freitas, C. M., Barcellos, C., Asmus, C. I. R. F., Silva, M. A. e Xavier, D. R. (2019) Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Caderno de Saúde Pública**, 35(5). DOI: 10.1590/0102-311X00052519.

GPRH (2006) **Pluvio 2.1**. Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: https://www.gprh.ufv.br/?area=softwares. Acesso: 17 dez. 2023.

IBGE (1972) **Folhas Topográficas – 1:50.000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/. Acesso: 28 abr. 2024.

IBGE (2022) **Estimativas da População**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/novo-horizonte.html. Acesso: 23 abr. 2024.

Kirpich, Z. P. (1940) Time of concentration of small agricultural watersheds. **Journal of Civil Engineering**, 10(6), 362.

Li, C., Zhang, Y., Kharel, G. e Zou, C. B. (2018) Impact of climate variability and landscape patterns on water budget and nutrient loads in a peri-urban watershed: a coupled analysis using process-based hydrological model and landscape indices. **Environmental Management**, 61, 954-967. DOI: 10.1007/s00267-018-1019-4.

Linsley, R. K. e Franzini, J. B. (1964) **Water resources engineering**. McGraw-Hill, Nova York.

Pinto, N. L. S. (1975) *et al*. **Vazão de dimensionamento de bueiros**. Rio de Janeiro: IPR, Publ. 478, 56p.

Pinto, N. S., Holtz, A. C. T., Martins, J. A. e Gomide, F. L. S. (1976) **Hidrologia básica**. 1ª ed. São Paulo: Blucher.

Planet (2022) **Imagens Basemap do Satélite Planet**. Disponível em: https://www.planet.com/basemaps/. Acesso: 28 abr. 2024.

Prefeitura de Novo Horizonte (2006) **Lei Municipal nº 2.645, de 02 de outubro de 2006**. Plano Diretor de Novo Horizonte/SP. Disponível em: http://leismunicipa.is/otkza. Acesso: 15 dez. 2023.

Prefeitura de Novo Horizonte (2019) **Lei Municipal nº 4.854, de 10 de julho de 2019**. Define o parcelamento do solo no município de Novo Horizonte e dá outras providências. Disponível em: http://leismunicipa.is/ktqiz. Acesso: 15 dez. 2023.

Ramos, A. M., Victral, D. M. e Rezende, S. (2023) Participação e controle social em saneamento no contexto da reparação de danos dos desastres em Mariana e Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 25. DOI: 10.22296/2317-1529.rbeur.202314pt.

Rodrigues, G. C. e Santini Junior, M. A. (2021) Avaliação do emprego de técnicas compensatórias na sub-bacia urbana Ribeirão do Santa Rita do município de Fernandópolis, São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 26(2), 231-237. DOI: 10.1590/S1413-415220180251.

Singh, R. B. e Singh, S. (2011) Rapid urbanization and induced flood risk in Noida, India. **Asian Geographer**, 28(2), 147-169. DOI: 10.1080/10225706.2011.629417.

SIGRH. **Tietê-Batalha**. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/cbhtb/apresentacao. Acesso: 23 abr. 2024.

Tang, J., Li, Y., Cui, S., Xu, L., Ding, S. e Nie, W. (2020) Linking land-use change, landscape patterns, and ecosystem services in a coastal watershed of southeastern China. **Global Ecology and Conservation**, 23. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01177.

Tucci, C. E. M. (2001) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ª ed. Porto Alegre: UFRGS.

Zhu, Z., Liu, B., Wang, H. e Hu, M. (2021) Analysis of the Spatiotemporal Changes in Watershed Landscape Pattern and Its Influencing Factors in Rapidly Urbanizing Areas Using Satellite Data. **Remote Sensing**, 13. DOI: 10.3390/rs13061168.

O PAPEL DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) NA APROVAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS: O CASO DE SÃO CARLOS (SP)

C. A. Santilli, R. B. Peres

RESUMO

A Política Urbana Brasileira (Lei 10.257/2001) consolidou princípios de ordenamento territorial e da função social. Entretanto, possui poucos instrumentos estudados e implementados de fato, mesmo decorridos mais de 20 anos da sua promulgação. Um deles é o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), instrumento de democratização e gestão ambiental urbana. Este trabalho analisa o papel desempenhado pelo EIV em processos de empreendimentos habitacionais de São Carlos (SP). Foram selecionados 13 processos, entre 2006 e 2018. Os papéis do EIV analisados foram: 1) apoio ao licenciamento urbanístico e 2) apoio à gestão democrática. O primeiro esteve presente em quatro processos, ao passo que o segundo foi constatado em dois. Identificaram-se desafios, como frágil regulamentação e escassez de pareceres conclusivos. Medidas de aprimoramento foram indicadas, como previsão de Termos de Referência e definição de critérios e procedimentos. A precária participação pode ser aprimorada com regulamentação de audiências e ampla publicidade dos processos.

1 INTRODUÇÃO

A função social da cidade e da propriedade foram destaques da Lei Federal 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade (MEDEIROS *et al.*, 2022). Este documento legal representa uma conquista social ao consolidar os dispositivos constitucionais da Política Urbana Nacional Brasileira prevista pela Constituição Federal (DIAS *et al.*, 2023), tendo como principal objetivo a cidade socialmente justa e ambientalmente equilibrada (HOSHINO *et al.*, 2014).

Embora nascido em um ambiente de otimismo, o Estatuto da Cidade completou, em 2021, 20 anos em um momento histórico muito diferente. Ao analisar esse momento, Fernandes (2021) discute sua trajetória considerando quatro fases: otimismo; desconfiança; descrédito; e, certo abandono. Um dos fatores que ajuda a explicar a mudança de rumo é a necessidade de regulamentação específica de muitos instrumentos previstos pelo EC. Entre os instrumentos formulados para atingir tal objetivo está o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), considerado um importante instrumento de planejamento e democratização da gestão urbana (SCHASBERG *et al.*, 2016; PERES & CASSIANO, 2019). Esses objetivos são alcançados através da análise da previsão de impactos potenciais de empreendimentos e atividades no seu entorno, auxiliando o gestor na tomada de decisão, e permitindo a participação da população afetada neste processo (ABREU *et al*., 2019).

O Estatuto da Cidade apresenta três artigos que dispõe sobre o EIV. O Artigo 37 descreve o conteúdo mínimo a ser contemplado pelos estudos, enquanto o artigo 38 exige a publicidade dos documentos integrantes do estudo, além de sua disponibilização para consulta pública. O artigo 36 requer que os municípios elaborem lei municipal para indicar quais empreendimentos e atividades estarão sujeitos à elaboração do estudo. A exigência de regulamentação municipal pode gerar atrasos ou até inviabilizar sua aplicação (FARIA; CORREIA, 2021). Outro obstáculo à aplicação do instrumento é a ausência de uma estrutura federal que apoie os municípios com ações de capacitação institucional e administrativas e diretrizes para as regulamentações necessárias (CARMONA, 2021).

O município de São Carlos (SP) é um caso representativo que passou por um processo histórico de intensa ocupação nas últimas décadas. Localizado na região central do Estado de São Paulo, cerca de 232 km a noroeste da capital paulista, apresenta uma população de 254.822 habitantes (IBGE, 2022). Stanganini e Lollo (2018) estudaram a urbanização do município, entre os anos de 1980 e 2016, e constataram um aumento de áreas urbanizadas, passando de 37,74 km², na década de 1980, para 80,82 km², na década de 2010. No período mais recente, entre os anos de 2006 e 2018, a implantação de empreendimentos para fins habitacionais se concentrou nas áreas periurbanas do município.

No território brasileiro, toda atividade de construção ou novo empreendimento deve passar por um processo de avaliação e aprovação pública, denominada licenciamento urbanístico (PERES; CASSIANO, 2019). Esse procedimento de licenciamento constitui um mecanismo preventivo, uma vez que avalia se as normas relacionadas ao bem-estar da comunidade estão sendo seguidas, com base em critérios que abrangem aspectos físico-ambientais, socioeconômicos e aspirações locais (PARANÁ, 2018). Entretanto, ainda há muitos aspectos relacionados ao licenciamento que merecem atenção. Um deles refere-se aos procedimentos onerosos e burocráticos, que acabam impulsionando a ilegalidade. E, justamente, a cidade ilegal se torna regra, escancarando a contradição entre leis avançadas e realidade arcaica (MARICATO, 2014). Ainda assim, a crescente flexibilização dos planos urbanos, ampliam processos de especulação imobiliária, favorecimento e financeirização (ABRAMO, 2001).

O EIV é um desses instrumentos de controle administrativo, possibilitando que os municípios definam os tipos de empreendimentos que serão submetidos à apresentação de estudos de impactos, e condicionando-os à observação de impactos em menor escala (INGUAGGIATO *et al.*, 2021).

No Município de São Carlos, existem quadro documentos legais que dispõe sobre o EIV. O primeiro, a Lei nº 13.056/2002, foi sancionada de modo a atender ao disposto no artigo 36 do EC. Assim como ocorreu em diversos outros municípios, essa regulação pouco acrescentou para aprimorar a utilização do EIV. Em 2005, foi instituído o Plano Diretor (Lei nº 13.691/2005), que dedicou uma seção a este instrumento. Porém, deixou a cargo do poder executivo regulamentar "os critérios e procedimentos para aplicação deste instrumento" (SÃO CARLOS, 2005, p.60). Em 2016, foi aprovada a Revisão do Plano Diretor (Lei nº 18.053/2016) que, em seu Capítulo XII, dispõe sobre EIV. Este capítulo abordou de maneira mais detalhada o instrumento, porém, ainda deixou lacunas ao atribuir ao Poder Executivo a obrigação de apresentar Lei municipal específica, em um prazo de 180 dias. Somente no ano de 2023 a Lei específica foi sancionada: Lei nº 21.808/2023.

Diante da importância do aumento dos estudos e da real aplicação do EIV, este trabalho teve o objetivo de analisar o papel desempenhado por este instrumento no processo de licenciamento de empreendimentos para fins habitacionais no município de São Carlos (SP).

2 METODOLOGIA

A pesquisa utilizou abordagem integrada de métodos quantitativos e qualitativos, dando maior ênfase à análise qualitativa. Como procedimentos metodológicos, inicialmente foi realizado o levantamento e a sistematização dos empreendimentos de parcelamento de solo aprovados no munícipio de São Carlos, entre os anos de 2006 e 2018, para os quais foram exigidos EIV. Em seguida, selecionou-se os empreendimentos para fins habitacionais de interesse, com base nos critérios definidos. E, por fim, análise concentrou-se nos processos de empreendimentos para fins habitacionais que exigiram o EIV, por meio da aplicação de quadros analíticos para avaliar os procedimentos adotados.

2.1 Empreendimentos submetidos à apresentação de EIV

Entre 2006 e 2018, foram aprovados 56 empreendimentos de parcelamento do solo, cuja aprovação foi publicada no Diário Oficial do município de São Carlos. Analisando os empreendimentos que foram submetidos à elaboração do EIV no município de São Carlos (SP), constatou-se que a maioria (52) era composta por parcelamento do solo para fins residenciais. Esses empreendimentos foram divididos em diferentes tipologias, com destaque para os condomínios e loteamentos residenciais, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 Tipologia dos empreendimentos de parcelamento do solo aprovados no município de São Carlos (SP), entre os anos de 2006 e 2018

Tipologia dos Empreendimentos	Número de Empreendimentos aprovados
Condomínio Residencial	19
Loteamento (residencial e misto)	22
Loteamento industrial	2
Empreendimento Habitacional de Interesse Social (EHIS)	11
Condomínio industrial e comercial	2
Total	**56**

Com base nesse levantamento, foram adotados dois critérios para selecionar os empreendimentos de análise: recorte por tipologia e temporal. Como tipologia, adotou-se o parcelamento do solo para fins residenciais, uma vez que há previsão de apresentação de EIV para esses empreendimentos no Plano Diretor Municipal (SÃO CARLOS, 2016).

O recorte temporal iniciou-se no ano de 2006, pois o Plano Diretor de São Carlos foi instituído no final de 2005 e, a partir daí, começou-se a exigir a apresentação do EIV para a aprovação de determinadas tipologias de empreendimentos e/ou atividades. Esta exigência permaneceu no Plano Diretor de 2016. Para que toda a tramitação do processo administrativo estivesse disponível para consulta pública, inclusive as apreciações nos conselhos (Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA e Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano - COMDUSC), determinou-se o ano de 2018 como ano final da análise.

2.2 Levantamento e classificação dos empreendimentos habitacionais para análise

Para identificar os decretos de aprovação dos empreendimentos de parcelamento do solo, inicialmente, foram analisadas todas as publicações do Diário Oficial do município de São Carlos (SP), entre 2006 e 2018. Após a leitura e análise das publicações dos atos oficiais entre 2006 e 2018, foram identificados 56 empreendimentos de parcelamento do solo aprovados. Destes, foram excluídos os que não eram de tipologias residenciais e os processos administrativos abertos antes de 2006, seguindo os critérios de inclusão descritos anteriormente, o que resultou em 33 processos administrativos de empreendimentos habitacionais selecionados, cuja localização é a apresentada na Figura 1.

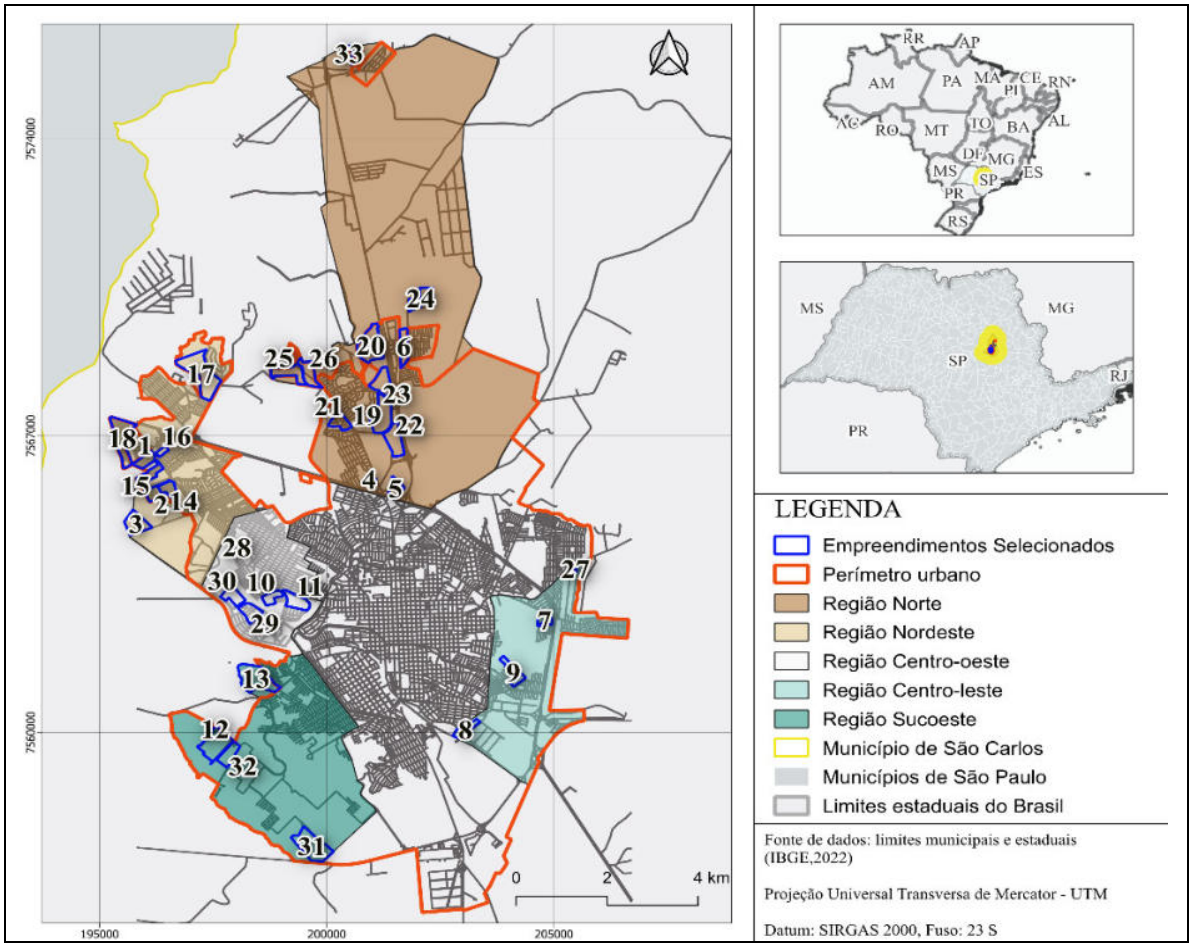


Fig. 1 Localização dos empreendimentos de parcelamento do solo para fins habitacionais de São Carlos (SP), aprovados entre os anos de 2006 e 2018

No que concerne às quantidades e às tipologias dos empreendimentos de parcelamento do solo para fins habitacionais, observou-se uma variação no número de empreendimentos aprovados ao longo dos anos, conforme observado na Figura 2. Nos anos de 2006, 2009 e 2013, apenas um empreendimento habitacional teve seu decreto publicado no Diário Oficial, em contraste com os anos de 2012 e 2017, onde 6 e 7 empreendimentos foram aprovados, respectivamente.

A partir de 2012, notou-se um incremento, impulsionado pelos empreendimentos habitacionais de interesse social, os quais foram fomentados pelo governo federal por meio do Programa "Minha Casa, Minha Vida", implementado pela Lei n. 11.977/2009.

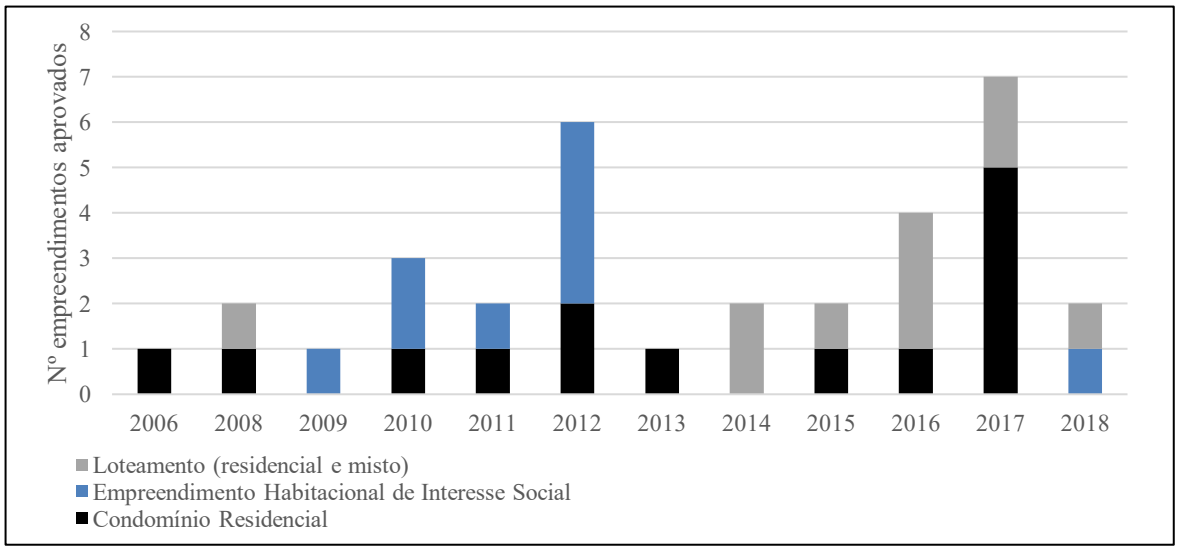


Fig. 2 Distribuição dos empreendimentos de parcelamento do solo para fins habitacionais aprovados no município de São Carlos (SP), entre 2006 e 2018

A distribuição da localização geográfica dos empreendimentos, de acordo com a tipologia, corrobora a tendência de segregação socioespacial no modo de produção do espaço urbano no município, constatado por Silva *et al.* (2015). Na região sul do município há um predomínio de EHIS, ao passo que a região norte concentra a tipologia "condomínio residencial". Observa-se um número elevado de empreendimentos habitacionais de interesse social também na região noroeste. Porém, estes possuem acesso controlado, ao contrário dos situados na região sul.

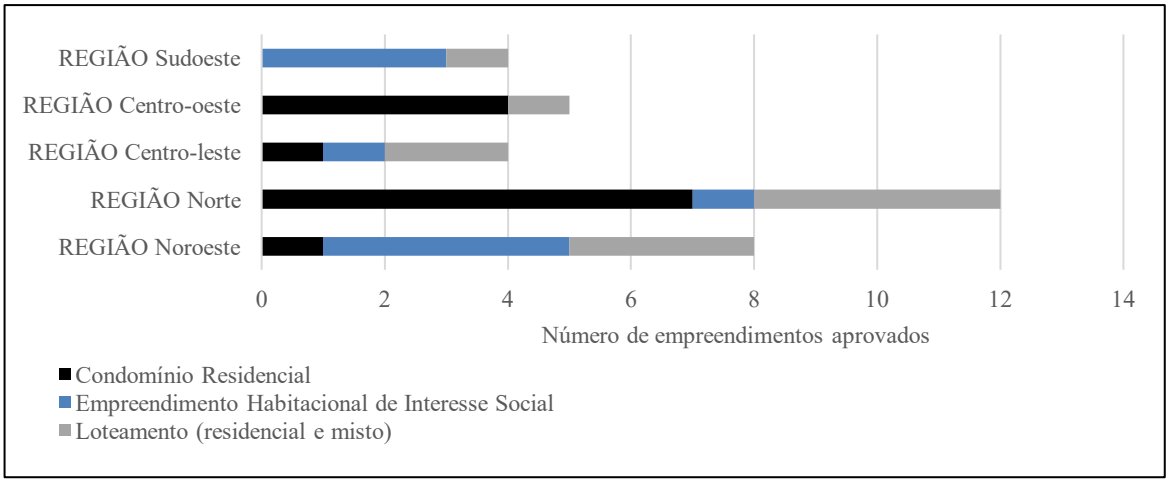


Fig. 3 Distribuição geográfica dos empreendimentos de parcelamentos do solo para fins habitacionais aprovados em São Carlos (SP) entre 2006 e 2018

Para viabilizar a análise dos processos administrativos que findaram na aprovação dos empreendimentos, foi feita uma amostragem, ou seja, selecionada uma parte dos 33 processos que atenderam os critérios de inclusão. Para que a amostragem fosse

representativa, foram adotados os seguintes critérios: dispersão no território urbano - a área urbana foi dividida em 5 regiões: norte, noroeste, centro-leste, sudoeste e centro-oeste (Figura 1); e, tipologias habitacionais: Loteamento, EHIS e Condomínio Residencial.

Foram selecionados um processo de cada tipologia habitacional existente de cada região. Deste modo, a amostragem representativa englobou 13 empreendimentos selecionados para análise, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 Amostra dos empreendimentos selecionados a partir da aplicação dos critérios de inclusão.

Empreendimentos selecionados para análise				
	Nome do empreendimento	**Região**	**Tipologia**	**Ano de publicação Decreto aprovação**
1	**Moradas São Carlos I**	Noroeste	EHIS	2009
2	**Moradas São Carlos III**	Noroeste	EHIS	2012
3	**Eccobrisa I**	Noroeste	Loteamento	2018
4	**Mont Park**	Norte	EHIS	2010
5	**Parque dos Pássaros**	Norte	Loteamento	2014
6	**Faixa Azul**	Norte	Lot. e Cond.	2016
7	**Vila Verde Sabará**	Centro-leste	Condomínio Res	2010
8	**Mont Royal**	Centro-leste	EHIS	2011
9	**Jardim Letícia**	Centro-leste	Loteamento	2016
10	**Reserva Aquarela**	Centro-oeste	Condomínio Res	2012
11	**Monte das Araucárias**	Centro-oeste	Loteamento	2016
12	**Eduardo Abdelnur**	Sudoeste	EHIS	2012
13	**Salto do Monjolinho**	Sudoeste	Loteamento	2017

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos processos dos empreendimentos habitacionais selecionados

Uma vez aplicados os critérios de inclusão e selecionados os processos administrativos de interesse, prosseguiu-se para a análise dos processos, em que as informações relevantes foram coletadas e compiladas no que denominamos de “Roteiro”. O “Roteiro” foi elaborado visando auxiliar na coleta dos dados pertinentes para atingir o objetivo dessa pesquisa. Para tal, foi organizada uma sequência de informações a serem buscadas nos processos administrativos consultados. A caracterização e levantamento dos processos administrativos selecionados, realizados entres os meses de janeiro e agosto de 2022, permitiu a identificação dos papéis desempenhados pelo EIV no processo de licenciamento de empreendimentos de parcelamento de solo para fins habitacionais em São Carlos (SP).

3.2 Papel desempenhado pelo EIV no licenciamento municipal

De acordo com o “Caderno técnico de regulamentação e implementação de instrumentos do Estatuto da Cidade” (2016):

> Sob a ótica da mitigação de impactos e do controle social, o EIV deve funcionar como uma ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico, oferecendo subsídios ao poder público para decidir sobre a concessão da licença ou condicioná-la à implantação de medidas compensatórias. Neste processo, são obrigatórias a publicização e a

> disponibilização a qualquer interessado de todos os documentos e estudos relativos ao EIV, ampliando a transparência do ato de licenciamento e abrindo canais de diálogo com a sociedade, de acordo com a diretriz da política urbana que preconiza a gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano (SCHVARSBERG *et al.*, 2016, p.13).

Considerando as funções preconizadas pela diretriz federal supracitada, os papéis considerados nas análises dos empreendimentos selecionados em São Carlos (SP) foram divididos em dois grupos: 1) ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico; e, 2) ferramenta de apoio à gestão democrática.

O primeiro grupo refere-se à produção e divulgação de informações a respeito dos potenciais impactos do empreendimento no seu entorno, de modo a auxiliar a gestão pública no processo de tomada de decisão. Essa produção e divulgação é promovida por obrigação legal e/ou por meio de exigências em pareceres técnicos elaborados por servidores públicos, cujo resultado pode se consolidar em medidas condicionantes à aprovação do empreendimento.

O segundo grupo, gestão democrática, refere-se à publicização do instrumento e à possibilidade de participação popular no licenciamento dos empreendimentos. Tal participação foi constatada por meio de realização de audiências públicas, manifestações da sociedade civil representada nos Conselhos e manifestação da população afetada.

3.3 EIV como ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico

Em que pese a escassez de pareceres técnicos conclusivos emitidos pelos órgãos municipais sobre o EIV, foi possível observar que em 4 processos, dos 13 analisados, o instrumento possibilitou a produção de informações que contribuíram para a tomada de decisão.

No processo do "Salto do Monjolinho", pareceres técnicos emitidos pela SMHDU e SMTT solicitaram complementações ao EIV, de modo a aprimorar a identificação dos impactos. Ao processo administrativo do "Reserva Aquarela", foi incluído um parecer da Coordenadoria de Meio Ambiente solicitando complementações ao Estudo: incluir projeto de arborização e indicação das áreas públicas a serem doadas. No processo administrativo do "Monte das Araucárias", foram emitidos dois pareceres técnicos pela SMHDU exigindo complementações ao EIV, como a identificação da capacidade de suporte da infraestrutura urbana, o esclarecimento quanto ao reflorestamento existente, a retificação do quadro de áreas do empreendimento e aprimoramento da previsão de impactos. Durante o processo de aprovação do empreendimento "Vila Verde Sabará", o empreendedor apresentou um documento com um resumo das medidas condicionantes, onde foram apresentadas algumas medidas, divididas em três grupos: 1) ações definidas no EIV; 2) ações definidas no RIT (Relatório de Impacto de Trânsito); e, 3) ações definidas em reunião 16/03/10. As ações definidas no EIV foram três: 1) melhoramento viário; 2) SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto São Carlos); e, 3) rede de águas pluviais.

Portanto, foi possível observar que, nesses quatro processos administrativos, o EIV contribuiu com subsídios para a tomada de decisão, ao passo que nos demais, não constam manifestações da Prefeitura Municipal em relação ao Estudo.

A ainda frágil e recente regulamentação da Lei Específica do EIV em São Carlos, desafio destacado frequentemente por diversos estudos (BANDEIRA, 2018; MATOSO; FERREIRA, 2018; MERÍCIA, 2018; ARAÚJO *et al.*, 2019; CHARGAS; CLODOVIL, 2019), acarreta na ausência de um fluxo processual claro, e na falta de uma indicação sobre em qual momento do processo do empreendimento o EIV deve ser exigido.

3.4 EIV como ferramenta de apoio à gestão democrática

O objetivo da gestão democrática preconizada pelo EIV baseia-se na publicidade dos documentos e na participação popular no processo de tomada de decisão. A grande maioria dos documentos e resultados dos EIVs apresentados à municipalidade não estão disponíveis para que os cidadãos possam acessá-los. Até os conselheiros que compõem o COMDEMA relataram, em ata, dificuldades em receber o material para análise, evidenciando precário mecanismo de publicização, aspecto observado por outros estudiosos (SCHVARSBERG; KALLAS, 2016; ARAÚJO; CAMPANTE, 2017; BRAGA, 2018).

Sobre a publicização do instrumento, vale destacar que a partir de novembro de 2018, ou seja, nos últimos dois meses considerados no recorte temporal, a Prefeitura Municipal passou a disponibilizar os documentos que compõem o EIV, incluindo chamada para audiência pública em seu sítio eletrônico, atendendo, assim, ao art. 37 do EC.

Embora represente um avanço para a participação popular, a atitude da Prefeitura Municipal em realizar audiências públicas e publicizar os documentos referentes ao EIV, como parte do processo de aprovação de empreendimentos de parcelamento de solo, foi uma resposta à intervenção do Ministério Público, que entendeu que a Lei n. 13.056/2002, não estava sendo cumprida, uma vez que ela previa a participação da sociedade civil. Como o sancionamento da lei específica só ocorreu em 2023, a Lei n. 13.056/2002 ainda permanecia em vigor durante apreciação desse processo.

A resposta da Prefeitura Municipal ao Ministério Público ocorreu em novembro de 2018, e, portanto, se aplicou apenas a um dos processos analisados, o "Monte das Araucárias", no qual houve a publicização dos documentos e realização de audiência pública.

Embora a audiência pública seja uma das formas de participação e controle popular, a efetiva participação da população afetada muitas vezes é insuficiente (ARAÚJO, 2009), mas pode ser incentivada por meio da regulamentação de procedimentos de como as audiências devem ocorrer. Para os Estudos de Impacto Ambiental, existem diretrizes nacionais emitidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA n. 09/1987, que dispõem sobre a realização de audiências públicas e podem servir de referências ao EIV.

Nos demais 12 processos analisados, a publicização dos documentos e a realização de audiência pública não foi constatada, prejudicando a participação popular no processo decisório. Entretanto, foi possível observar que em três processos o EIV contribuiu para que a comunidade afetada fosse ouvida.

Um deles foi o "Vila Verde Sabará", em que grupos de vizinhança se manifestaram contra os impactos decorrentes da implantação do empreendimento, e tiveram parte de suas reivindicações atendidas nas medidas condicionantes apresentadas no EIV.

Outro local de participação popular é nos Conselhos, que apreciam os empreendimentos em pauta e podem fazer questionamentos quanto ao projeto de implantação. No momento de apreciação, o EIV pode ser utilizado para que sejam discutidos os potenciais impactos previstos e solicitadas eventuais complementações ou alterações de projeto. No processo de aprovação do empreendimento "Moradas São Carlos III", o COMDEMA solicitou que o EIV contemplasse análise entre o cenário atual do padrão habitacional da vizinhança e a situação futura. Na reunião de apreciação do empreendimento "Jardim Eccobrisa I" no COMDEMA, uma das conselheiras afirmou que o EIV apresentado não esclarecia como as medidas mitigadoras propostas seriam capazes de mitigar os impactos ambientais. Também durante a apreciação no COMDEMA, o "Monte das Araucárias" recebeu solicitação para realizar complementações ao EIV incluindo estudo sobre o impacto no tráfego.

O Quadro 2 apresenta uma síntese das análises realizadas nos processos administrativos quanto ao papel desempenhado pelo EIV.

Quadro 2 Quadro síntese do papel desempenhado pelo EIV em São Carlos (SP)

		Papel desenpenhado pelo EIV como ferramenta de apoio ao processo de Licenciamento Urbanístico			**Papel desenpenhado pelo EIV como ferramenta de apoio à Gestão Democrática**		
	Empreendimentos analisados	Contribuição do EIV na definição de medidas condicionan-tes	Contribuição do EIV para complementação-alteração de projeto	Existência de parecer técnico do EIV pelo Executivo	Existência de Audiência Pública	Discussão do EIV nos Conselhos	Manifestação de Grupos de vizinhança
1	Moradas São Carlos I	Não	Não	Não	Não	Não	Não
2	Moradas São Carlos III	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
3	Eccobrisa I	Não	Não	Não	Não	Não	Não
4	Mont Park	Não	Não	Não	Não	Não	Não
5	Parque dos Pássaros	Não	Não	Não	Não	Não	Não
6	Faixa Azul	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
7	Vila Verde Sabará	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
8	Mont Royal	Não	Não	Não	Não		Não
9	Jardim Letícia	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
10	Reserva Aquarela	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não
11	Monte das Araucárias	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
12	Eduardo Abdelnur	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
13	Salto do Monjolinho	Não	Não	Sim	Não	Não	Não

Em apenas 5 processos, dos 13 analisados, foram desempenhadas funções dos dois grupos: na ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico e na ferramenta de apoio à gestão democrática. Portanto, para a maioria dos empreendimentos aprovados, 8 dos 13 processos analisados, esse instrumento foi utilizado apenas como parte do cumprimento legal dos procedimentos de licenciamento (AYOUB; KANASHIRO, 2013), sem sequer ter sido objeto de análise em parecer técnico pelo Executivo.

O potencial uso do instrumento EIV no processo de licenciamento urbanístico, exemplificado pelos processos administrativos dos empreendimentos "Monte das Araucárias" e "Vila Verde Sabará", em que desempenhou as funções de suporte à tomada de decisão e gestão democrática, somado à negligência quanto à sua utilização, reafirmou a necessidade de aprimoramento na aplicação do instrumento pelo Executivo. Os entes municipais, no caso de São Carlos (SP), enfrentaram diversos desafios e dificuldades na aplicação devida do instrumento EIV (MERÍCIA, 2018), assim como possibilidades, conforme demonstrado nas funções e papéis desempenhados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para compreender o papel desempenhado pelo EIV no município de São Carlos (SP), foi realizada uma análise pormenorizada dos processos administrativos que resultaram na aprovação de empreendimentos para fins habitacionais, entre 2006 e 2018. Embora tenha sido constatado, na maioria dos processos, que esse instrumento serviu, sobretudo, como cumprimento legal dos procedimentos previstos pelo licenciamento municipal, foi possível observar que, em alguns casos, o EIV desempenhou o papel de ferramenta de apoio à gestão pública e à gestão democrática.

Com o intuito de ampliar e aprimorar as funções desempenhadas pelo EIV, foram identificados os principais desafios e relacionadas as medidas de aprimoramento, considerando a literatura científica existente. A frágil regulamentação do instrumento foi identificada como o principal desafio a ser a superado, corroborando com o encontrado por outros autores como Bandeira (2018) e Chagas e Clodovil (2019).

A criação de legislação específica (AYOUB; KANASHIRO, 2013; MATOSO; FERREIRA, 2018; CHAGAS; CLODOVIL, 2019; PERES; CASSIANO, 2019; INGUAGGIATO *et al.*, 2021) foi a maneira indicada com maior frequência para superar esse desafio, embora conflitos de interesses possam resultar em morosidade do processo de regulamentação, como ocorreu no município de São Carlos (SP). Para atenuar os conflitos, medidas como a garantia da previsibilidade e da segurança jurídica (HOSHINO *et al.*, 2014) podem contribuir.

Outro desafio constatado foi a escassez de pareceres técnicos conclusivos, resultando em ineficácia do instrumento. A previsão de Termo de Referência, a definição de procedimentos, critérios básicos, diretrizes e o esclarecimento de medidas condicionantes, contribuem para superar esse desafio. A precária participação popular, constatada nos processos analisados, pode também ser superada por meio da regulamentação das audiências públicas e da ampla publicidade dos documentos e processos (BRAGA, 2018; PERES;CASSIANO, 2019).

5 REFERÊNCIAS

Abramo, P. (2001) Dinâmica espacial e instabilidade do mercado imobiliário: a ordem-desordem urbana. in P. Abramo (eds.), **Cidades em transformação: entre o plano e o mercado**. Rio de Janeiro: Observatório Imobiliário e de Políticas do Solo, 161-190.

Abreu, E. L.; Santilli, C. A.; Peres, R. B. (2019) Regulação e aplicação do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no município de Jundiaí-SP. in **Anais do X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. X. 2019. Fortaleza: IBEAS. 1-9.

Araújo, R. P. Z. (2009) **Contradições e possibilidades da regulação ambiental no espaço urbano**. Tese (Doutorado em Geografia), Belo Horizonte: UFMG.

Araújo, R. P. Z.; Campante, A. L. G. (2017) Estudo de Impacto de Vizinhança: questões e desafios de sua implementação. Reflexões a partir da experiência de Belo Horizonte. in: **Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano E Regional**. 2017. São Paulo. 1-20.

Araújo, R. P. Z.; Oliveira, E. T. M.; Silva, B. R. S. (2019) Da mitigação à compensação adaptativa: os (des)caminhos da aplicação recente do Estudo de Impacto de Vizinhança na RMBH. in **Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano E Regional**. 2019. Natal. 1-20.

Ayoub, T. A. A.; Kanashiro, M. (2013) Guias de design e reflexões sobre procedimentos do instrumento EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança. in: **Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**. 2013. Recife. 1-14.

Bandeira, P. N. C. (2018)**. Importância dos estudos de impacto de vizinhança: caso do residencial Nelson Mandela, Goiânia-GO**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial), Goiânia: PUC.

Braga, R. (2018) Transparência e controle social nas normas sobre Estudo de Impacto de Vizinhança na aglomeração urbana de Piracicaba - SP. **Estudos Geográficos**, 16(1), 111-125.

Carmona, P. (2021) Estatuto da cidade: desafios de sua efetiva implementação. in Fernandes, E. (eds.). **20 anos do Estatuto da Cidade: experiências e reflexões**. Belo Horizonte: Gaia Cultural. E-book. 130-133.

Chagas, S. S.; Cordovil, F. C. S. (2019) **O Estudo de Impacto de Vizinhança e a atuação do Ministério Público: o caso do Loteamento Colinas do Alegre, São João da Boa Vista-SP**. Belo Horizonte: Editora Poisson. E-book. 72-78.

Dias, F. T., Pereira, D. M., & Clemente, C. M. (2023). Planejamento Urbano no contexto da Pesquisa e Extensão: Reflexões e contribuições de um Centro de Pesquisa Aplicada no Sudoeste do Semiárido baiano. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, 1-14.

Farias, T.; Correia, A. F. (2021) Considerações sobre o Estatuto da Cidade: balanços e desafios. in Fernandes, E. (eds.). **20 anos do Estatuto da Cidade: experiências e reflexões**. Belo Horizonte: Gaia Cultural. E-book. 80-88.

Fernandes, E. (2021). **20 anos do Estatuto da Cidade: experiências e reflexões**. Belo Horizonte: Gaia Cultural. E-book.

Hoshino, T. A. P; Wütrich, F., Jacobovski, A., Faggion, A., Becher, J. and Auler, M. M. (2014) **Do Estudo de Impacto de Vizinhança e de sua impostergável regulamentação e implementação no Município de Curitiba: análise comparativa e recomendações**. Nota Técnica. Projeto Cidade em Debate. Curitiba: UFPR/UP/MPPR.

Inguaggiato, F. F., Stanganini, F. N., & Melanda, E. A. (2021). O Estudo de Impacto de Vizinhança como ferramenta de Gestão Urbana em Municípios Paulistas de Médio Porte (100 mil a 400 mil habitantes). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 13, 1-15.

Maricato, E. (2014) **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes.

Matoso, F. P.; Ferreira, G. L. B. V. (2018) A exigência do estudo de impacto de vizinhança como ferramenta de democracia e função social da propriedade. **Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça.** 6(1), 32-46.

Medeiros, C. F., Kós, J. R., & Fauth, G. (2022). O conceito de vizinhança na legislação urbana brasileira e sua aplicação nos Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) em Florianópolis/SC. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 14, 1-22.

Merícia, E. J. (2018) **Estudo de Impacto de Vizinhança: diferentes experiências de regulamentação e aplicação em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte/ MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)**,** Ouro Preto: UFOP.

Paraná, Ministério Público (2018). **Controle de edificações e licenciamento urbanístico**. Londrina.

Peres, R. B.; Cassiano, A. M. (2019) O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil: avanços e desafios à gestão ambiental urbana, **Urbe. Revista Brasileira De Gestão Urbana**, 11, 1-15.

São Carlos. (2005) Lei nº 13.691, de 25 de novembro de 2005. Institui o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências.

São Carlos. (2016) Lei nº 18.053, de 19 de dezembro de 2016. Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos, e dá outras providências.

Santilli, C. A.; Emanoele, L. A.; Peres, R. B. (2021) Análise da evolução da regulamentação do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no Município de São Carlos, SP. in: **9º Congresso Luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável**. 9º. Pluris 2021 digital. 1-13.

Santilli, C. A. (2023). **O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no Brasil: desafios e potencialidades de sua aplicação no Município de São Carlos (SP)**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) –São Carlos: UFSCar.

Schvarsberg, B.; Martins, G. C.; Cavalcanti, C. B. (eds.) (2016). **Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação**. Brasília: Universidade Federal de Brasília.

Schvarsberg, B.; Kallas, L. M. E. (2016) O EIV pós-estatuto da cidade: dilemas da implementação e boas práticas. in: **Seminário Nacional Habitar**, 3. Belo Horizonte, 2016. 1-22.

Silva, S. R. M; Siqueira, B. V.; Breda, T. V.; Silva, R. S. (2015) Mutações nas dinâmicas socioespaciais das periferias urbanas: reflexos na diversidade urbana e na composição social. **Cadernos da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa**, 8, 16-23.

Stanganini, F. N.; Lollo, J. A. (2018) O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 10(1), 118-128.

USO REAL VERSUS USO FORMAL DA TERRA NA AMAZÔNIA MARANHENSE: CONDICIONANTES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

L. F. Matias

RESUMO

A Amazônia Maranhense constitui um dos espaços geográficos mais dinâmicos do bioma amazônico brasileiro, composto por biodiversidade e endemismo. A região apresenta um processo acentuado de degradação via desmatamento e outros impactos socioambientais. Este artigo apresenta a distribuição espacial das formas de uso real e formal da terra, resultante dos vários estágios em que se encontram as relações sociais de produção nas diferentes localidades, fruto do desenvolvimento histórico desigual e combinado das relações capitalistas de apropriação desse espaço. No caso, verifica-se a tendência de ampliação dos conflitos socioterritoriais que revelam um flagrante processo de manifestação das diversas estratégias dos agentes hegemônicos produtores do espaço, na condução de políticas públicas ou ações privadas, visando à apropriação do espaço geográfico de acordo com suas necessidades para reprodução do capital, o que ocorre em detrimento do desenvolvimento sustentável da região e da qualidade de vida da população.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia Maranhense abrange 112 municípios, num total de 141.050 km^2, que veem sofrendo intensas transformações desde a segunda metade do século XX, sendo verificada a expansão das áreas urbanizadas, das atividades agrícolas, pecuárias, extrativistas e industriais. Tais mudanças atingiram áreas do bioma amazônico, o qual vem sendo degradado de diversas maneiras (Azevedo e Matias, 2022; Lapola *et al*., 2023; Carvalho *et al*., 2023). A dinâmica de ocupação e integração do território maranhense está ligada ao ideário político e econômico desenvolvimentista, das décadas de 1960 e 1970, que possibilitou a entrada extensiva do capital nacional e internacional na Amazônia Brasileira (Ferreira, 2008; Becker, 2015). Alterações territoriais foram intensificadas no final do século XX e início do XXI, influenciadas pelo ideário economicista e a adoção de políticas públicas que pregam o desenvolvimento de atividades econômicas na região por meio da flexibilização das leis de preservação do bioma (Porto-Gonçalves, 2012; Schwertner, 2020).

A partir de 2017, flexibilizações nas leis de conservação ambiental e a ausência de mecanismos eficientes de monitoramento e controle, conduziram a Amazônia Maranhense para níveis de desmatamento sem precedentes, havendo devastação de 733 km^2 de área ocupada pela floresta, o que equivale a uma queda para 24% de área com floresta remanescente (Celentano *et al*., 2017; Silva Junior *et al*., 2020). Tal realidade é cada vez

mais preocupante, já que a região é considerada a última fronteira oriental de florestas remanescentes do bioma amazônico e, por isso, fundamental à preservação de florestas tropicais, sendo essencial no combate à crise climática, na reversão de perda da biodiversidade e na promoção de restaurações florestais em larga escala, também compondo área fundamental para a economia do estado, sobretudo para a população rural, notadamente os quilombolas e os povos indígenas (Almeida, 2012, 2016; Catunda e Dias, 2019).

Na região ocorrem diversos conflitos socioterritoriais, destacando-se a invasão de terras indígenas, o comércio ilegal de madeira oriunda das unidades de conservação, que abastecem a cadeia produtiva que inclui as serrarias ilegais e indústrias moveleiras. Soma-se a isso a incidência de mortes de lideranças sindicais, religiosas, quilombolas e indígenas ("guardiões da floresta"), que defendem a não retirada de recursos naturais ou a invasão de seus territórios, em confronto com madeireiros, garimpeiros e grileiros ilegais (Ioris e Ioris, 2022). Além do desmatamento, os conflitos ocorrem em decorrência da presença de áreas de garimpo, da caça predatória e do extrativismo ilegal que alimenta o tráfico, inclusive em escala internacional, de animais silvestres e de exemplares da flora amazônica. Outro impacto significativo é causado pelos incêndios florestais que, em grande parte, são provocados pelas atividades das frentes de expansão agropastoris na região, no denominado arco do desmatamento da Amazônia Brasileira (Paiva *et al*., 2020).

A diversidade étnica dos habitantes que vivem no bioma amazônico maranhense possui características culturais peculiares e diversas, que são consentâneas com o modo de vida local e precisa ser respeitada como elemento fundante da economia local e regional, e seus desafios para o desenvolvimento com bases sustentáveis (PNUD, 2015), por exemplo, na defesa da manutenção da floresta em pé como condição fundamental para a continuidade e reprodução desse modo de vida que está intrinsecamente relacionado com o sistema da natureza e da sua biodiversidade (Hecht e Cockburn, 2022).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Levantamento e Revisão Bibliográfica

Com o levantamento bibliográfico realizado nas principais fontes analógicas (acervos de bibliotecas e centros de documentação, por exemplo) e digitais (periódicos nacionais e/ou internacionais, plataformas de teses, entre outras), foram catalogadas e obtidas diferentes obras que propiciaram a leitura e a revisão sistemática, com discussão dos conteúdos. As leituras foram fundamentais para a construção do arcabouço teórico e empírico da pesquisa, apontando os principais conhecimentos produzidos sobre o espaço regional pesquisado e subsidiando o encaminhamento das demais atividades de pesquisa.

Esta atividade de pesquisa revelou a existência de material produzido sobre a região, com predominância nos temas históricos, sociais e econômicos, incluindo a produção de análises setoriais por instituições oficiais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística etc.), mas, todavia, não foram registrados com igual disponibilidade, com raras exceções, referências que abrangem temáticas específicas, com detalhamento em escala e profundidade de análise, prevalece, ao que se pode constatar, uma abordagem regional, muitas vezes descritiva e introdutória, o que contrasta com a grande diversidade presente na região.

Questões centrais para a compreensão da produção do espaço geográfico na Amazônia Maranhense e suas implicações na apropriação e uso do território, sua dimensão real e

formal, a caracterização desse processo resultando numa determinada configuração espacial e os conflitos socioambientais daí originados, com a aplicação de geotecnologias na análise e representação dos usos da terra, foram empreendidas com base no estudo e revisão da bibliografia.

2.2 Aquisição dos Dados e Informações

A aquisição dos dados e informações deu-se de forma intensa e teve como objetivo a construção da base de dados georreferenciados (*geodatabase*) contemplando os dados cartográficos básicos, temáticos e socioeconômicos da região da Amazônia Maranhense. A cartografia básica foi adquirida junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército, conforme a disponibilidade de arquivos de cartas topográficas planialtimétricas em formato digital (arquivos vetoriais tipo dgn ou dgw e arquivos matriciais tipo pdf), escala 1:100.000, que recobrem a região.

A diversidade da cartografia temática de interesse fez com que várias fontes de dados fossem adotadas, sendo expediente da pesquisa o levantamento e a aquisição de temas produzidos por instituições estaduais (IMESC, SEMA-MA) ou nacionais (IBGE, INCRA, IBAMA). Algumas bases de dados foram destacadas pelo seu conteúdo, a exemplo do Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Amazônia Maranhense (IMESC), o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas), o Cadastro Ambiental Rural - CAR (SINIMA/MMA), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (MMA), a Malha de Setores Censitários (IBGE).

Os dados socioeconômicos, dentre eles os produzidos de forma sistemática e periódica pelo IMESC (Sistema de Informações do Maranhão – DataImesc) ou IBGE (Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA), foram incorporados ao banco de dados da *geodatabase* do projeto, espacializados por unidade municipal, para subsidiar à elaboração das análises e na representação cartográfica da distribuição e caracterização socioeconômica da população e das atividades produtivas na região.

Também foram adquiridas imagens nas plataformas da *Internet* dos sensores disponibilizados nos satélites Landsat-8, Sentinel-2, Planet e Cbers 04A (arquivos formato tif), do período recente (2020 a 2022), com diferentes características e resoluções, que recobrem a área de estudo, para o processamento digital dessas imagens e obtenção de dados complementares de uso e ocupação da terra. Como parte significativa da região de estudo apresenta características climáticas desfavoráveis ao registro por sensores passivos (presença de nuvens, especialmente), foi adotada uma estratégia de seletividade e complementação, em áreas restritas e de grande interesse, com missões de voo usando aeronaves remotamente pilotadas (ARP) em registros de campo.

2.3 Construção da Base de Dados Georreferenciados

A construção da *geodatabase* seguiu a organização e estruturação dos dados cartográficos básicos em escala 1:100.000, referenciada ao sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 23 Sul e Datum SIRGAS 2000, elaborada com os programas de geoprocessamento ArcGIS Pro© versão 3.0.3 e/ou QGIS® versão 3.28.10 Firenze, adotados para processamento dos dados na pesquisa, seguindo-se os postulados teóricos e conceituais indicados em Zeiler (1999), Macdonald (2001) e Longley *et al*. (2015), quanto ao uso de geotecnologias.

A *geodatabase* contempla os dados cartográficos sistemáticos, mapeamentos temáticos diversos e seus atributos, onde se destacam: limites políticos administrativos; uso e ocupação da terra; limite das áreas urbanizadas; limite dos setores censitários (Censo Demográfico 2022); limite das áreas de proteção ou institucionais (unidades de conservação, áreas indígenas, áreas quilombolas etc.); temas contemplados no ZEE (pedologia, geologia, bacias hidrográficas, entre outros).

No mapa de uso e ocupação da terra (uso real), adotou-se a série histórica (1985-2022) de mapeamentos disponibilizados na plataforma do Projeto MapBiomas Brasil (2023). Após análise detalhada dos dados disponíveis, constatou-se que, na área da Amazônia Maranhense, os dados apresentam alguns erros de atribuição, principalmente no caso da distinção entre floresta natural e floresta plantada (silvicultura), além da dificuldade de separação entre áreas de pasto e culturas agrícolas, o que representa uma dificuldade para registro e quantificação dos dados de uso e ocupação da terra na região podendo, inclusive, dificultar as análises daí resultantes, haja vista o quadro de importância dessas formas de uso na ocupação recente do território da Amazônia Maranhense.

A título de averiguação e correção, realizou-se com base em técnicas de interpretação e processamento digital de imagens de sensoriamento remoto (Lillesand, Kiefer e Chipman, 2015), o mapeamento do uso e ocupação da terra referente ao ano de 2021/2022, com imagens do sensor *Operational Land Imager* (OLI), resolução 30 metros (RGB) e 15 metros (Pan), a bordo do satélite Landsat-8 aportados na plataforma Google Earth Engine (GEE), com coleta de amostras a partir da sua visualização em imagens de composição colorida e falsa cor disponíveis na plataforma Planet. O resultado da classificação apresentou uma acurácia de 0,93 e índice Kappa de 0,92. A definição das classes de uso e ocupação da terra tomou como referência o Manual de Uso da Terra proposto pelo IBGE (2013), compatibilizado com as classes adotadas no Projeto MapBiomas, para efeito comparativo.

No campo os dados foram complementados com sobrevoo em áreas de interesse para obtenção de dados em maior detalhe, usando aeronave remotamente pilotada (ARP) DJI *Phantom 4 Pro*, juntamente com a realização de verificação em campo com registro de coordenadas com receptor GNSS Garmin©, para localização, caracterização e registro fotográfico das diferentes formas de uso e ocupação da terra.

No caso do mapa de uso formal da terra (áreas definidas em legislação), diante da dificuldade de acesso a dados em escalas cartográficas maiores e com registro de informações locais, caso típico nesta região, privilegiou-se um conjunto de temas resultante da compilação e/ou agregação, por meio de técnicas de geoprocessamento, de diferentes temas e fontes, como o limite das áreas urbanizadas, mapeadas a partir da interpretação visual em imagens de satélite armazenadas na plataforma Planet, posteriormente sobrepostos e compatibilizados com os limites dos setores urbanos disponibilizados na malha censitária do IBGE (2022), averiguando sua conformidade; o limite das unidades de conservação (federal, estadual) do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e o limite das terras indígenas no estado.

2.4 Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi realizado pela equipe do projeto com diversas visitas na região, nos anos de 2021 a 2023, para conhecimento e levantamento de dados e informações e, em alguns momentos, checagem dos dados mapeados. Incluem-se nesta atividade as reuniões e

visitas técnicas às prefeituras e instituições de interesse onde foram contatados técnicos, gestores, proprietários rurais (assentamentos, quilombos, aldeias) e cidadãos em geral com vistas à obtenção de dados e informações e, principalmente, melhorar o conhecimento sobre a realidade local.

3 ANÁLISE DO USO REAL VERSUS USO FORMAL

Na Figura 1 observa-se a divisão político-administrativa da Amazônia Maranhense, onde se destacam a capital São Luís (1.037.775 hab.) e a cidade de Imperatriz (273.110 hab.), a segunda em importância econômica, mais as sedes municipais, o sistema viário principal, incluindo a estratégica Estrada de Ferro de Carajás, e os campos de pouso/aeroportos.

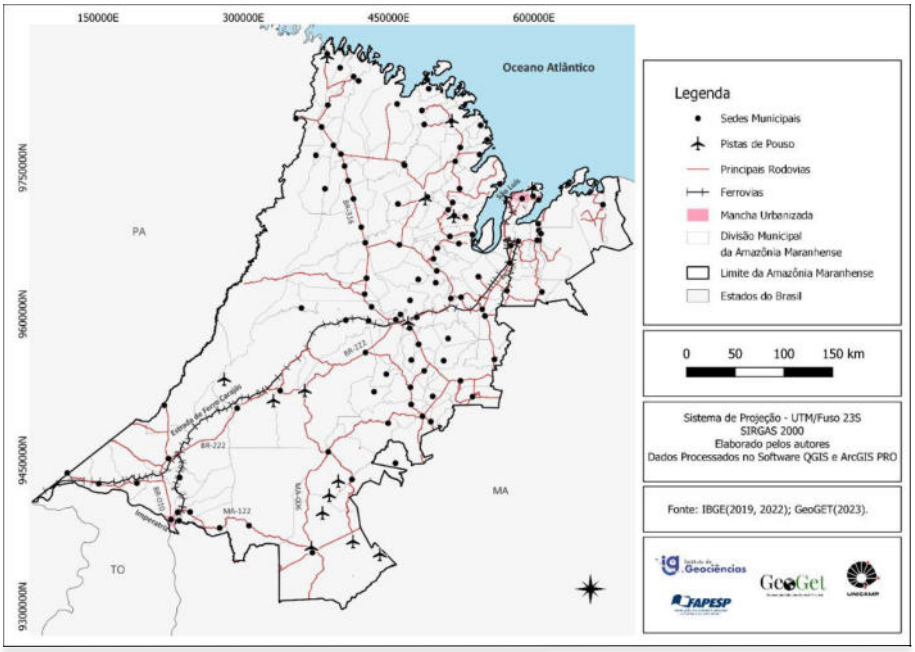


Fig. 1 Divisão municipal da Amazônia Maranhense (2023)

O mapeamento do uso e ocupação da terra na região revela um quadro em forte transformação. Pinheiro (2021), ao traçar cenários desde 2000 até 2050, registra a tendência crescente de mudanças no sentido do avanço das áreas agrícolas sobre as áreas florestais. Azevedo e Matias (2022) constataram que a partir de 2020 ocorre a inversão de predominância da cobertura florestal em detrimento das áreas destinadas ao uso agropecuário.

A situação atual, representada no mapa da Figura 2, mostra a distribuição das principais classes de uso e ocupação da terra na qual se pode observar que, cada vez mais, as áreas de pastagem e cultura agrícola vão ganhando terreno por toda a região, já as áreas de vegetação natural tornando-se recônditas nas unidades de conservação ou terras indígenas (Sousa *et al*., 2023).

Os dados na Tabela 1 revelam quão contemporâneo são os resultados do processo de mudança diagnosticado, pois as taxas de ocupação por áreas de vegetação (43,90%) e pastagem (43,99%) são basicamente iguais, embora quando acrescidas das taxas de cultura

agrícola (1,56%) e silvicultura (1,30%) revelem a tendência vigente de ampliação das atividades agropastoris.

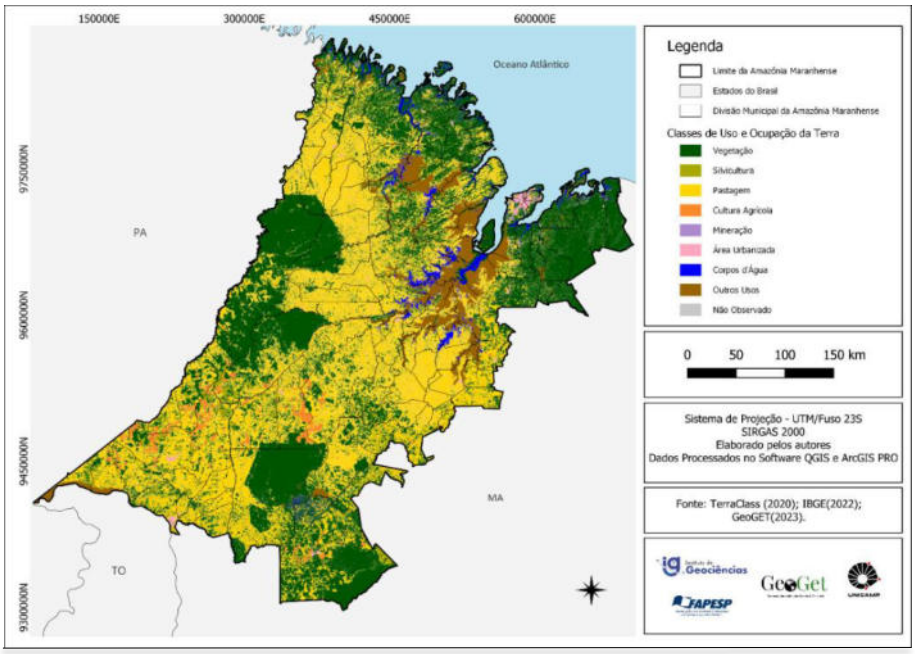


Fig. 2 Uso e ocupação da terra na Amazônia Maranhense (2023)

Tabela 1. Classes de uso e ocupação da terra na Amazônia Maranhense (2023)

Classe de Uso	Área (km²)	Porcentagem (%)
Pastagem	62.033,80	43,99
Vegetação	61.920,95	43,90
Outros usos	8.632,26	6,12
Corpos d'água	3.427,51	2,43
Cultura agrícola	2.200,38	1,56
Silvicultura	1.833,65	1,30
Área urbanizada	874,51	0,61
Mineração	70,52	0,05
Não observado	56,42	0,04
Total	**141.050,00**	**100**

Em linhas gerais, a coleção de mapas na Figura 3, registra que a vegetação natural remanescente ocupa áreas bem localizadas, ao nordeste da região, em transição com o bioma cerrado, com características e fisionomia de vegetação secundária; ao norte, próximo da faixa litorânea, nas chamadas Reentrâncias Maranhenses, com a presença dos manguezais; e com características de floresta mais preservada; no centro, em direção oeste, junto da divisa com o estado do Pará, graças a existência da Reserva Biológica do Gurupi e das Terras Indígenas Alto Turiaçú, Awá e Carú; e no sudeste com a presença das Terras Indígenas Araribóia, Governador, Bacurizinho e Porquinhos.

As áreas de pastagem estão disseminadas por todo o território mapeado, fruto do longo processo histórico de ocupação conforme relata, entre outros, Trovão (2008), embora apresentem diferentes estágios de conservação em decorrência da degradação causada pelo pastoreio, resultando no problema de abandono de áreas antigas e avanço para outras,

necessitando, pois, de recuperação dessas áreas para evitar o ciclo de impactos recorrentes sobre novas áreas de uso.

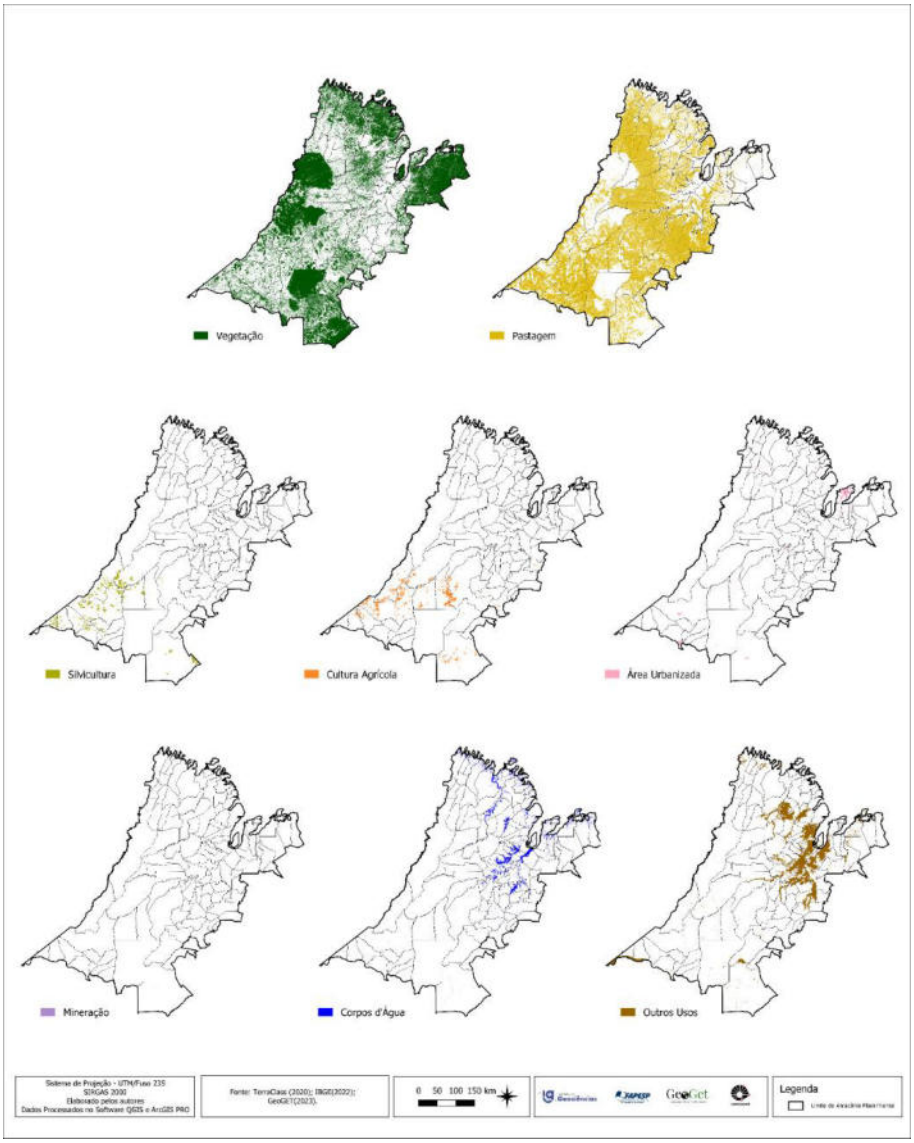


Fig. 3 Coleção de mapas do uso e ocupação da terra na Amazônia Maranhense (2023)

O crescimento das áreas ocupadas por culturas agrícolas, notadamente soja, e silvicultura (pinus) ocorre de forma mais efetiva, nas últimas décadas, com o avanço das atividades do agronegócio na região sudoeste, conhecida como Região de Desenvolvimento Maranhense, cujo centro urbano encontra-se na cidade de Açailândia, município onde se instalou em 2009 uma unidade produtiva da empresa Suzano Papel e Celulose, principal responsável por fomentar o avanço da silvicultura na região.

O espaço urbano na Amazônia Maranhense é complexo, heterogêneo e com processos diversos de urbanização. Quanto as áreas urbanizadas, destacam-se, na ilha de São Luís, a aglomeração formada por São Luís, São José do Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa (concentrando 1,45 milhões de hab.), a principal do estado maranhense; e no sudoeste, nas margens do Rio Tocantins, encontra-se a cidade de Imperatriz (273.110 hab.), importante centro dinamizador da economia regional ligada aos novos processos de ocupação do

território, juntamente com Açailândia (106.550 hab.), mais ao norte, polo central da Região de Desenvolvimento da Amazônia Maranhense.

Na área da Baixada Maranhense, destaca-se a presença de inúmeros corpos d'água devido a dinâmica sazonal de cheias por que passa seus rios e lago/lagoas, um conjunto estuarino e lagunar, sendo conhecida localmente como o "pantanal maranhense", trata-se de um misto de ecossistemas com a presença de manguezais, babaçuais, campos abertos e inundáveis. Esta região está associada a ocorrência de usos diversos, típicos desse ambiente, como a presença de rizicultura, piscicultura, bubalinocultura, extração de areia e argila (Ferreira, Dias e Catunda, 2021).

No caso das áreas de mineração, o estado do Maranhão possui forte potencial mineral, destacando-se o ouro, nos terrenos pré-cambrianos, mais precisamente entre os rios Gurupi e Maracaçumé, na área situada no norte-noroeste. Nos terrenos de formação sedimentar, maioria do território do estado do Maranhão (cerca de 85%), no extremo noroeste do estado, há ocorrência de reservas minerais e rochas pertencentes às classes de minerais industriais de uso na construção civil e cerâmica, insumos para agricultura, gemas, recursos energéticos e água mineral (Ferreira, Dias e Catunda, 2021).

Nessa configuração espacial dos usos e ocupação da terra fica patente a importância da existência das Unidades de Conservação e das Terras Indígenas (Figura 4) como zonas de resistência no território. Tais áreas dão suporte para a preservação dos remanescentes florestais amazônicos, no estado do Maranhão, impedindo que ações associadas ao uso agropecuário degradem ainda mais as florestas e seus bens. Mas, apesar de tal significância, ainda são verificadas atividades desse gênero dentro das áreas protegidas, sobretudo as pastagens e o extrativismo ilegal, caso típico que ocorre, por exemplo, na Reserva Biológica do Gurupi, que sofre constante pressão de fazendeiros e, mesmo, trabalhadores rurais que habitam a área desde antes de sua criação.

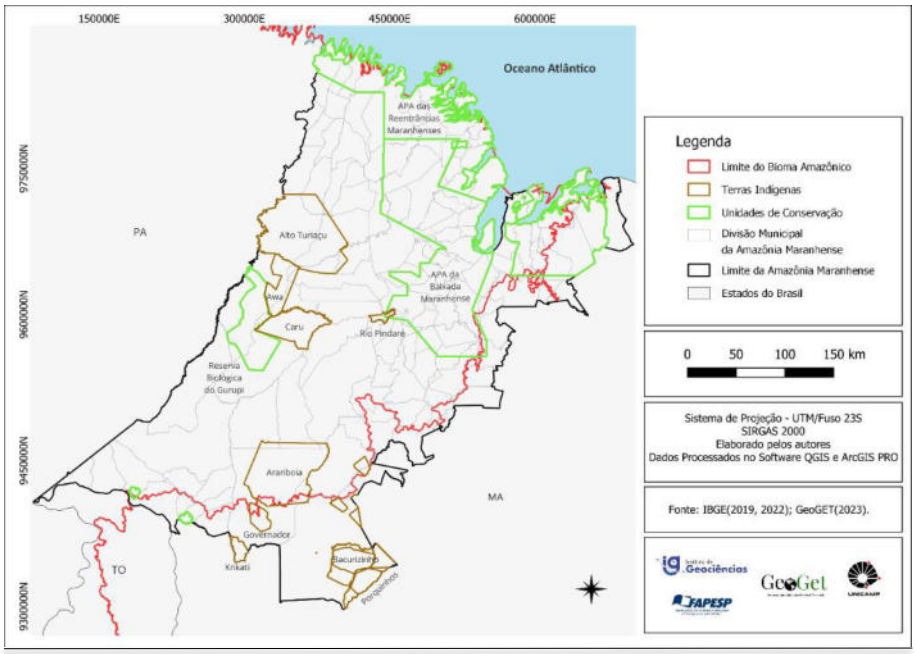


Fig. 4 Uso formal da terra na Amazônia Maranhense (2023)

Segundo Martins e Oliveira (2011: 35), o estado do Maranhão, no contexto da Amazônia Legal, é o que possui a menor taxa de ocupação com áreas protegidas. As terras indígenas Alto Turiaçú (350.524 ha), Awá (116.582 ha) e Carú (172.667 ha), bem como a Reserva Biológica do Gurupi (341.650 ha), estão conectadas entre si e juntas representam "[...] o melhor e mais homogêneo espaço do bioma amazônico no Maranhão", constituindo área de importância estratégica para a conservação do ambiente na Amazônia Maranhense.

Analisando os mapas, observa-se que as maiores áreas com transição de floresta para agropecuária, no período estudado, ocorreram nos municípios do centro em direção ao sul da região, com destaque para Santa Luzia que atingiu mais de 2.000 km^2; entre os municípios com as maiores percentagens em áreas do seu território que passaram por tal transição, destacam-se Bom Jesus das Selvas e João Lisboa, localizados ao sul, com mais de 50% do seus territórios passando por tais mudanças; ou ainda, os municípios onde ocorreram maior número de transição entre diferentes classes de uso, ou seja, apresentaram maior dinamismo em relação ao uso da terra, sendo bem caracterizado que os municípios do sul da área da Amazônia Maranhense, de fato, são aqueles que têm passado, nos anos recentes, pelas principais mudanças, no mínimo 5 classes de uso, com destaque para Grajaú com mais de 7, o que significa, basicamente, mudanças a cada 2 anos; junte-se a isso, o crescimento de áreas urbanizadas, ressaltando, além da aglomeração da ilha de São Luís (91 km^2), as cidades de Açailândia, Imperatriz e Grajaú (maiores de 20 km^2).

Assim, pode-se afirmar que vigora uma transição mais acentuada de uso e ocupação da terra nos municípios da região sul da Amazônia Maranhense, enquanto ao norte, por enquanto, a dinâmica é menos acentuada. Nos municípios de Grajaú, Imperatriz e Açailândia, a formação florestal assumiu formas de uso agropecuário mais diversas. Já os municípios localizados na região noroeste apresentaram a menor diversidade, contudo, possuem altas taxas de área relativa composta por floresta que mudou para agropecuária. A importância das Unidades de Conservação e Terras Indígenas como barreiras ao processo de transformação no uso e ocupação da terra, significando a preservação dessas áreas, fica ressaltada pois os municípios com ausência de áreas protegidas são aqueles onde ocorreu a maior área relativa, em relação ao tamanho do território municipal, de transição para usos agropecuários. A área contígua que teve maior transição de florestas para atividades agropecuárias está concentrada no sentido de centro-oeste para sudoeste, nos municípios de Santa Luzia até Grajaú e Amarante do Maranhão, compreendendo também a Região de Desenvolvimento da Amazônia Maranhense, caracterizando áreas com alta dinamicidade e diversidade de uso real.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Disso tudo se depreende que os usos real e formal da terra na Amazônia Maranhense são parte de um processo dialético de produção do espaço geográfico, em que o capital e seus agentes hegemônicos desempenham papel preponderante de comando dos objetos e das ações no âmbito das relações sociedade e natureza, o que resulta em disputas socioterritoriais conflitivas envolvendo diferentes sujeitos, tanto em escala local, como regional e, mesmo, nacional e internacional. O que significa, em última instância, que a busca e/ou construção de qualquer forma integrada de desenvolvimento sustentável passa, necessariamente, pela compreensão e resolução, com estabelecimento em bases minimamente consensuais, de acordos intra e interclasses sociais visando uma sustentabilidade socioambiental que garanta a vida de todas as espécies, não somente humana, com padrões mínimos de vivência e a biodiversidade na região.

Para isso será necessário dirimir os principais tipos de conflitos hoje existentes, grandemente ocasionados pela posse privada da terra e o uso dos bens socionaturais disponíveis, que são apropriados e expropriados de forma desigual e causadora de impactos socioambientais. Neste sentido, a área da Amazônia Maranhense, segundo coletânea de Ferreira, Dias e Catunda (2021), apresenta um número significativo de conflitos por terra, 16% em termos comparativos com o restante do país, resultante de ações possessórias, ocupações e acampamentos, conflitos trabalhistas decorrentes do desrespeito à legislação trabalhista, ocorrências de situações análogas ao trabalho escravo, disputas por água em tempo de seca e nas áreas de garimpo.

Tais conflitos se concentram na área ao norte da Amazônia Maranhense e mais ao sul onde estão as grandes propriedades rurais e os projetos de expansão do agronegócio em desenvolvimento, envolvendo quilombolas, indígenas e assentados, em sua maioria atingida por latifundiários, grileiros, madeireiros, garimpeiros, grandes empresas e, num caso emblemático, os quilombolas expulsos pelo Centro Espacial de Alcântara (Agência Espacial Brasileira), no município de mesmo nome.

Ademais, pode-se acrescentar: as alterações na paisagem causadas pelo desmatamento e queimadas provocadas pelo avanço da ocupação e introdução de usos antrópicos, especialmente na área do arco do desmatamento que atinge a região; as atividades turísticas introduzidas de forma predatória, o que influi diretamente nos modos de vida e de produção dos habitante locais, por exemplo, das comunidades ribeirinhas, das quebradeiras de coco, das comunidades indígenas; o saneamento básico deficiente, estima-se que na região somente cerca de 20% dos domicílios, em média, sejam atendidos por redes públicas de serviços de infraestrutura (água potável, rede de esgoto e coleta de lixo, mais especificamente), o que compromete a qualidade de vida e saúde da população residente; a pouca efetividade de planos de preservação/recuperação de construções com valor histórico e cultural, notadamente na capital São Luís e outras cidades com patrimônio histórico, artístico e cultural; a ampliação da ocupação desordenada na direção de áreas frágeis ambientalmente, a exemplo das Áreas de Preservação Permanente (APP); e na base de reprodução de tudo isso, a crescente concentração de terras e renda na posse de poucos indivíduos/grupos, o que alcança na região características draconianas e representativas do estado da federação brasileira com maiores níveis de desigualdade social, o Maranhão.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp (Proc. 2020/16489-2) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Proc. 404423/2021-3) pelo auxílio para desenvolvimento do projeto de pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

Almeida, D. L. (2012) *Os Trilhos do Desenvolvimento na Amazônia Maranhense - Conflitos e Contrastes: o caso Piquiá de Baixo, Açailândia/MA*. Dissertação (Mestrado Programa de Desenvolvimento Socioespacial e Regional), Universidade Estadual do Maranhão.

Almeida, D. L. (2016) Amazônia Maranhense: Campo de Conflitos e Interesses. *Revista Políticas Públicas*, 261–266.

Azevedo, T. e Matias, L. F. (2022) Dinâmica de Alteração do Uso e Ocupação Agrícola na Amazônia Maranhense: uma Análise a partir de Dados MapBiomas. *Anais do Evento em Comemoração aos 20 anos do Programa de Pós-Graduação em Geografia*. Campinas, 89-103.

Becker, B. (2015) *As Amazônias de Bertha K. Becker*. Rio de Janeiro: Garamond.

Carvalho, R. L. *et al*. (2023) Pervasive gaps in Amazonian ecological research. *Current Biology*, 33, 1–9, August 21, 2023. https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.06.077.

Catunda, P. H. de A. e Dias, L. J. B. da S. (orgs.) (2019) *Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão –ZEE: etapa Bioma Amazônico*. São Luís: IMESC.

Celentano, D. *et al*. (2017) Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. *Land Use Policy*, 68 (2017), 692-698, http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.041.

Ferreira, A. J. de A., Dias, L. J. B. da S. e Catunda, P. H. de A. (2021) *Relatório Técnico de Ocupação, Uso e Cobertura da Terra do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) – Etapa Bioma Amazônico*. São Luís: IMESC.

Ferreira, A. J. de A. (2008) *Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense*. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Hecht, S. e Cockburn, A. (2022) *O destino da floresta: desenvolvedores, destruidores e defensores da Amazônia*. São Paulo: Unesp.

IBGE. (2013) *Manual Técnico de Uso da Terra*. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE. (2023) *Cidades@*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br>. Acessado em 20 de ago. 2023.

IMESC. (2021) *Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Maranhense*. São Luís: Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos.

INDE. (2022) *Infraestrutura Nacional de Dados Espacializados*. Governo Federal do Brasil. Disponível em <https//:www.inde.gov.br>. Acessado em 08 de ago. de 2022.

Ioris, R. R. e Ioris, A. A. R. (eds.) (2022) *Amazônia no Século XXI: Trajetórias, Dilemas e Perspectivas*. São Paulo: Alameda.

Lapola, D. M. *et al*. (2023) The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, 379, eabp8622. https://doi.org/10.1126/science.abp8622.

Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W.; Chipman, J. W. (2015) *Remote Sensing and Image Interpretation*. New Jersey: Wiley.

Longley, P. A. *et al*. (2015) *Geographic Information Systems and Science*. New York: John Wiley & Sons.

Macdonald, A. (2001) *Building a Geodatabase GIS*. Redlands: Esri.

MapBiomas. (2023) *Projeto MapBiomas* – Coleção 1 a 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, Disponível em <https//: brasil.mapbiomas.org>. Acessado em 08 de ago. de 2022.

Martins, M. B. e Oliveira, T. G. de. (ed.) (2011) *Amazônia Maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG.

Pinheiro, E. A. L. (2021) *Modelagem de Cenários de Mudanças no Uso da Terra na Região da Amazônia maranhense*. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PNUD. (2015) *Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável*. Brasília: PNUD.

Paiva, P. F. P. R. *et al*. (2020) Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 29 (1), 19-38.

Porto-Gonçalves, C. W. (2012) *Amazônia, Amazônias*. São Paulo: Contexto.

Schwertner, C. H. (2020) Amazônia em Foco: Uma Análise das Políticas Brasileiras de Preservação da Região. *Revista Perspectiva*, 14, 2-12.

Silva Junior, C. H. L. *et al*. (2020) Amazon forest on the edge of collapse in the Maranhão State, Brazil. *Land Use Policy*, 97, 104806.

Sousa, M. V. L. *et al*. (2023) Importance of Protected Areas by Brazilian States to Reduce Deforestation in the Amazon. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 12, 190. https://doi.org/10.3390/ijgi12050190.

Trovão, J. R. (2008) *O Processo de Ocupação do Território Maranhense*. São Luís: IMESC.

Zeiler, M. (1999) *Modeling our World*: The ESRI® Guide to Geodatabase Design. Redlands: Esri.

VAZIOS EDIFICADOS RESIDENCIAIS NA ÁREA CENTRAL - QUADRILÁTERO CENTRAL - DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO – S.P.

R. E. B. de Melo e D. E. K. Fagundes

RESUMO

O padrão de expansão urbana na maioria das cidades brasileiras caracterizou-se por processos de desfuncionalização e esvaziamento da área central, pulverização das funções urbanas nas sub-regiões urbanas – novas centralidades – e setorização social. Um padrão de expansão que deixou, como um dos passivos desses processos, a vacância residencial nas áreas centrais das cidades. Diante disso, este artigo visa discutir o processo de expansão urbana e a vacância residencial na área central do município de Ribeirão Preto – SP. Nesse sentido, investigaram-se as ações do poder público enquanto agente regulador do espaço urbano através dos instrumentos urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo urbano e os vazios edificados residenciais, através da caracterização dos imóveis, considerando as variáveis: quantificação, tipologia, grau de compartimentação, valor, finalidade e vacância. Para isso, foram analisados dados da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, do mercado imobiliário, de institutos de pesquisa e estatística, além de visitas técnicas.

1 INTRODUÇÃO

A reestruturação econômica que ocorreu a partir da década de 1970 – transição do regime de produção fordista para o regime de acumulação flexível – introduziu novas técnicas de gestão do território. Os interesses econômicos sobressaem-se às demais dimensões, principalmente à social, subjugando-as às necessidades de reprodução do capital, intensificando a ligação entre a lógica de acumulação flexível e o mercado imobiliário (Harvey, 1993).

O ambiente construído torna-se refém do mercado imobiliário, que age na avaliação dos territórios urbanos e intensifica sua qualidade mercadológica, explorando-o de forma contínua em um processo cíclico de criação de obsolescência e proposição de novas áreas (Gotdiener, 1993; Figueira, 2013). Esse ambiente é marcado pelo abandono de espaços edificados relacionados ao modo de produção fordista, propiciando a formação do "vazio edificado". Esses espaços tornam-se obsoletos por não terem estrutura para absorver novos usos e, por isso, não são incorporados pelo mercado imobiliário, levando-os ao abandono e à degradação. Esses espaços passam a ser identificados nos Estados Unidos como Brownfield ou Wasteland e no Brasil como Vacância (Carty *et al.*, 2017).

Observada em diversas cidades no mundo, a vacância, fenômeno resultante da produção social do espaço urbano no contexto da sociedade capitalista neoliberal, é a materialização dos processos de expansão e dispersão urbana intrínsecos aos modos de produção e consumo, definidos a partir das alterações econômicas, tecnológicas, políticas e culturais (Castells, 1999; Santos, 1994; Carty *et al.*, 2017). Atrelada aos interesses da iniciativa privada e das ações do poder público através do planejamento urbano e das políticas urbanas no controle do território (Carty *et al.*, 2017), define um padrão de ocupação necessário ao fluxo do capital, característico do mundo globalizado (Castells, 1999; Santos, 1994).

O Estado desloca seus investimentos, produzindo infraestrutura e equipamentos urbanos sempre servindo às classes dominantes, com a distribuição desses serviços segundo os interesses do mercado imobiliário e de acordo com a valorização diferencial do uso do solo (Bezzon, 2002; Santos, 1994, 2000; Oliveira, 1994). Para o mercado imobiliário, a vacância é um importante parâmetro na definição de futuras aplicações – um indicador do direcionamento de investimentos – pois permite a previsão de riscos, retorno e lucratividade de investimentos imobiliários e a aplicação de recursos públicos (Bomfim, 2004).

Esse fenômeno global não é estranho à dinâmica do desenvolvimento urbano no Brasil. A partir da década de 1960, inicia-se, nas grandes e médias cidades brasileiras, o desenvolvimento das sub-regiões urbanas de comércio e prestação de serviços voltados para a população de alta renda, intensificando-se a partir da década de 1970 (Villaça, 1998).

Define-se um padrão de expansão urbana que se caracteriza por processos de desfuncionalização e esvaziamento da área central, pulverização das funções urbanas nas sub-regiões urbanas, com a formação de novas centralidades e setorização social (Sposito, 2013), deixando como um dos passivos desses processos a vacância – estoque de edifícios vazios, subutilizados ou abandonados – nas áreas centrais das cidades (Carty, 2014). Dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) evidenciam a magnitude desse desafio no contexto urbano nacional, mostrando o crescimento de domicílios vagos no Brasil, que passou de 9,03% em 2010 para 12,57% em 2022 (IBGE, 2022).

No município de Ribeirão Preto, cidade-sede da região metropolitana de Ribeirão Preto, no interior paulista, esse cenário não é diferente. Estudos elaborados sobre o processo de expansão e setorização no centro da cidade (Calil, 2003) identificam três processos: expansão, setorização funcional e setorização social. Processos que se expressam espacialmente e são partes integrantes das transformações econômicas e sociais da região, relacionadas ao processo econômico global. Dados do censo demográfico do (IBGE) apontam o crescimento de domicílios vagos em Ribeirão Preto, que passou de 10,75% em 2010 para 13,87% em 2022 (IBGE, 2022).

Diante deste contexto, este artigo visa apresentar e discutir os resultados da pesquisa sobre o processo da expansão urbana e a vacância na área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto – SP, cidade-sede de região metropolitana no interior paulista, com ênfase nos vazios edificados residenciais.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa deram-se através da investigação de fontes primárias, elaborada com base no levantamento de informações que contribuíram para o entendimento da relação entre a expansão urbana, a desfuncionalização e o esvaziamento das áreas centrais das cidades, em especial dos vazios edificados residenciais na área central

– Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto. Para isso, investigaram-se as ações do poder público enquanto agente regulador do espaço urbano e os vazios edificados residenciais.

Para subsidiar informações a respeito das ações do poder público enquanto agente regulador do espaço urbano recorreu-se aos instrumentos urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo urbano disponibilizados pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Ribeirão Preto (SPDU-RP)[1]: Plano Diretor de 1995, suas revisões e leis complementares; e, relatórios de projetos aprovados e alvarás de construção no município de Ribeirão Preto – S.P.

Para subsidiar informações a respeito da caracterização dos edifícios e unidades residenciais na área central - Quadrilátero Central - do município de Ribeirão Preto – S.P., recorreu-se aos dados:

(i) Do mercado imobiliário disponibilizados pelas imobiliárias: Dínamo Imóveis[2], Pirâmid Imóveis[3] e Plantel Imóveis[4] no período de abril a julho de 2021, considerando-se as variáveis: quantificação, tipologia da unidade (casa, apartamento), grau de compartimentação da unidade (quitinete - quarto/sala, 1, 2 ou 3 dormitórios com ou sem vaga de garagem), valor, finalidade (locação ou venda) e período de vacância dos imóveis;
(ii) Do censo demográfico do IBGE (2010) sobre: tipo de domicílios: casas, casas de vila ou condomínios, apartamentos, habitação em cômodo e cortiço ou cabeça de porco; condições de ocupação dos domicílios: próprio, próprio quitado, próprio em quitação, alugado, cedido, cedido por empregador, cedido de outra forma e outra condição; e, espécie e situação de domicílio: particular, particular ocupado, particular não ocupado, particular não ocupado – uso ocasional, particular não ocupado – vago, coletivo, coletivo com morador e coletivo sem morador;
(iii) Das visitas técnicas realizadas por meio do método de apreensão de dados baseado nas imagens de satélite disponibilizadas pela empresa Google através de sua página digital[5] com uso do aplicativo Google Maps e Street View.

O critério adotado para a definição das imobiliárias a serem pesquisadas pautou-se na publicação dos imóveis através das placas de divulgação dos imóveis disponíveis no mercado imobiliário, observadas no período de reconhecimento da área de estudo – visitas técnicas. Dentre elas, foram selecionadas três imobiliárias com maior índice de publicidade.

Para o mapeamento das informações referentes aos edifícios residenciais na área central - Quadrilátero Central - do município de Ribeirão Preto - S.P., delimitado pelas avenidas Jerônimo Gonçalves, Francisco Junqueira, Independência e Nove de Julho, a pesquisa considerou sua divisão em quatro setores (A - norte, B - leste, C - oeste e D - sul) em função das especificidades apresentadas nos trabalhos elaborados por (Calil, 2003) e (Melo, 2017) sobre o processo de expansão urbana no município.

E, como fonte secundária, com base na literatura específica, destacam-se os trabalhos elaborados por Bomfim (2004), Carty (2014) e Carty *et al.* (2017) sobre vazios edificados, vacância imobiliária e suas relações com a dinâmica urbana; Castells (1999), Gottdiener

[1] https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/portal/planejamento/. Acesso em 23 de março de 2021.
[2] https://www.dinamoimoveis.com.br/ no período de abril a julho de 2021.
[3] https://www.imobiliariapiramide.com.br/ no período de abril a julho de 2021.
[4] https://www.plantelimoveis.com.br/ no período de abril a julho de 2021.
[5] http://www.google.com/. Acesso em 23 de março de 2021.

(1993), Harvey (1993) e Villaça (1998) sobre a atuação do poder público na produção do espaço urbano; e, Spósito (2013) sobre centros e centralidade urbana, entre outros. Cabe salientar os trabalhos sobre a cidade de Ribeirão Preto que abordam de forma fragmentada e setorizada o tema proposto, elaborados por Faria (2003) e Silva (2004) sobre o processo de urbanização; Bezzon (2002) e Melo (2017) sobre o processo de expansão; e, por Calil (2003) sobre desfuncionalização e esvaziamento da área central, entre outros.

2 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os estudos baseados na literatura sobre o desenvolvimento urbano na cidade de Ribeirão Preto apontam a intrínseca relação entre o processo de expansão urbana e os processos de desfuncionalização e esvaziamento da área central, pulverização das funções urbanas nas sub-regiões urbanas com a formação de novas centralidades e setorização social. Expansões identificadas por Melo (2017) em cinco períodos com características específicas, porém todas atreladas aos interesses da iniciativa privada e às ações do poder público através do planejamento urbano e das políticas urbanas no controle do território.

A primeira expansão urbana na cidade ocorreu, segundo Melo (2017), "além-rios" com a implantação da Companhia Mogiana de Estrada de Ferro e do Núcleo Colonial Antônio Prado no final do século XIX, induzida por meio das ações do Poder Público Municipal através da legislação "pontual" e de investimentos em infraestrutura e equipamentos urbanos. Essas ações resultaram, segundo Faria (2003) e Silva (2004), na divisão do ambiente urbano em duas cidades: uma intra-rios, "rica e salubre" e valorizada, ocupada por comerciantes e fazendeiros; e outra além-rios, "pobre e suja" e desvalorizada, ocupada por colonos e operários. Período em que o desenvolvimento urbano estava vinculado ao modelo agrário-exportador.

O desenvolvimento urbano da cidade, inicialmente vinculado às atividades do "Complexo Cafeeiro" e, posteriormente, às atividades do setor imobiliário, continuou sendo pautado por meio da utilização da legislação "pontual" e de investimentos em infraestrutura e equipamentos urbanos pelo poder público municipal como importantes instrumentos no controle do uso e ocupação do solo. Essas ações mantiveram o padrão de ocupação existente na cidade, caracterizado pela ocupação da população de média e alta renda ao sul e de baixa renda ao norte. Esse período (1900 - 1939) é considerado por Melo (2017) como a segunda expansão urbana da cidade.

A terceira expansão urbana da cidade (1940 – 1969), caracterizada conforme Melo (2017) pela verticalização no perímetro do Quadrilátero Central, identificada por Bezzon (2002) como "Verticalização Isolada", estabeleceu um padrão de ocupação que foi mantido nas décadas seguintes e consolidou na cidade uma ocupação predominante no eixo Norte-Sul, pautado na utilização da legislação de forma "pontual" como importante instrumento no controle do crescimento e orientação do desenvolvimento no setor sul da cidade, com a contribuição das propostas para o sistema viário contidas nos Planos de José de Oliveira Reis de 1945 e de Vias de 1960.

O período de 1970 - 1989 foi marcado pela legislação que introduziu o conceito de "Condomínio Fechado", estimulou o processo de verticalização dentro e fora do Quadrilátero Central e definiu novos corredores verticais, principalmente ao sul, sudeste e sudoeste. Esse período foi identificado por Bezzon (2002) como "Verticalização Periférica". Em contrapartida, destaca-se, nesse período, as ações do Poder Público Municipal através

da Companhia Habitacional de Ribeirão Preto (COHAB-RP) com a implantação de conjuntos habitacionais sem infraestrutura e equipamentos urbanos adequados para a população de baixa renda, predominantemente no setor norte da cidade, contribuindo de forma significativa para aumentar a segregação socioespacial existente na cidade. Esse período é identificado por Melo (2017) como a quarta expansão urbana da cidade.

Os investimentos em infraestrutura e equipamentos urbanos, associados à legislação, continuaram no período de 1990 a 2010, sendo importantes instrumentos no controle do crescimento e orientação do desenvolvimento urbano na cidade de Ribeirão Preto. Nesse contexto, foram elaborados o Plano Diretor de 1995 e o Projeto Ribeirão Preto 2001 – Ações Estratégicas para o Desenvolvimento de 1996, utilizando como referência para o desenvolvimento social e econômico da cidade o modelo "Edge Cities", caracterizado pela formação de "Novas Centralidades".

Entretanto, Melo (2017) aponta o comprometimento dos objetivos e propostas colocados por ambos ao definirem o setor sul como um dos vetores de crescimento da cidade e a parceria público-privada como instrumentos de ação para produção e gestão da cidade. Esses instrumentos, segundo a autora, induziram a atuação organizada e planejada que envolve diversos agentes – incorporadores, financiadores, construtores e vendedores – definida por Gottdiener (1993) como "Circuito Secundário de Capital".

Atuação que foi impulsionada com a instituição em 1997 do Sistema Financeiro Imobiliário (SFI) (Garrefa, 2010). E definiu de acordo com Bezzon (2002) um padrão de ocupação "característico do mundo globalizado e necessário ao fluxo do capital, alinhado à proposta das Edge Cities". Um padrão de ocupação caracterizado segundo o autor como "Verticalização Ancorada" - "Nova Centralidade". Período caracterizado conforme Melo (2017) como a quinta expansão da cidade.

Os estudos realizados sobre o processo de expansão urbana no município de Ribeirão Preto mostram o deslocamento/movimento populacional da área central – Quadrilátero Central – para outras áreas da cidade, com a formação de novas centralidades fomentadas pelas ações do poder público por meio dos instrumentos urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo. Essas ações contribuíram para a desfuncionalização e esvaziamento da área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto, ver Figura 1.

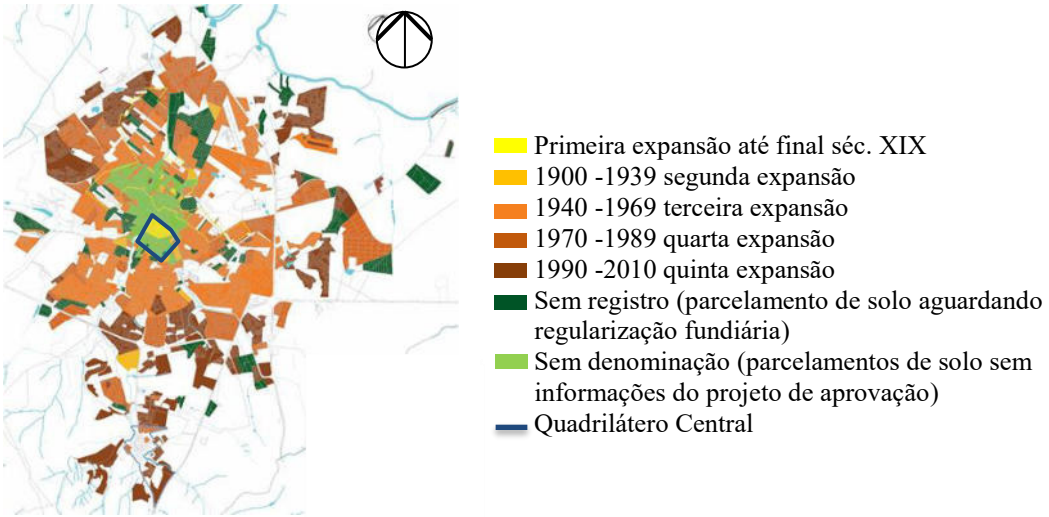


Figura 1 Processo de expansão urbana no município de Ribeirão Preto

As visitas técnicas realizadas para o reconhecimento das edificações destinadas ao uso residencial na área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto apontam que há uma concentração maior nos setores Oeste e Sul, onde encontram-se tipologias mais verticais e, portanto, maior densidade populacional. Destaca-se, também, a alteração do uso residencial para outras atividades. A Figura 2a apresenta os edifícios que, no momento da construção e aprovação pela prefeitura, tinham uso residencial; Figura 2b mostra os edifícios residenciais e os residenciais que mudaram de uso (não especificado qual tipo); e Figura 2c exibe o mapa das características de altura desses edifícios (mapa de gabarito).

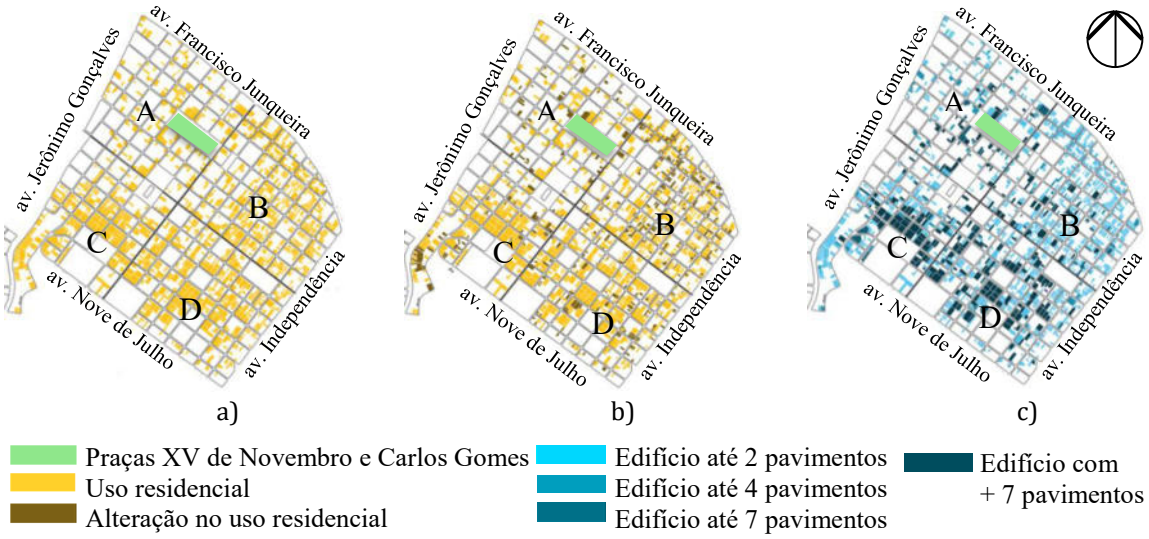


Figura 2 Mapas dos edifícios residenciais na área central - Quadrilátero Central - do município de Ribeirão Preto

No Setor Norte, há duas tipologias residenciais: horizontal – térrea e sobrado – a partir das avenidas Francisco Junqueira e Jerônimo Gonçalves até as Praças XV e Carlos Gomes, e vertical, com comércio no pavimento térreo e residência nos demais pavimentos, a partir da década de 1960. Observa-se que a tipologia horizontal vem sendo utilizada, de forma geral, como prostíbulo, pensão, hotel e cortiço, em estágio avançado de deterioração e, em muitos casos, de degradação, ocupadas em geral por trabalhadores em busca de trabalho. Constatou-se, neste setor, 153 edifícios residenciais, a menor concentração por quadra da área central.

No Setor Leste, há predominância da tipologia residencial horizontal – térrea – com frente para a rua e, em alguns casos, configurando vilas, com o surgimento ao longo do século XX de recuos frontal e lateral. Entretanto, percebe-se a alteração de uso para atividades de comércio e/ou prestação de serviço, muitos, pelo abandono, encontram-se em estado de deterioração e degradação. Nota-se a existência da tipologia vertical de térreo mais três pavimentos, próximos à avenida Francisco Junqueira, e de edifícios altos próximos ao Setor Sul. Neste setor, foram contabilizados 620 edifícios residenciais.

No Setor Oeste, também há predominância da tipologia residencial horizontal – térrea e sobrado – com frente para a rua e, em alguns casos, configurando vilas, e que vai verticalizando-se em direção ao Setor Sul. Nota-se que a maioria funciona como pensão ou república voltada aos estudantes que procuram cursos pré-vestibulares instalados neste setor, mas também se observa a utilização de algumas edificações como cortiço por trabalhadores que vêm para a cidade em busca de trabalho. Além disso, algumas construções estão sem

uso, em estado de deterioração e/ou degradação, e há alguns “vazios urbanos”. Entretanto, percebe-se a concentração da tipologia vertical multifamiliar nas proximidades da avenida Nove de Julho. Neste setor, constatou-se 278 edifícios residenciais.

O Setor Sul apresenta, de forma predominante, a tipologia residencial vertical multifamiliar, que foi sendo consolidada a partir da década de 1960. Contudo, ainda há algumas residências com a tipologia de sobrado com recuos frontal e lateral e a presença de algumas vilas de casas térreas. Nota-se que, de forma geral, as edificações que resistiram à especulação imobiliária, com a tendência de verticalização, encontram-se, em muitos casos, deterioradas ou em estado de degradação. Neste setor, foram contabilizados 307 edifícios residenciais. Este setor apresenta a maior densidade populacional da área central.

A Figura 3 mostra que a tipologia apartamento predomina no Quadrilátero Central do município de Ribeirão Preto, compondo 81,88% dos edifícios residenciais. As casas registram 16,37% e 1,75% são casas de vila, condomínio, habitação em cômodo, cortiço e cabeça de porco (IBGE, 2010). Esses índices traduzem o que foi observado nas visitas técnicas.

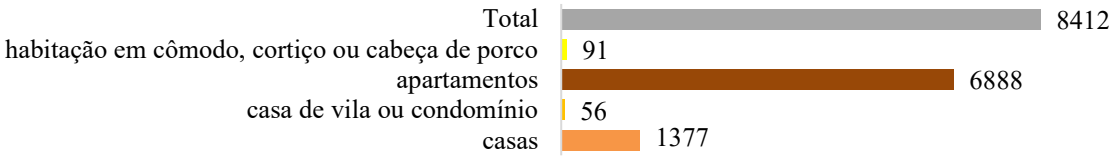


Figura 3 Gráfico do tipo do domicílio particulares permanentes no Quadrilátero Central do município de Ribeirão Preto

As pesquisas para a caracterização dos edifícios residenciais na área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto considerando os dados do censo demográfico disponibilizados pelo IBGE (2010), apontam que o índice de 53,09% dos domicílios próprios quitados no Quadrilátero Central encontra-se próximo da média dos demais setores, que corresponde a 55,61%. Entretanto, o índice de 2,99% dos domicílios próprios em quitação no Quadrilátero Central encontra-se bem abaixo da média dos demais setores, que corresponde a 13,96%, o que mostra um desinteresse na aquisição de imóveis neste local. Em contrapartida, o índice de 40,56% dos domicílios alugados no Quadrilátero Central encontra-se muito acima da média dos demais setores, que corresponde a 26,12%. Este índice mostra que muitos moradores do Quadrilátero Central passaram a alugar seus imóveis, conforme pode ser observado na Figura 4.

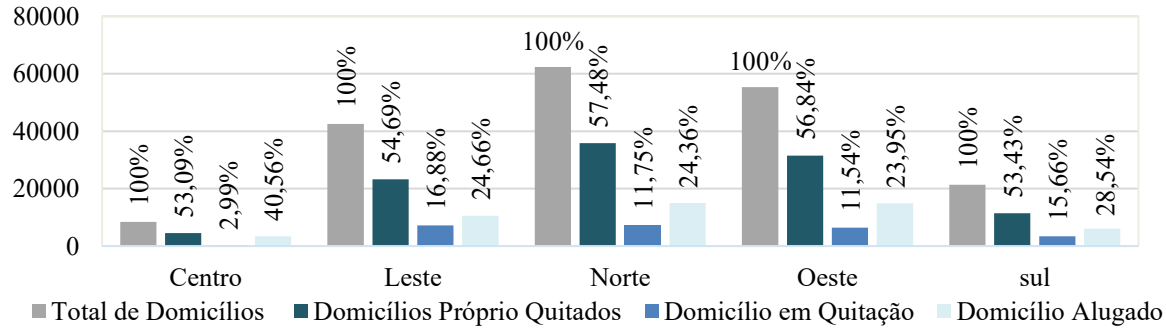


Figura 4 Gráfico do total de domicílios, domicílios próprios quitados, domicílios em quitação e alugados no município de Ribeirão Preto

A Figura 5 apresenta dados do censo demográfico de 2010 disponibilizados pelo IBGE (2010) referentes aos domicílios particulares e coletivos no município. Destacam-se, destes, os índices dos domicílios não ocupados (particulares - uso ocasional e vago - e coletivos sem morador): o Setor Norte apresenta 6,64%, o Setor Oeste 8,52%, o Setor Leste 13,57%, o Setor Sul 16,34% e o Setor Centro 22,45%. Esses dados revelam, conforme apresentado na Figura 6, que o índice de domicílios não ocupados (particulares - uso ocasional e vago - e coletivos sem morador) na área central - Quadrilátero Central - de 22,42% está acima da média dos demais setores da cidade, que corresponde a 11,26%, 10,75% no município e 9,03% no Brasil (IBGE, 2010).

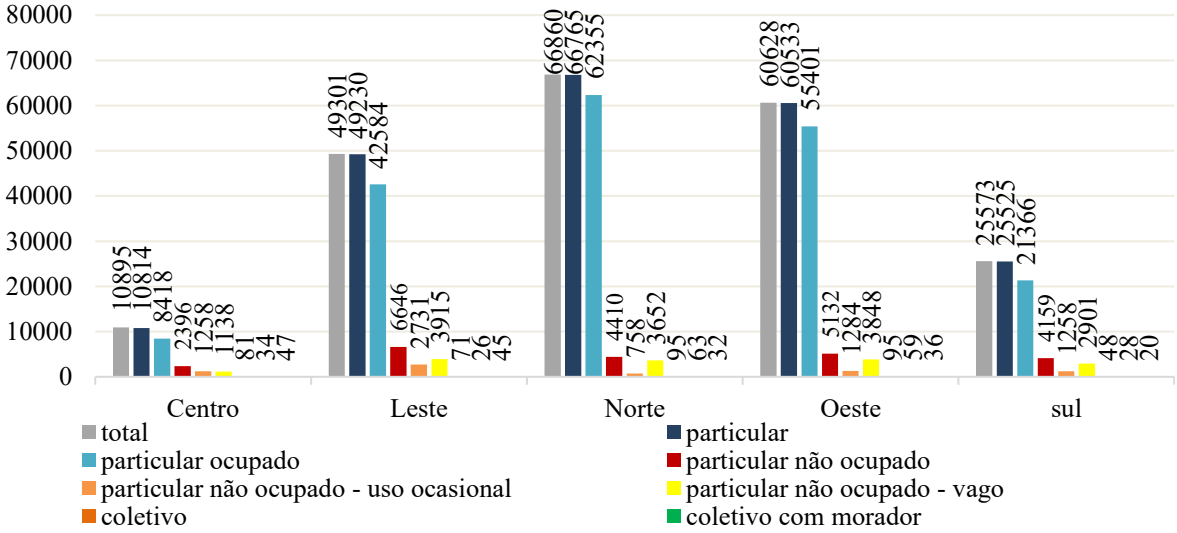


Figura 5 Gráfico dos domicílios recenseados, por espécie e situação de domicílio no município de Ribeirão Preto

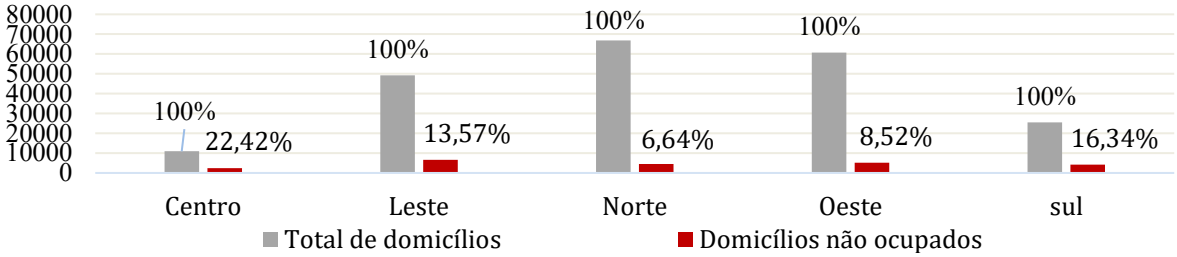


Figura 6 Gráfico do total de domicílios e domicílios não ocupados no município de Ribeirão Preto

Somam-se aos dados coletados nas visitas técnicas e no censo demográfico de 2010, disponibilizados pelo IBGE (2010), os dados fornecidos pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Ribeirão Preto (SPGP-RP), sobre o número de projetos aprovados e alvarás de funcionamento no município, constantes no Relatório de Projetos: Estatística de Projetos e Obras. De acordo com a Figura 7, a área central – Quadrilátero Central – é o setor com a menor quantidade de alvarás emitidos no período de 2017 a 2020, correspondendo a somente 1,27% do total. Em contrapartida, no mesmo período, o setor Sul apresentou 40,17% do total. Esses dados mostram os setores com menor e maior crescimento

na cidade e revelam o desinteresse do mercado imobiliário no Quadrilátero Central em detrimento de outros setores, principalmente do setor Sul da cidade.

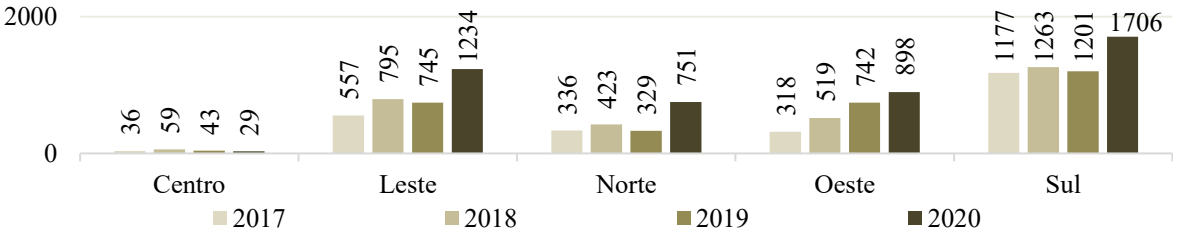


Figura 7 Gráfico dos alvarás de obras no período de 2017 a 2020 no município de Ribeirão Preto

A Figura 8 apresenta os dados das unidades residenciais por grau de compartimentação, disponíveis para venda e/ou locação nas imobiliárias Dínamo Imóveis, Pirâmid Imóveis e Plantel Imóveis na área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto. Nesta, pode-se observar a predominância de unidades de 3 dormitórios com 46,57%, seguidas por unidades de 1 dormitório com 23,51% e de 2 dormitórios com 20,38% do total de unidades. Observa-se que as maiores ofertas de vagas de garagem são das unidades de 1, 2 e 3 dormitórios com 17,64%, 12,61% e 40,70% do total de unidades, respectivamente. Nota-se, também, que as unidades de 3 dormitórios têm o maior índice em relação às unidades que estão à venda com 36,36% do total de unidades, seguidas das unidades de 1 e 2 dormitórios com 16,04% e 13,76%, respectivamente. Por fim, as unidades de 3 dormitórios têm o maior índice em relação às unidades que estão para locação com 16,38%, seguidas das unidades de 1 e 2 dormitórios com 11,59% e 9,87%, respectivamente, do total de unidades. Esses índices indicam uma grande ociosidade no mercado imobiliário de imóveis residenciais na área central.

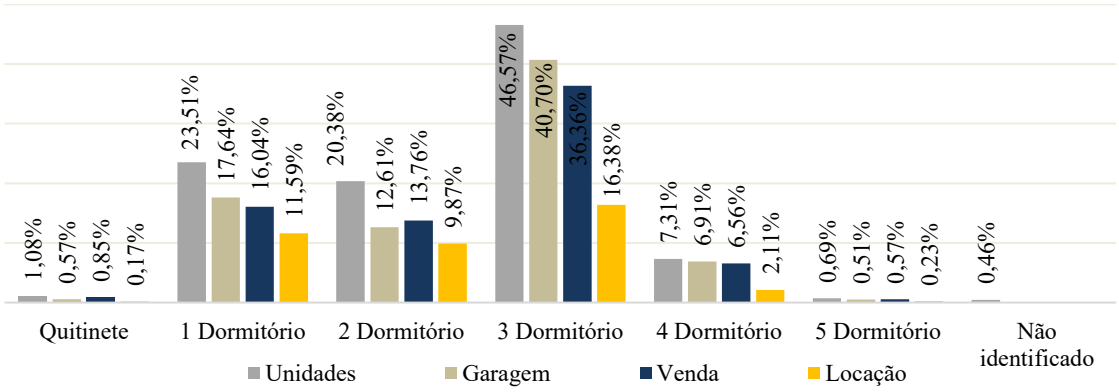


Figura 8 Gráfico síntese das unidades residenciais por grau de compartimentação, disponíveis para venda e ou locação nas imobiliárias pesquisadas

As pesquisas para a caracterização das unidades residenciais no Quadrilátero Central, realizadas junto às imobiliárias Dínamo Imóveis, Pirâmides Imóveis e Plantel Imóveis no período de abril a julho de 2021, apontam, conforme gráfico apresentado na Figura 9, que 68,94% das unidades possuem vagas de garagem, 64,70% das unidades estão à venda, e 35,30% estão para locação no mercado imobiliário. Esses índices são compatíveis com os dados observados no censo demográfico de 2010 sobre domicílios próprios quitados, em quitação e alugados, particulares e coletivos ocupados e não ocupados (IBGE, 2010), e

revelam o desinteresse do mercado imobiliário na área central – Quadrilátero Central – em detrimento de outros setores, principalmente, do setor Sul da cidade.

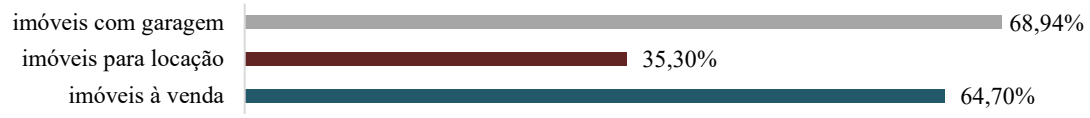


Figura 9 Gráfico geral da caracterização das unidades nas imobiliárias pesquisadas

O mapa apresentado na Figura 10 é resultado das pesquisas realizadas junto às imobiliárias Dínamo Imóveis, Pirâmid Imóveis e Plantel Imóveis no período de abril a julho de 2021. Este mostra que há edifícios à venda e/ou locação por toda a área do Quadrilátero Central; entretanto, observa-se uma maior concentração nos setores Oeste e Sul. Esses setores concentram, como apresentado na Figura 2, a maior quantidade de edifícios residenciais e de gabarito (número de pavimentos) mais elevado. Esse resultado aponta onde estão e quais são as características dos vazios edificados na área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto.

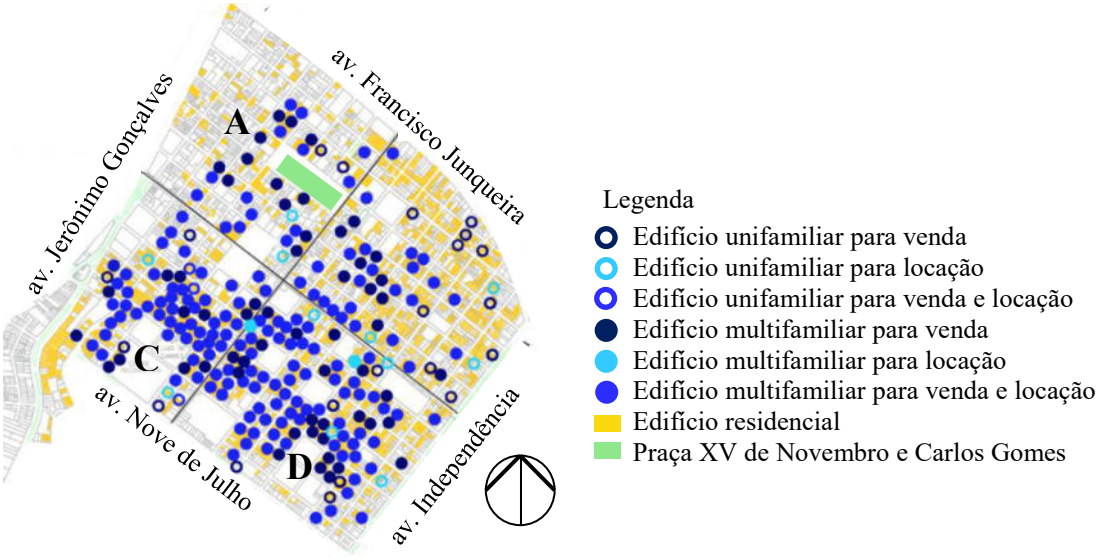


Figura 10 Mapa da área central - Quadrilátero Central - do município de Ribeirão Preto com a localização dos edifícios residenciais disponíveis para venda e ou locação nas imobiliárias pesquisadas

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As ações do poder público enquanto regulador do espaço urbano, através dos instrumentos urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo urbano, fomentaram a formação de novas centralidades e contribuíram para a desfuncionalização e esvaziamento da área central – Quadrilátero Central – do município de Ribeirão Preto, propiciando o surgimento dos vazios edificados (edifícios vazios, subutilizados e/ou abandonados) e da vacância.

Os vazios edificados residenciais estão presentes em todos os setores da cidade; entretanto, são mais perceptíveis na área central – Quadrilátero Central – com 22,42% dos domicílios não ocupados (particulares - uso ocasional e vago - e coletivos sem morador), enquanto nos demais setores do município a média é de 11,26% e no município, de 10,75%.

O índice de imóveis alugados de 40,56%, em relação à média dos demais setores da cidade de 26,12%, assim como o índice de imóveis em quitação de 2,99%, em relação à média dos demais setores da cidade de 13,96%, apontam o desinteresse da população em morar na área central – Quadrilátero Central.

Das unidades disponíveis no mercado imobiliário, 64,70% estão à venda e 35,30% para locação, índices que indicam uma grande ociosidade no mercado de imóveis residenciais na área central – Quadrilátero Central. Apesar de haver uma diversidade em relação ao grau de compartimentação, com predominância de unidades de 3 dormitórios, há um alto índice de unidades que apresentam vagas de garagem.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa indica a necessidade de conhecimento dos demais vazios edificados (edifícios vazios, subutilizados e/ou abandonados) destinados às atividades de comércio e prestação de serviços para entendimento da magnitude do fenômeno – vacância – e seus impactos não somente na área central – Quadrilátero Central – mas em todo o município de Ribeirão Preto.

Esse entendimento pode contribuir para ampliar a produção científica sobre o processo de produção das cidades e também orientar futuras ações do poder público enquanto regulador do espaço urbano, através dos instrumentos urbanísticos de controle do uso e ocupação do solo urbano previstos na legislação, no sentido de promover a ocupação do território com desenvolvimento econômico, espacial e, também, social.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) pelo apoio a pesquisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bezzon, J. C. F. (2002) Política e planejamento urbano da cidade de Ribeirão Preto no período de 1983 a 2002: análise crítica do modelo de verticalização periférica e informática, Dissertação de mestrado, **EESC - USP São Carlos**, São Carlos.

Bomfim, V. C. (2004) Os espaços edificados vazios na área central de São Paulo e a dinâmica urbana, Dissertação de mestrado, **Poli - USP São Paulo**, São Paulo.

Calil, J. (2003) O Centro de Ribeirão Preto: Os processos de expansão e setorização, Dissertação de Mestrado, **EESC - USP São Carlos**, São Carlos.

Carty, C. G. e Costa, L. A. M. (2017) Vacância como materialização do processo de dispersão urbana. O centro histórico de Campinas, 2005 - 2014, um estudo de caso, **arquitextos**, ano 17, n. 204.05, Vitruvius, São Paulo.

Carty, C. G. (2014) Vacância no centro de Campinas e o planejamento urbano brasileiro, 1990 - 2014, Dissertação de mestrado, **PUC Campinas**, Campinas.

Castells, M. (1999) **A sociedade em rede**, Paz e Terra, São Paulo.

Faria, R. S. de (2003) Ribeirão Preto, uma cidade em construção: o discurso da higiene, beleza e disciplina na modernização entre rios (1895 – 1930), Dissertação de Mestrado, **Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - UNICAMP**, Campinas.

Figueira, T. M. B. (2013) Produção social da cidade contemporânea: análise dos condomínios urbanísticos e loteamentos fechados de alto padrão do subsetor sul de Ribeirão Preto, S.P., Dissertação de mestrado, **IAU - USP São Carlos**, São Carlos.

Garrefa, F. (2010) Relações entre a expansão do crédito imobiliário no Brasil e o desenvolvimento (in)sustentado das cidades (2000-2009): O caso de Ribeirão Preto – SP, **PLURIS – 2010 (4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento urbano, regional, integrado, sustentável)**, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2010, pp. 1-12.

Gottdiener, M. (1993) **A produção social do espaço urbano**, EDUSP, São Paulo.

Harvey, D. (1993**) A condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança na condição cultural**, Editora Loyola, São Paulo.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, Brasil. Acesso em: 23 de março de 2021 Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022) **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, Brasil. Acesso em: 23 de fevereiro de 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html

Melo, R. E. B. de (2017) Ações pública e privada no processo de ocupação de Ribeirão Preto: do núcleo Antônio Prado a atuação do (GDU) Grupo de Desenvolvimento Urbano, Tese de doutorado, **PPGEU – UFSCar**, São Carlos.

Oliveira, F. de (1994) O Estado e o urbano no Brasil, **Espaço e debates**, nº 38, NERU, São Paulo.

Santos, M. (2000) **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**, Record, Rio de Janeiro.

Santos, M. (1994) **A urbanização brasileira**, Hucitec, São Paulo.

Silva, A. C. B. de (2004) Imigração e urbanização: o núcleo colonial Antônio Prado em Ribeirão Preto, Dissertação de Mestrado, **PPGEU – UFSCar**, São Carlos.

Sposito, M. E. B. (2013) Segregação socioespacial e centralidade urbana, In: Vasconcelos, P. A.; Correa, R. L.; Pintaudi, S. M. (orgs.), **A cidade contemporânea: segregação espacial**, Contexto, São Paulo.

Villaça, F. (1998) **O espaço intra-urbano no Brasil**, Studio Nobel, São Paulo.

Villaça, F. (1998) Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil, In: Deák, C.; Schiffer, R. S. (orgs.), **O Processo de Urbanização no Brasil**, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2ª edição atualizada.

CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRASIL

A. S. Fernandes, G. B. Assunção, A, Borsagli

RESUMO

O presente trabalho visa contribuir, a partir da visão da geografia, na análise da gestão das águas urbanas da cidade de Belo Horizonte, Brasil, tendo como recorte temporal as administrações municipais dos últimos 23 anos. O método de pesquisa aplicado foi a análise espacial e a visão holística e sistêmica, ancorado em geotecnologias, onde se estabeleceu uma discussão crítica aos processos urbanos, sociais e ambientais de Belo Horizonte. Nesse sentido, a pesquisa constatou que na cidade as últimas 5 gestões municipais priorizaram a adoção de medidas estruturais, com a implantação quase que unânime aplicadas à drenagem urbana, como a adoção de bacias de detenção, altamente dispendiosas aos cofres públicos e que geraram resultados paliativos, haja visto que permanece a lógica higienista de planejamento e o domínio da natureza pela ação humana.

1 INTRODUÇÃO

As planícies de inundação são áreas lindeiras aos rios nos quais recebem temporariamente as águas fluviais transbordadas em eventos pluviométricos mais intensos, principalmente, ao longo da estação chuvosa. Durante o processo de industrialização e expansão urbano das cidades brasileiras, que ocorreu a partir do final do século XIX e início do século XX, foram espaços densamente manejados e ocupados (Luz; Rodrigues, 2020).

Ao longo desse processo, foram ocupadas por edificações e, sobretudo, priorizou a implantação de avenidas tidas como sanitárias. Inicialmente, essas avenidas foram construídas nas planícies de inundação e, posteriormente, passaram a ocupar a própria calha fluvial a partir de seu tamponamento. Rodrigues (2015) lembra que o processo de produção do espaço urbano promoveu uma expansão urbana para a própria região de mananciais e cursos d'águas e, que atualmente, esses espaços estão altamente ocupados, tornando ainda mais dependente de intervenções pelo poder público.

Cabe ressaltar que tudo isso só foi possível a partir do manejo das planícies de inundação, sendo suprimidas a vegetação ciliar, tão importante para a preservação do leito natural, além da realização da retificação e da canalização de trechos dos cursos d'água, o que possibilitou a sua ocupação efetiva (Decina; Brandão, 2016). Entretanto, essa ação agravou e vem

agravando cada vez mais os eventos de enchentes e inundações nas cidades, efeito natural, e que agora passaram a ser intensificados pela ação antrópica, gerando inúmeros impactos ao ambiente e principalmente à população.

Belo Horizonte, cidade planejada e edificada no final do século XIX[1], sobre o viés racionalista do domínio da natureza pelo homem, com abordagem sanitarista higienista de planejamento (Borsagli, 2016; PBH, 2022), onde a canalização era uma técnica sanitária e ambiental priorizada no disciplinarmente das águas urbanas, foi desde sua fundação gerida sobre a prerrogativa de disciplinar águas pluviais, o que hoje é visto como tentativas de soluções fracassadas.

O modelo de planejamento adotado foi responsável por diminuir áreas permeáveis na cidade, por aumentar as vazões e por transferir as águas urbanas de forma acelerada de montante para jusante nas bacias hidrográficas (Decina; Brandão, 2016; PBH, 2022), o que vem contribuindo para a ocorrência e agravamento de inundações e enchentes desde do início da história de ocupação da cidade, fato que foi ganhando notoriedade na mídia (figura 1).



Fig. 1 Enchentes no Ribeirão Arrudas na área central de Belo Horizonte em 1947 e em 1983. Fonte: http://www.curraldelrey.com/ Acesso em abr. 2024.

Nesse sentido, esse trabalho visa analisar a gestão das águas urbanas na cidade de Belo Horizonte, Brasil, nos últimos 23 anos de gestão municipal frente às enchentes e inundações e as políticas públicas adotadas para sua contenção.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa aplicado foi a análise espacial e a visão holística e sistêmica, utilizando-se de geotecnologias, para isso foi realizado pesquisa qualitativa com discussão ancorada na crítica aos processos urbanos, sociais e ambientais adotados em Belo Horizonte sobre a gestão das águas urbanas.

Dentre os métodos de pesquisa foi realizado levantamento documental e bibliográfico e consulta à conteúdos jornalísticos e de divulgação oficial no site da prefeitura municipal e de mídia local, tendo como foco os eventos extremos de chuva e os impactos na cidade.

Foi realizado levantamento de dados na plataforma de geoinformação da prefeitura municipal (BHMap) visando constituir o banco de dados geográfico usado na elaboração dos

[1] Belo Horizonte foi inaugurada, ainda em construção, no dia 12 de dezembro de 1897. (IPHAN, 2023). Fonte: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1832/#:~:text=Belo%20Horizonte%20foi%20inaugurada%2C%20ainda,12%20de%20dezembro%20de%201897.

mapas temáticos e na condução da análise espacial através de *software* de geoprocessamento. Para isso, foram utilizados os *softwares* Arcgis, versão 10.8, QGIS, versão 3.34, e Google Earth Pro, versão 7.3.6.

Foi realizado trabalho de campo onde visitou bacias de detenção implantadas e em implantação. Em campo foram coletadas as coordenadas dos pontos de interesse por meio de um aparelho de GPS de Navegação da marca Garmin, modelo Oregon 600, o que auxiliou na constituição da base de dados e na sistematização das informações.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Belo Horizonte é a 6º cidade mais populosa do Brasil, dados do Censo Demográfico de 2022 demonstraram que a capital mineira possui mais de 2.315.000 habitantes e uma densidade demográfica de 6.988 hab./ km² (IBGE, 2024a). Desde o Plano Diretor de 1996 (Lei Municipal 7.165/1996) o território de Belo Horizonte é considerado urbano, estando conurbado a todos os 08 municípios circundantes (figura 2).

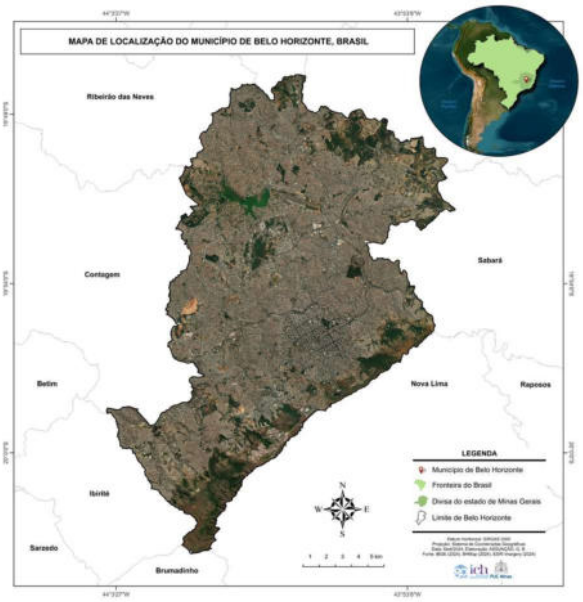


Fig. 2 Localização da cidade de Belo Horizonte, Brasil.

A cidade possui extensão territorial de 332 km² com variação altimétrica de cerca de 600 m, sendo que a menor altitude situa-se na confluência dos Ribeirões da Isidora e da Onça com 670 m, a extremo nordeste do município, e a região mais elevada é a linha de cumeada da Serra do Curral, com altitudes acima de 1.150 m, porção sul da cidade (figura 3).

Em referência à hidrografia, Belo Horizonte é recortada por dois cursos d'água principais: os Ribeirão Arrudas e da Onça, ambos cursos meandrantes que confluem no sentido oeste-leste e com deflúvio no Rio das Velhas. Os demais cursos d´água são afluentes diretos destes dois ribeirões (figura 3). Suas bacias apresentam grande declividade o que irá resultar em escoamentos das águas pluviais em velocidades muito altas (PBH, 2022), ademais grande parte da drenagem urbana encontra-se canalizada, parte a céu aberto e parte tamponada.

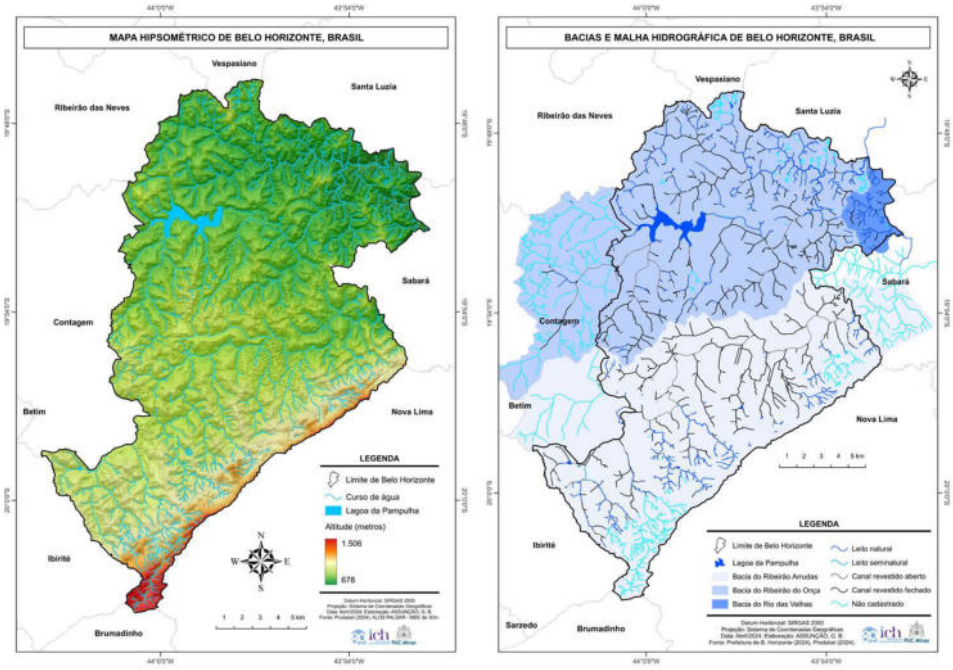


Fig. 3 Variação altimétrica do relevo e hidrografia de Belo Horizonte, Brasil.

A apropriação do espaço geográfico do sítio do antigo Arraial de Curral del Rey para a capital Belo Horizonte foi rápida, tendo como responsável pelas profundas alterações da paisagem a Comissão Construtora da Nova Capital (CCNC), que organizou o território para a construção de uma cidade que tinha como principal finalidade abrigar o poder político e administrativo do estado de Minas Gerais a partir das ideias racionalistas vigentes na sociedade, impulsionadas pela empolgação republicana que tomava conta do Brasil no último quartel do século XIX.

Data desse período as primeiras intervenções na rede hidrográfica de Belo Horizonte, realizadas de maneira pontual no Córrego do Acaba Mundo e no Ribeirão Arrudas, obras estruturais que seriam retomadas a partir de 1924, com a retificação e a canalização do Ribeirão e dos seus afluentes que cortam a zona urbana planejada de Belo Horizonte (Borsagli, 2016). As obras buscavam não só permitir a expansão do tecido urbano de acordo com o traçado geométrico da cidade planejada, mas também obter lucro com a venda dos lotes urbanos conquistados a partir do aterramento do leito natural dos cursos d'água e da urbanização das planícies de inundação.

Tais modificações ocasionaram o aumento dos transbordamentos de fundo de vale nos períodos chuvosos, intensificado após o início do processo de metropolização de Belo Horizonte, na primeira metade da década de 1950. A rápida expansão urbana (figura 4) nas sub bacias dos ribeirões Arrudas e Onça levaram o poder público a realizar, de maneira quase ininterrupta, obras visando a retificação e canalização da rede hidrográfica da capital mineira, ressaltando que as intervenções começaram a ser realizadas na bacia da Onça/Izidora a partir do ano de 1974.
Nesse contexto, visto o alto grau de impermeabilização das vertentes, a pouca permeabilidade das bacias urbanas e o confinamento das águas fluviais em canais artificiais, pode constatar que o processo de degradação e ocultação de uma parte dos cursos d'água que correm no meio urbano se deu em um espaço de tempo relativamente curto, desde a inauguração da nova capital em 1897 até a consolidação da metrópole na década de 1970

(figura 4). Observa-se ainda que os transbordamentos nas bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça ocorrem de maneira regular desde o final da década de 1970, ainda que as administrações municipais realizaram, ao longo das últimas quatro décadas, obras que contribuem para a potencialização dos transbordamentos de fundos de vale.

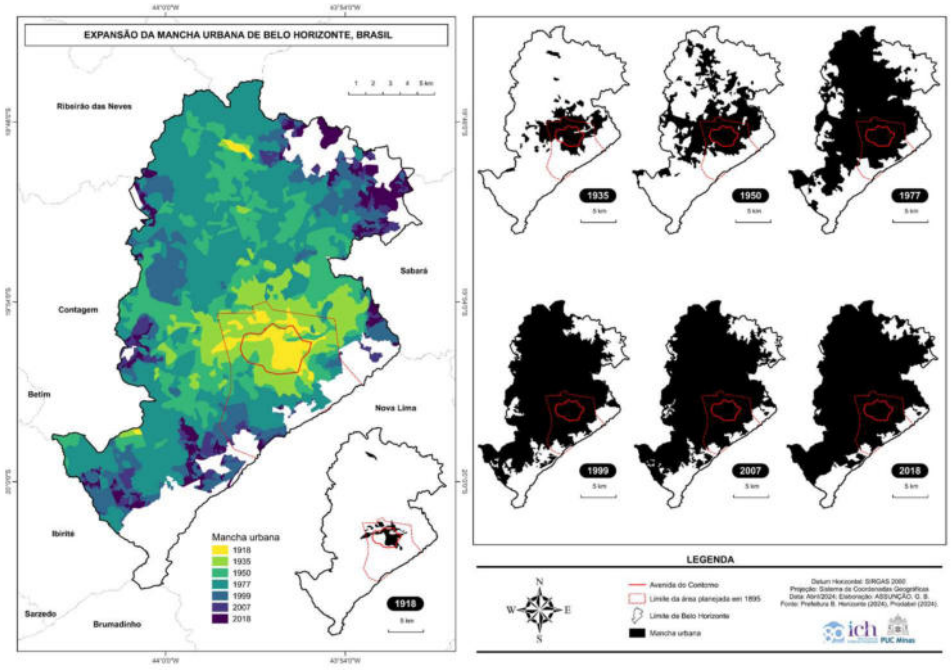


Fig. 4 Expansão da mancha urbana em Belo Horizonte, Brasil.

O transbordamento das águas de um curso d'água é um fenômeno natural que é potencializado por ações antrópicas que, na maioria das vezes, promovem profundas alterações nas bacias hidrográficas. No caso de Belo Horizonte, a ruptura entre o plano urbanístico e o caminho natural das águas levou a um rompimento cujas consequências são sentidas até a atualidade.

Apesar das obras de macro e microdrenagem urbana serem realizadas há um século em Belo Horizonte, os transbordamentos continuam ocorrendo de maneira regular em diversos pontos da cidade. Nesse contexto, pode se destacar os transbordamentos ocorridos nos anos de 2003, 2006, 2008/2009, 2011, 2014 e as regulares enchentes de 2015 em diante, todas com consideráveis prejuízos materiais e humanos. É importante observar que mesmo com a ampliação do sistema de drenagem nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, a frequência dos transbordamentos em meio urbano vem aumentando de maneira notória, dentre os quais se destacam a Avenida Vilarinho (córrego Vilarinho), Avenida Bernardo Vasconcelos (córrego da Cachoeirinha), Avenida Prudente de Morais (córrego do Leitão), Avenida Francisco Sá (córrego dos Pintos) e Avenida Tereza Cristina (ribeirão Arrudas), todas avenidas sanitárias, ou seja, construídas em fundos de vale.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse modelo de planejamento pautado em retificação de canais, canalizações e tamponamentos que visou o afastamento rápido dos escoamentos e o aproveitamento dos fundos de vale, principalmente como vias de tráfego, perdurou e ainda perdura por várias gestões municipais em Belo Horizonte. Entretanto, no final da década de 1990 inicia, de

forma tímida, tentativas de mudança de paradigma com a elaboração do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte (PDD) com proposição de adoção de técnicas menos intervencionistas no disciplinamento das águas urbanas, dentre elas, a possibilidade de implantar parques lineares e técnicas alternativas para a drenagem urbana (PBH, 2022).

Assim, foi necessário realizar estudos de inventário e diagnóstico ambiental para caracterização física da drenagem, a classificação das bacias hidrográficas em bacias elementares (sub-bacias), a criação do atlas dos canais revestidos da macrodrenagem e a criação do banco de dados geográficos da drenagem urbana (Sig drenagem). Paralelo a isso, foram instituídos instrumentos normativos e ações para tratar corpos d'água, implantar alternativas de intervenção nos cursos d'água e na paisagem natural (PBH, 2022).

Luz e Rodrigues (2020) destacam dois estágios para a urbanização, o que o tecido urbano é altamente urbanizado, com terrenos impermeáveis e altamente adensado de edificações e o segundo onde se propõem uma requalificação urbana, com remoção de edificações, recuperação de áreas degradadas e ampliação de áreas verdes. O projeto Drenurbs representou esse segundo estágio em Belo Horizonte, mesmo que de forma tímida e pouco expressiva para a cidade.

Destarte, visando identificar as intervenções promovidas pelo poder público municipal sobre o disciplinamento das águas urbanas, nossa pesquisa foi pautada nos últimos 23 anos de gestão municipal, que corresponde a 7 gestões e 4 prefeitos, todos sendo representados por partidos de posição ideológica mais à esquerda (figura 5).

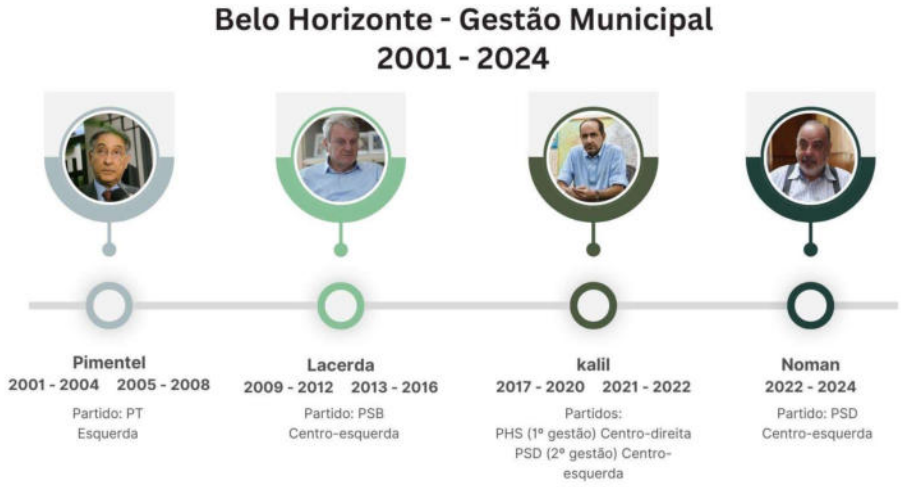


Fig. 5 Gestões municipais nos últimos 23 anos em Belo Horizonte, Brasil.

Durante o mandato de Fernando Pimentel a principal ação de gestão das águas urbanas foi a renaturalização de 05 córregos (Nossa Senhora da Piedade, Engenho Nogueira, Bonsucesso, Primeiro de Maio e Baleares) em uma ação que foi denominada de Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - DRENURBS. O programa implementou 03 parques lineares em 2008 (Nossa Senhora da Piedade, Primeiro de Maio e Baleares)(figura 6), despoluindo os trechos dos cursos d'água e realocando famílias moradoras que ali habitavam (PBH, 2022). Na ocasião, o montante financeiro despendido na criação dos 03 parques lineares foi de 37 milhões (PBH, 2008) que foi financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID (PBH, 2022).



Fig. 6 Bacias de retenção construídas em 2008 com a criação dos Parques Lineares Nossa Senhora da Piedade (esquerda) e 1º de Maio (direita), ação do Programa Drenurbs. Dos autores, 2024.

Na 1º gestão Lacerda houveram eventos pluviométricos intensos e que tomaram os noticiários em função da magnitude e dos danos causados. Devido a pressão popular para a realização de obras de contenção das enchentes, a prefeitura instalou placas de risco de inundação e realizou também campanha publicitária visando informar a população sobre os riscos a que estão sujeitos (figura 7).



Fig. 7 Implantação de placas e campanha informativa sobre o risco das enchentes em Belo Horizonte, Brasil. Fonte: Acervo pessoal.

É dessa gestão também a elaboração da carta de inundações, lançada em 2009, esse mapeamento é fundamental, pois demonstra espacialmente a delimitação das manchas de inundação, ou seja, os pontos de riscos hidrometeorológicos distribuídos pelo território de Belo Horizonte (figura 8). A carta de inundações foi atualizada em dois momentos, 2013 (2º gestão Lacerda) e 2022 (2º gestão Kalil).

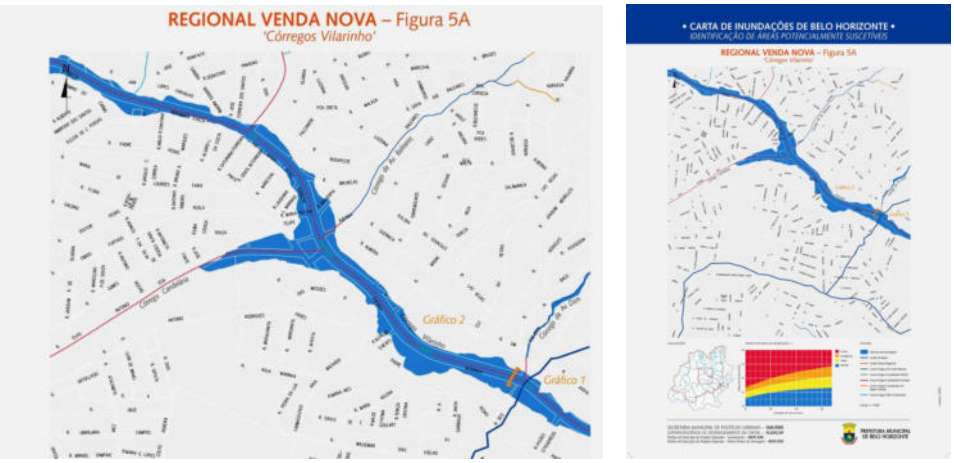


Fig. 8 Carta de inundação de Belo Horizonte, Brasil. Fonte: https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/diretoria-de-gestao-de-aguas-urbanas/cartas-de-inundacoes. Acesso em abr. 2024.

É a partir daí que inicia de forma mais contundente a construção de bacias de detenção como forma mais exitosa de combater as enchentes e inundações em Belo Horizonte (figura 9). Cabe lembrar que já havia bacias de detenção implantadas e em implantação na cidade, porém essas estruturas passaram a ser vistas como a principal forma de controle das enchentes desse momento em diante, sendo construídas e inauguradas 7 estruturas ao longo dos mandatos da Gestão Lacerda (2009 - 2016).

As bacias de detenção[2] são estruturas de engenharia responsáveis por armazenar, temporariamente, o deflúvio da chuva, e liberar posteriormente e de forma gradativa à água para o leito fluvial. Canholi (2005) recorda que essas estruturas têm por finalidade reduzir o pico das enchentes, por meio do armazenamento de parte do volume escoado, o que irá provocar uma ampliação dos picos de cheia a jusante da bacia de detenção.

A construção desse tipo de estrutura, embora seja uma estratégia que apresenta resultados paliativos, é uma solução de custo elevado (Decina; Brandão , 2016) e que requer espaços livres consideráveis. Em uma cidade já densamente ocupada e antropizada como Belo Horizonte, onde o espaço é limitado e valioso, encontrar áreas adequadas para essas infra estruturas torna-se um desafio para a gestão municipal.

[2] Também é usado o termo bacia de retenção, porém na literatura há uma diferenciação técnica entre essas duas estruturas, quanto a retenção sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir a finalidades recreacionais, a de detenção só são preenchidas de água por picos máximos de chuvas, para mais detalhes consultar Canholi (2005). Neste trabalho optou-se por não diferenciar essas estruturas, embora há em Belo Horizonte os dois tipos, porém em maior número as bacias de detenção.

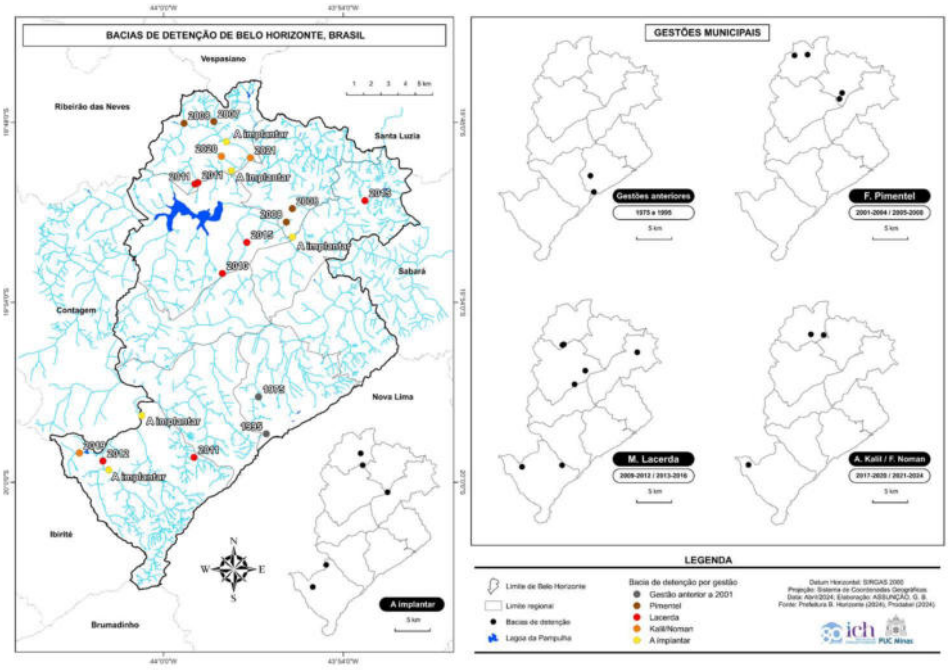


Fig. 9 Bacias de detenção existentes e em construção em Belo Horizonte, Brasil.

Em relação aos custos, a título de exemplo, a bacia de detenção da Vilarinho (localizada próximo a estação de metrô Vilarinho, figura 10) foi inaugurada em 2022 e custou aos cofres públicos R$ 12,8 milhões, a estrutura tem capacidade de armazenar 10 mil m³ de água (PBH, 2024a). Outra bacia de detenção é a denominada Praça das Águas (figura 10), localizada no bairro São Gabriel, com capacidade de reservação de 30 milhões de litros de água e ainda em processo de implantação, está prevista para ser inaugurada em 2026 e custará 72,9 milhões (PBH, 2024b), ou seja, são estruturas dispendiosas aos cofres públicos. Em comparação aos parques lineares implantados pelo Programa Drenurbs, como visto, o valor disposto foi de aproximadamente 12 milhões por parque. Sabemos que os custos aqui são de difícil equivalência uma vez que cada obra vai depender de diversas variáveis como desapropriação e reassentamento de famílias, valor do preço da terra, técnica construtiva adotada e suscetibilidade ambiental. Porém, é importante frisar que outras alternativas são possíveis e já foram implementadas em Belo Horizonte, e que desta forma, não é justificável privilegiar as bacias de detenção como tecnologia hidráulica única e eficaz para o controle de enchentes.

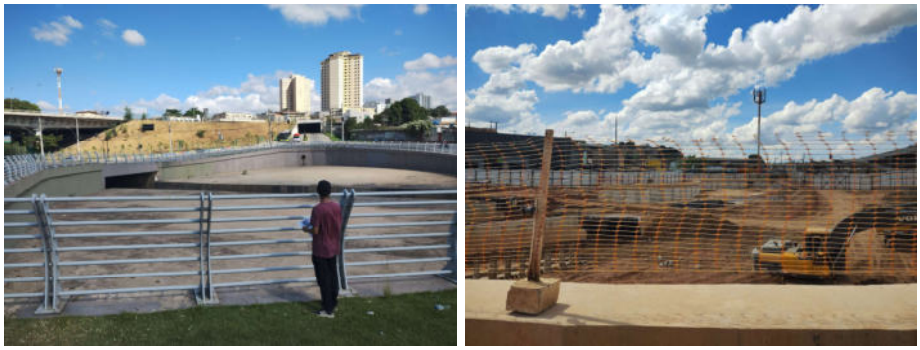


Fig. 10 Bacias de detenção da Vilarinho, inaugurado em 2021 (esquerda) e bacia de detenção Praça das Águas (direita) ainda em construção. Fonte: Dos autores, 2024.

Além do custo e de dispor de espaços livres são estruturas que necessitam de manutenção constante, principalmente após receber um volume de águas de chuva, uma vez que podem gerar problemas sanitários, bem como, são locais onde podem ocorrer a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica caso não seja realizado controle sanitário periodicamente.

Em complemento, são espaços com pouco uso efetivo ao longo do ano, nesse sentido Canholi (2005) lembra que são áreas não utilizadas pelo período de estiagem, que dura entre 8 e 9 meses no ano, e que, portanto, poderia servir para múltiplos usos além da reservação temporária da água, como paisagismo, lazer e recreação.

Na 1º gestão Kalil eventos de chuvas deixaram vítimas incluindo duas fatais (TJMG, 2024), na ocasião, o prefeito vai nas mídias assumindo a responsabilidade e anuncia obras para contenção das enchentes, dando continuidade ao planejamento urbano adotado pela gestão anterior sobre o disciplinamento das águas urbanas e privilegiando a construção de bacias de detenção como solução para sanar os danos decorrentes das enchentes.

O prefeito Noman assumiu o mandato em 2022 após a renúncia de Alexandre Kalil para concorrer às eleições a governador do estado de Minas Gerais. A gestão Noman é marcada por uma política de continuidade implementada pelo seu antecessor, foram construídas e inauguradas 3 estruturas ao longo da Gestão Kalil/ Noman (2017 - 2022) e ainda estão em construção 5 bacias de detenção.

Assim, nos últimos 23 anos, Belo Horizonte saltou de 2 estruturas para 16, e mais 5 bacias de detenção estão em processo adiantado de implantação, quando inauguradas totalizarão 21 estruturas de detenção das águas urbanas, sendo que a bacia hidrográfica do Ribeirão da Onça será a que terá maior número de estruturas (14 bacias de detenção).

Em Belo Horizonte pode-se considerar 5 períodos distintos de apropriação urbana das planícies de inundações:

1. ocupação próximo das planícies de inundações, sendo que o traçado urbano desconsiderava as condições topográficas e físicas do terreno;
2. intervenções pontuais nos leitos naturais com canalização a céu aberto em trechos dos cursos d'água;
3. canalização com tamponamento do curso possibilitando ocupar sobre ele, principalmente com a expansão da malha viária (avenidas sanitárias);
4. tentativa de ruptura de paradigma, principalmente com a implementação do programa Drenurbs que revitalizou cursos d'água e buscou o retorno mais próximo do natural com a criação de parques urbanos lineares;
5 priorização da construção de bacias de detenção como medida de disciplinamento prioritárias das águas urbanas.

Em um estudo sobre modelagem hidráulica e hidrológica aplicada a uma bacia urbana, Decina e Brandão (2016) constataram que os reservatórios de armazenamento de água reduzem significativamente os picos de vazão, entretanto não são suficientes para solucionar as áreas de enchentes, e afirmam que medidas estruturais associadas às medidas não estruturais produzem efeitos sinérgico na gestão das águas urbanas.

Em Belo Horizonte, observa-se que há algumas medidas não estruturais em curso, como: o novo plano diretor (instituído em 2019 através da Lei Municipal Lei nº 11.181) e suas diretrizes para conter enchentes e aumentar áreas permeáveis na cidade, a elaboração e revisão da carta de inundação e as placas informativas sobre os riscos de enchentes. Todavia, há um privilégio da adoção das medidas estruturais como forma de disciplinar as águas urbanas, principalmente da implantação de bacias de detenção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A não ocupação do leito dos cursos d'água são medidas mais assertivas e que irão demandar menores custos em comparação às ações corretivas de controle das enchentes e mitigação dos impactos socioambientais decorrentes.

Em Belo Horizonte, medidas alternativas de drenagem urbana e, que possibilitaram o convívio harmonioso entre população e dinâmica fluvial foram adotadas de forma contidas, porém geraram bons exemplos, onde cabe citar a implantação dos Parques Municipais Nossa Senhora da Piedade e Primeiro de Maio. Entretanto, ainda há a concepção do domínio da natureza pela ação humana, com a adoção quase que unânime de medidas estruturais aplicadas à drenagem urbana, como a implantação de bacias de detenção, altamente dispendiosas aos cofres públicos e que irão gerar resultados paliativos, haja visto que permanecerá a lógica higienista de planejamento.

Espera-se, por fim, que com a efetiva implantação do novo plano diretor e das constatações futuras dos efeitos paliativos das bacias de detenção, que as próximas gestões municipais possam realmente promover mudança de paradigma em relação à gestão das águas urbanas, possibilitando o convívio harmonioso com o ambiente e melhorando a resiliência da cidade. Assim, deixamos como contribuições o estímulo à promoção de políticas públicas visando aumentar as áreas permeáveis na cidade através da construção de parques urbanos e a adoção de jardins drenantes ou de chuva.

6 AGRADECIMENTOS

A pesquisa foi financiada pelo Fundo de Incentivo à Pesquisa - FIP / PUC Minas (Edital nº 067/2023), no qual os autores agradecem. Agradecemos também à Diretoria de Gestão de Águas Urbanas - DGAU/ SMOBI/ PBH por disponibilizar a base de dados espaciais.

7 REFERÊNCIAS

Borsagli, A. (2016) Rios invisíveis da metrópole mineira. Editora do Autor, Belo Horizonte.

Canholi, A. P. (2005). **Drenagem urbana e controle de enchentes,** Oficina de Textos, São Paulo.

Decina, T. G. T.; Brandão, J. L. B. (2016) Análise de desempenho de medidas estruturais e não estruturais de controle de inundações em uma bacia urbana ambientais. Eng. Sanit. Ambiental (Online), 21(1), p. 207-217.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2024a) IBGE Cidades. Dados do Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: abr. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2024b) Recenseamento Geral do Império do Brasil de 1872. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=225477&view=detalhes. Acesso em: abr. 2024.

Luz, R. A.; Rodrigues, C. (2020) O processo histórico de ocupação e de ocorrência de enchentes na planície fluvial do rio Pinheiros de 1930 até os dias atuais. **Geousp – Espaço e Tempo** (On-line), 24(2), p. 340-360.

PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2008). **Belo Horizonte em números**: Administração pública com responsabilidade social. Belo Horizonte.

PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2022). **Instrução técnica para elaboração de estudos e projetos de drenagem**: Drenagem urbana em Belo Horizonte. Belo Horizonte, cap. 1.

PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2024a). **Caixa de captação drena água das chuvas na Avenida Vilarinho e evita alagamentos.** Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/caixa-de-captacao-drena-agua-das-chuvas-na-avenida-vilarinho-e-evita-alagamentos . Acesso em: abr. 2024.

PBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (2024b). **PBH abre licitação para implantação da Praça das Águas do Ribeirão Pampulha.** Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-abre-licitacao-para-implantacao-da-praca-das-aguas-do-ribeirao-pampulha. Acesso em: abr. 2024.

Rodrigues, C. (2015) Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), 19(2), p. 325-348.

TJMG - TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2024). **Familiares devem receber danos morais por mortes em alagamento na avenida Vilarinho.** Disponível em: https://www.tjmg.jus.br/portal-tjmg/noticias/familiares-devem-receber-danos-morais-por-mortes-em-alagamento-na-avenida-vilarinho.htm. Acesso em: maio 2024.

VERTICALIZAÇÃO NO BEXIGA: SIMULAÇÃO VOLUMÉTRICA DOS POTENCIAIS CONSTRUTIVOS ENCOBERTOS PELA ENVOLTÓRIA DE TOMBAMENTO

L. H. B. Villanova, L. P. Gindri, J. E. S. Moscon

RESUMO

Este estudo verifica possíveis inconsistências, reconhecidas de maneira geral, entre planos diretores e reguladores no Brasil, a partir de simulações volumétricas de potenciais construtivos. O Bexiga, em São Paulo, parece incorporar problemas atribuídos à falta de planejamento urbano adequado no Brasil. Sua localização central enseja discussões entre a Resolução de Tombamento da Bela Vista (2002), que institui áreas envoltórias para controlar construções, e a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016), que a define como zona de adensamento e verticalização, cujo desencontro provoca o "congelamento" do desenvolvimento socioeconômico na área. Portanto, o artigo simula volumetrias em diferentes cenários, demonstrando os potenciais construtivos consoante aos regramentos atuantes, desconsiderando a envoltória praticada. As simulações demonstram que a isonomia de regras de ocupação dos lotes se mostra pouco eficaz: a conformação de potencial construtivos prevista não se realizaria, independentemente da envoltória, e contribui para a imprevisibilidade da ambiência urbana da região.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo se debruça sobre a verificação de possíveis inconsistências entre o plano diretor (diretrizes gerais) e o plano regulador (condicionantes para ocupação dos lotes) ao simular diferentes cenários de projeções de crescimento construtivo em determinada área. As contradições entrepostas por essas duas esferas das normativas urbanísticas vêm sendo estudadas[1] como origem das problemáticas enfrentadas no processo de verticalização no Brasil.

Como estudo de caso, o Bexiga, situado no bairro Bela Vista em São Paulo, concilia as diferentes questões atinentes à problemática da pesquisa: a descaracterização de ambiências locais causada pela verticalização que vem sendo provocada pelos planos diretores no Brasil e as inconsistências entre regramentos de planos reguladores. Ademais, o "congelamento" de bairros históricos induzido por leis de proteção e conservação do patrimônio leva, muitas

[1] O artigo tem como base as simulações volumétricas de potenciais construtivos desenvolvidas para a tese de doutorado, em andamento no PROPAR-UFRGS, cujo tema central é a implementação de edifícios altos em contextos urbanos consolidados. A pesquisa busca a discussão entre duas estratégias de planejamento urbano: a mais tradicional, baseada em "antecipar" a volumetria dos edifícios por meio de regramentos de ocupação do lote pela edificação (altura, taxa de ocupação e afastamentos das divisas) e outra fundamentada na garantia do desempenho de diretrizes visuais, contextuais e ambientais do edifício no seu contexto adjacente.

vezes, ao "congelamento" também socioeconômico de tais áreas. Esse quadro revela o debate sobre a possibilidade de implementação de um plano específico para a região, com parâmetros que ofereçam condições harmônicas entre edificações novas e bens patrimoniais.

Com a utilização de softwares paramétricos, o estudo simula volumetrias que demonstram os potenciais construtivos a partir dos regramentos e coeficientes de aproveitamento outorgados pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS (São Paulo, 2016) vinculada ao Plano Diretor Estratégico de São Paulo – PDE (São Paulo, 2014) e a revisão da Lei de Zoneamento (São Paulo, 2024). Desconsidera, portanto, a envoltória praticada pela Lei de Tombamento[2] ao simular cenários envolvendo, além do estado atual, lotes com as dimensões do parcelamento originário e possíveis situações de remembramento dos mesmos.

A estrutura do artigo é dividida em mais seis partes. Após a introdução, apresenta a síntese da problemática enfrentada envolvendo as duas legislações urbanísticas da região. Em segundo, a análise realizada para a delimitação da área da simulação. O item seguinte contempla a metodologia para a representação das simulações. Logo, os diferentes cenários simulados e, em seguida, os resultados obtidos são demonstrados com uma conclusão no próximo item. Por fim, discute-se a inclusão de diretrizes visuais baseadas em performance da volumetria na quadra, como ponto de conciliação entre as duas esferas do planejamento urbano do Bexiga.

2 O CASO DO BEXIGA

O Bexiga, conhecido por suas casas e sobrados históricos, contabiliza 30% dos bens tombados da capital paulista (Somekh & Simões Junior, 2020). Localizado em uma região entre o Centro e as Avenidas Paulista e 23 de Maio, contrasta com a paisagem verticalizada de São Paulo por ser um espaço de gabarito baixo, como se estivesse "parado no tempo", ainda não transformado por edificações como as encontradas no seu entorno imediato (Louro e Silva & Scripilliti, 2020). Isso o consolida como uma das poucas áreas paulistanas que guardam características originárias de formação: traçado urbano e parcelamento do solo (Aloise, 2020). Sua localização enseja discussões e disputas entre esferas políticas e governamentais do planejamento urbano: de um lado, a Resolução de Tombamento da Bela Vista (2002) institui áreas envoltórias para controlar o que pode ser construído no intuito da preservação do carácter histórico do local; de outro, a LPUOS (2016) do PDE (2014) institui no Bexiga um conjunto de zonas de adensamento e verticalização por ser uma região estrategicamente central, com maior infraestrutura urbana (Somekh & Simões Junior, 2020).

As recentes edificações construídas no Bexiga demonstram a busca pelo adensamento populacional do bairro. Entretanto, os 24 empreendimentos, lançados de 2003 a 2018, localizam-se na periferia das envoltórias (Louro e Silva & Scripilliti, 2020), o que demonstra que não há uma estratégia de ocupação adequada para a área de tombamento. Como efeito, o Bexiga parece ser um pequeno Brasil[3], a ocupação recente está intrinsecamente associada ao processo de empobrecimento da região (Silva Neto, 2020). Noções que parecem evidenciar que a estratégia adotada pelo CONPRESP, para proteger as características arquitetônicas das tipologias edilícias tradicionais das transformações produzidas pelo setor imobiliário, não

[2] Resolução de Tombamento do Bela Vista, firmado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo – CONPRESP em 2002.

[3] Exemplo de um fenômeno onde habitantes de classe média e alta saem de regiões centrais migrando para bairros periféricos e classes de menor poder aquisitivo buscam moradias perto de zonas centrais, diminuindo a renda média da região.

gerou, simultaneamente, estímulos capazes de preservar e/ou recuperar a vitalidade econômica da região. O Bexiga manteve-se como "ilha" circundada por um território ocupado por densidade crescente (Silva Neto, 2020), economicamente próspero, mas distante como resposta ao agenciamento e vitalidade de áreas tombadas.

O contingenciamento do Bexiga também se deve às fragilidades jurídicas da Resolução do Tombamento do Bela Vista (2002): ao não estabelecer critérios claros para aprovação de projetos (Scripilliti, 2017) desencoraja investimentos na região. Na origem desta fragilidade está o desvinculamento da LPUOS (2016) das envoltórias, tornando a aprovação dependente de um altíssimo grau de subjetividade na avaliação de novos projetos. Assim, se a Resolução do Tombamento invoca a proteção de "ambiências" e a manutenção da "visibilidade" do patrimônio histórico a ser preservado com o objetivo de alcançar "coerência" e "harmonia" das novas propostas com as edificações tombadas (Meneses, 2015), as decisões emanadas pelo órgão responsável pela emissão do licenciamento para edificar carecem de explicitação de critérios que as justifiquem e/ou que permitam contra argumentação.

Somado a esse quadro, a revisão da Lei de Zoneamento, aprovada em 2024, não prevê um plano específico para a região. Para superar tais problemas, é necessário testar parâmetros regulatórios que ofereçam condições de convivência harmônica entre edificações novas e ambientes consolidados. A análise das alternativas de convivência se inicia por entender os efeitos das regras da LPUOS (2016), caso as leis da envoltória de tombamento vigentes não se aplicassem na região. Para isso, o ponto de partida foi estabelecer, dentro da envoltória do Bexiga, uma área de recorte espacial contínuo para a realização de simulações dos potenciais construtivos, a partir dos regramentos e coeficientes de aproveitamentos outorgados pela LPUOS (2016) e, após, pela revisão da Lei de Zoneamento (2024).

3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE SIMULAÇÃO

O critério para delimitação da área de simulação foi o de constituir recorte espacial contínuo com edificações tombadas e características distintas de zoneamentos dentro da envoltória do Bexiga, compreendida por três distintas áreas de preservação: Área do Bexiga, Área da Grota e Vila Itororó. Logo após, identificou-se lotes com restrições de edificações que dificultariam e/ou impossibilitariam uma transformação plausível e, enfim, verificou-se lotes passíveis de mudança estabelecendo uma provável transformação tipo-morfológica na região.

3.1 Recorte espacial contínuo

Por compreender, à leste, maior concentração de bens tombados, em oposição ao lado oeste, com menor quantidade – análise realizada a partir de dados georreferenciados obtidos no Portal Geosampa – e, ainda, abranger a maioria dos zoneamentos atuantes no Bexiga[4], considerou-se a área demarcada no mapa como um recorte espacial contínuo adequado para a realização das simulações (Figura 1).

[4] Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana (ZEU), Zonas Centralidade (ZC), Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS 3 e 5), Zonas de Ocupação Especial (ZOE) e Zonas Especiais de Preservação Cultural (ZEPEC).
A partir da revisão da Lei de Zoneamento (2024), houve uma mudança no quadro de zoneamentos da envoltória da Resolução de Tombamento do Bela Vista (2002), substituindo a região pertencente ao Territórios de Transformação para Territórios de Qualificação. Consequentemente, substituindo as Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana (ZEU) para Zonas Mistas (ZM).

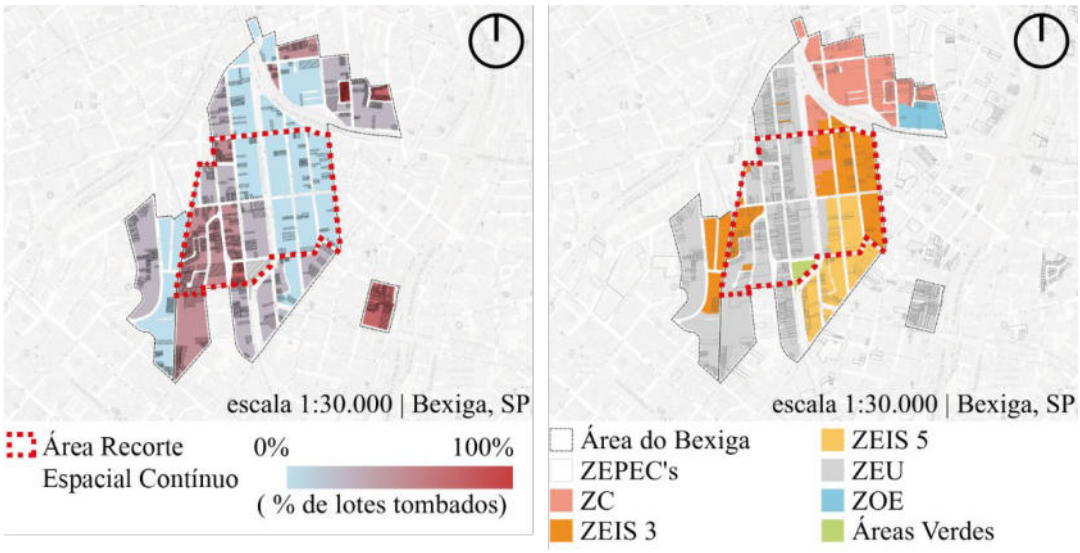


Fig. 1 Mapas concentração de lotes tombados, zoneamentos LPUOS (2016) e área de recorte espacial contínuo

3.2 Lotes com potencial de transformação

Os critérios utilizados para o mapeamento dos lotes com potencial de transformação foram baseados na análise das alturas dos edifícios. Para tanto, utiliza-se os critérios da pesquisa de Scripilliti (2017) e, posteriormente, Louro e Silva e Scripilliti (2020), que categorizam edifícios de quatro pavimentos ou menos[5], não sendo tombados, mais estacionamentos e terrenos baldios como locais passíveis de transformação. Com base na análise das alturas das edificações e as ponderações sobre os critérios de Scripilliti (2017), os lotes mapeados são caracterizados em duas situações[6] (Figura 2):

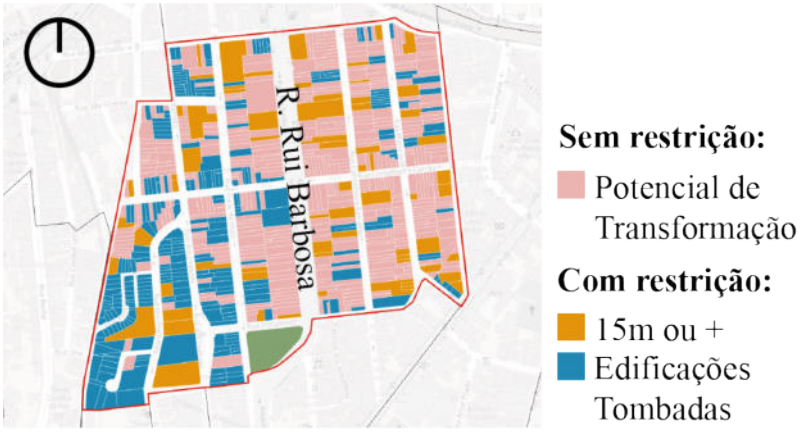


Fig. 2 Mapa de lotes com ou sem restrição na área delimitada

[5] Para essa pesquisa foi atribuída à altura total da edificação, em metros, obtida pelo georreferenciamento do Portal Geosampa. Portanto, a altura total contabiliza, além dos pavimentos, volumetrias superiores como, por exemplo, telhados, platibandas e caixas d'água. Dessa maneira, uma edificação de até 15m de altura, provavelmente terá quatro pavimentos mais o volume superior.

[6] Com restrição, os lotes com improvável transformação contendo edificações tombadas ou edifícios com 15m ou mais de altura. Sem restrição, os lotes com potencial transformação atribuídos a terrenos vazios e edificações abaixo de 15m de altura que podem representar construções de estruturas leves, como pavilhões e/ou edificações ociosas, em estados de deterioração, quando os demais, representam casas, sobrados ou pequenos edifícios de moradia, misto ou comércio de até 4 pavimentos.

Com os lotes de potencial transformação definidos, parte-se para a montagem do modelo tridimensional para que, posteriormente, sejam realizadas as simulações de potencial construtivo a partir de volumetrias de edificações previstas nos regramentos atuais da LPUOS (2016) e da revisão da Lei de Zoneamento (2024).

4 METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO

A montagem do modelo tridimensional e a aferição do potencial construtivo dos regramentos atuais da região do Bexiga são realizadas na união do *software* Rhinoceros 3D com seu *plugin* Grasshopper 3D. O primeiro passo foi a importação de arquivos *shapefile* (shp.) obtidos com informações georreferencias do portal Geosampa. Neles, constam os lotes, edificações existentes, vias, topografia, área construída e as normativas urbanísticas (zoneamentos, regras de ocupação e potencial construtivo do lote) da área delimitada[7]. Logo, foram atribuídas duas vertentes na programação de geração geométrica: parâmetros de ocupação do solo da LPUOS (2016) e os potenciais construtivos dos zoneamentos da LPUOS (2016) e revisão da Lei de Zoneamento (2024).

4.1 Parâmetros de ocupação do solo

Os parâmetros de ocupação do solo definem o modelo volumétrico adotado pelo PDE (2014) na LPUOS (2016) e revisão da Lei de Zoneamento (2024). Para as simulações foram utilizadas as seguintes regras: taxa de ocupação (TO)[8], gabarito de altura máxima (GAB)[9] e recuos mínimos[10]. Este último é também condicionado pelo cálculo de afastamentos vinculado a "Aeração e Insolação"[11] do Código de Obras e Edificações – COE (São Paulo, 2017).

Para a representação do que é possível ocupar em cada lote, é gerado um envelope volumétrico através dos resultados obtidos da equação matemática baseada nos regramentos da LPUOS (2016) e da equação do COE (2017). Cada envelope é divido em três estruturas e, posteriormente, em 3 categorias atribuídas pela largura da testada do lote (Figura 3).

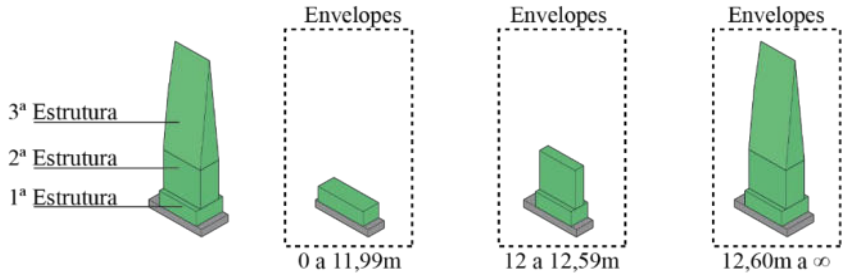


Fig. 3 Diagrama das três estruturas e três categorias de envelopes

[7] Cada cenário simulado necessitou um arquivo georreferenciado *shapefile* em que foram selecionados os lotes a serem simulados (sem ou com remembramentos) e as edificações existentes (com ou sem restrição).
[8] TO de 85% para lotes menores de 500m² e TO de 70% para lotes maiores de 500m².
[9] Sem limites de altura máxima nas zonas ZEU, ZEIS-3 e 5. Altura máxima de 48m para ZC e 28m para ZM.
[10] Recuos mínimos de frente em 5m para todas zonas em questão, menos a ZEU. Recuos mínimos fundos e laterais em 3m para todas zonas.
[11] A = (H – 6) / 10. Onde: "A" é afastamento lateral e de fundos; "H" é altura da edificação em metros (SÃO PAULO, 2017, anexo I).

4.2 Potencial construtivo

O PDE (2014) correlaciona o controle de densidades construtivas e demográficas ao coeficiente de aproveitamento (CA) no lote. Para a simulação, utiliza-se o CA máximo, adquirido por compra de outorga onerosa, para cada zoneamento. Ademais, o PDE (2014), através da LPUOS (2016), permite a construção excedente aos valores do CA máximo a partir de incentivos associados a áreas computáveis e não computáveis. Portanto, a somatória dos CA máximos e os incentivos possibilitados para cada zona permite estabelecer o *potencial construtivo nominal*[12] (Tabela 1) de cada lote a ser simulado.

Tabela 1 Parâmetros de potencial construtivo

ZONA	Coeficiente de Aproveitamento	Incentivos					***Potencial Construtivo Nominal***
	C.A. Máximo	**Computável**	**Não Computável**				
		H.I.S.	N.R.	Fachada Ativa	Circ.+ Infra.	Terraço	
ZEU	4	2	0,8	0,5	0,5	1	8,8
ZC	2	1	0,4	0,5	2	1	6,9
ZM*	2	1	N/A	0,2	1,2	1	5,4
ZEIS-3	4	N/A	N/A	0,2	2	1	7,2
ZEIS-5	4	N/A	N/A	0,2	2	1	7,2

* Zoneamento substituto da ZEU, aprovado na revisão da Lei de Zoneamento (2024).

A representação do potencial construtivo simulado em cada lote foi realizada por volumes 3D representativos de uma possível edificação construída no local. Para calcular o potencial foi atribuído "pavimentos" a cada 3m de altura, possibilitando calcular a área de cada superfície na volumetria gerada. Cada volume é simulado sem extrapolar o envelope de ocupação dos lotes, portanto, o volume é caracterizado, assim como o envelope, por três estruturas condicionadas à largura da testada do lote, em quatro categorias (Figura 4).

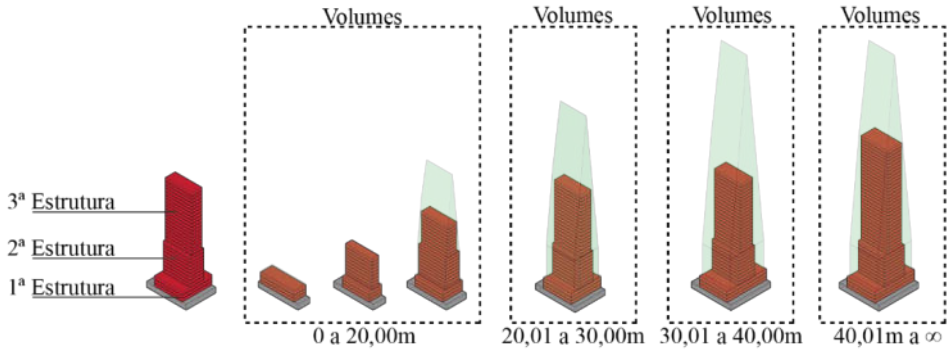


Fig. 4 Diagrama das quatro categorias de volumes

5 CENÁRIOS DA SIMULAÇÃO

Em cada cenário será simulada uma situação específica envolvendo as normativas da LPUOS (2016) vinculada ao PDE (2014) e à revisão da Lei de Zoneamento (2024). Desse modo, caracterizado, em determinada condição, por edificações com ou sem restrições, tamanhos de lotes e regramentos a serem simulados.

[12] Refere-se ao potencial construtivo máximo (CA + incentivos) previsto pelas normativas de zoneamento, ou seja, o potencial construtivo máximo previsto para cada lote, independentemente se os regramentos de ocupação do lote (envelope) permitem, ou não, maior potencial.

5.1 Cenário 1

Este cenário (Figura 5) é retratado pela situação atual das construções existentes no local, separando-as em edifícios com restrições (tombados e 15m ou mais de altura) e edificações categorizadas como “sem restrições” pertencentes aos lotes de potencial transformação.

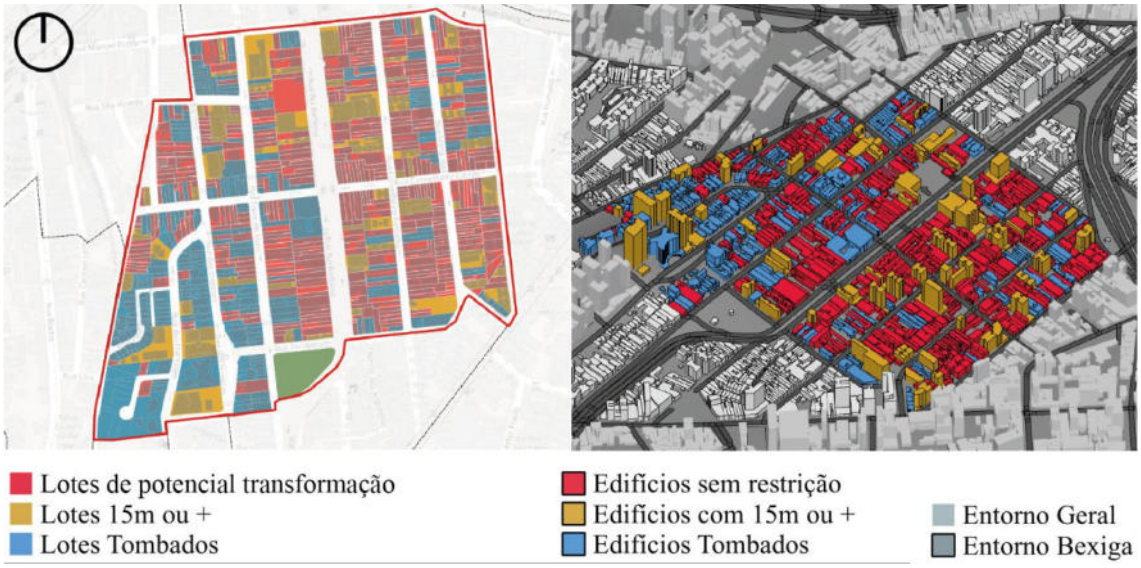


Fig. 5 Mapa dos lotes e simulação dos volumes das edificações existentes do Cenário 1

5.2 Cenário 2

Apresenta os potenciais construtivos concebidos pelas normativas da LPUOS (2016) nos lotes atribuídos como potencial de transformação (sem restrição). Nesse cenário (Figura 6) mantém-se as edificações dos lotes com restrições (edifícios tombados e/ou 15m ou mais de altura). Busca-se o esgotamento do *potencial construtivo nominal* em cada lote sem remembramento, ou seja, mantém-se a morfologia atual dos lotes.

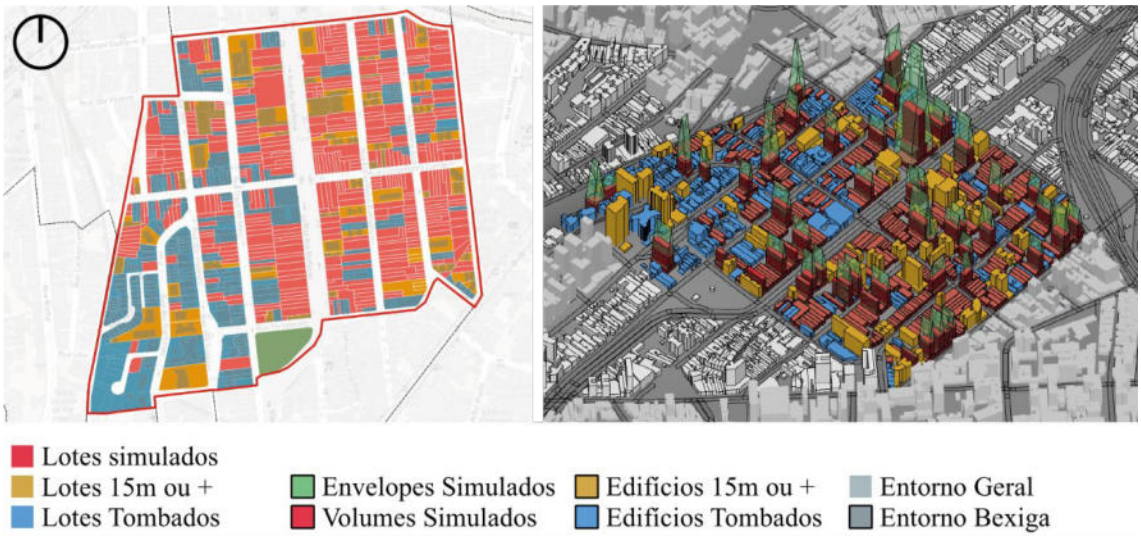


Fig. 6 Mapa dos lotes e simulação dos envelopes e volumes do Cenário 2

5.3 Cenário 3

Este cenário possui duas variantes para a verificação dos potenciais construtivos concebidos pelos regramentos da LPUOS (2016) e revisão da Lei de Zoneamento (2024) nos lotes atribuídos como potencial de transformação (sem restrição). Portanto, mantém-se as edificações dos lotes com restrições (edifícios tombados e/ou 15m ou mais de altura). Busca-se o esgotamento do *potencial construtivo nominal* em lotes com remembramentos de uma possível transformação tipo-morfológica na área delimitada.

- **Variante A**

Nessa variante do cenário 2 (Figura 7), são simulados os regramentos da LPUOS (2016).

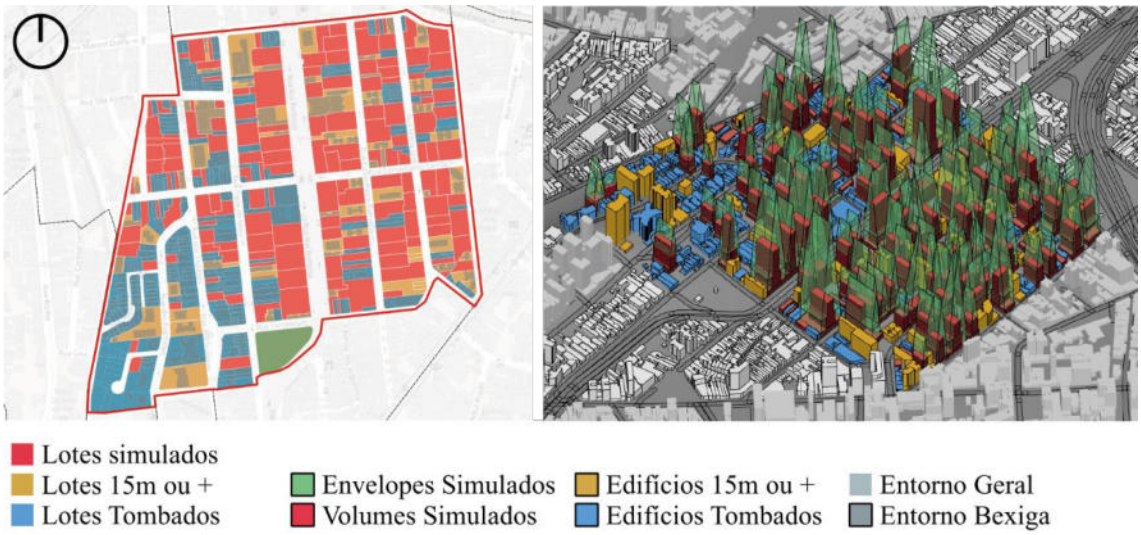


Fig. 7 Mapa dos lotes e simulação dos envelopes e volumes do Cenário 3A

- **Variante B**

Nessa variante do cenário 2 (Figura 8), são simulados os regramentos da revisão da Lei de Zoneamento (2024).

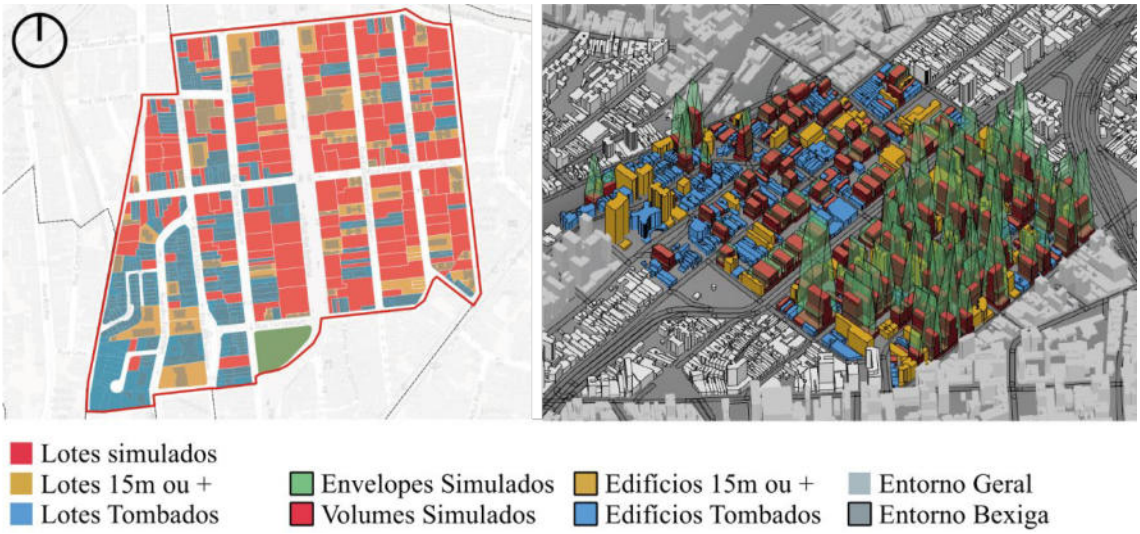


Fig. 8 Mapa dos lotes e simulação dos envelopes e volumes do Cenário 3B

6 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os resultados são os dados de potencial construtivo máximo atingido nos cenários simulados para constatação de possíveis inconsistências das diretrizes gerais e regramentos de ocupação do lote entre a LPUOS (2016) vinculada ao PDE (2014) e a revisão da Lei de Zoneamento (2024). Portanto, para a análise dos dados obtidos, primeiramente, verifica-se o *potencial construtivo nominal* (Tabela 2) previsto nos lotes de potencial transformação (sem restrição) a partir dos zoneamentos atuantes na área delimitada.

Tabela 2 *Potencial construtivo nominal* dos lotes por zoneamento

		Área (m²)	*Pot. Construtivo Nominal* (m²)
Total da Área		**113.062**	-
LPUOS (2016)	ZEU CA (4,0) + incentivos (4,8)	48.507	424.064
	ZEIS 3 ou 5 CA (4,0) + incentivos (3,2)	63.047	450.959
	ZC CA (2,0) + incentivos (4,9)	1.508	10.340
TOTAL de *Potencial Construtivo Nominal* LPUOS (2016)		**-**	**885.363**
Revisão Lei Zon. (2024)	ZM CA (2,0) + incentivos (3,4)	48.507	261.332
TOTAL de *Pot. Construtivo Nominal* Revisão Lei Zon. (2024)		**-**	**722.631**

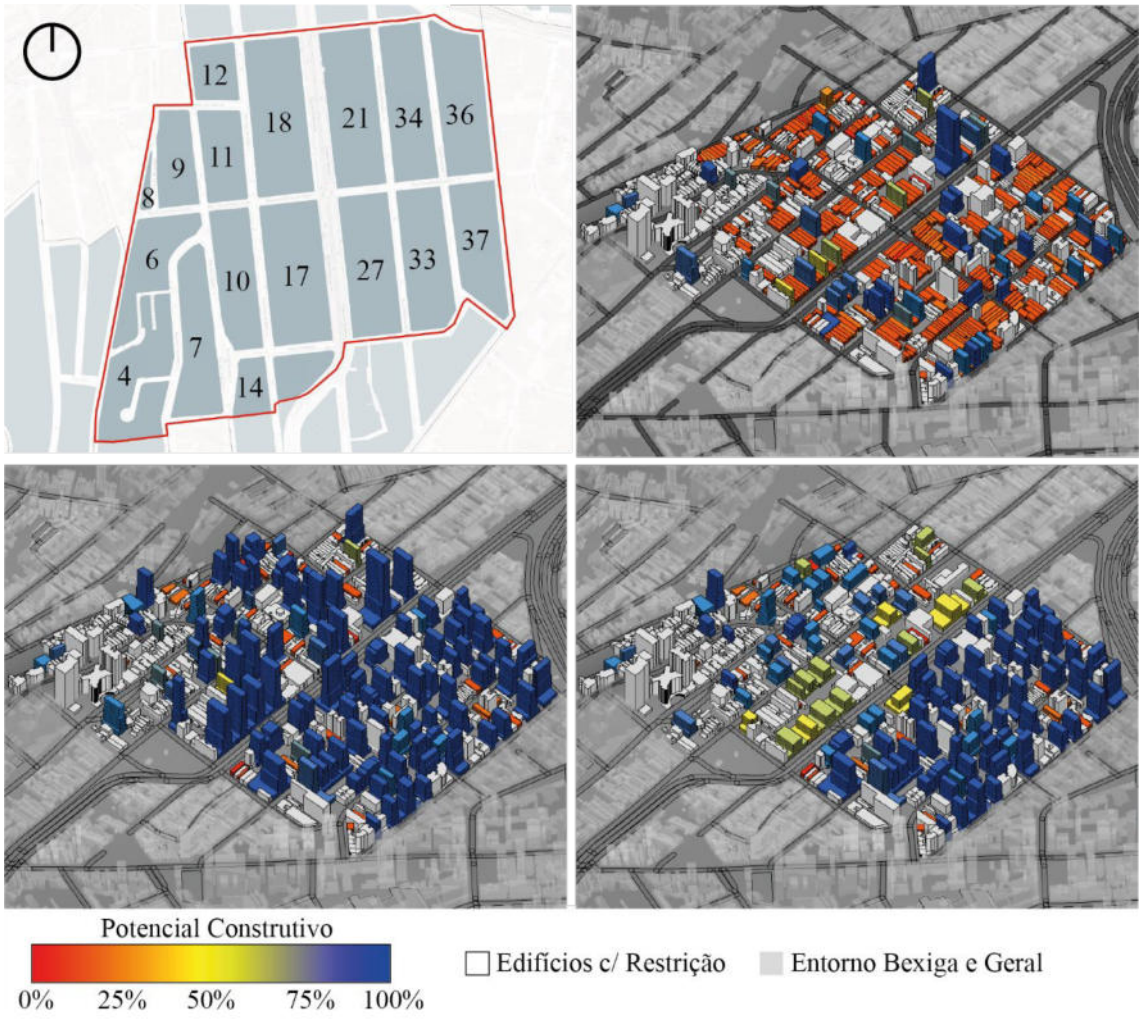


Fig. 9 Mapa das quadras (esquerda superior), simulação volumes Cenário 2 (direita superior), Cenário 3A (esquerda inferior) e Cenário 3B (direita inferior)

Após o entendimento do *potencial construtivo nominal*, verifica-se os potenciais construtivos máximos atingidos nos diferentes cenários simulados na área delimitada. Com exceção do cenário 1, que corresponde à situação existente atual, a extração destes dados é demonstrada a partir dos volumes simulados para cada cenário, atribuindo-lhes, em escala de gradiente de cores, o valor – em porcentagem – atingido em cada lote (Figura 9). Logo, compila-se os valores de cada lote simulado totalizando-os em valores por quadra, atribuindo, portanto, uma média total de potencial construtivo máximo atingido em cada cenário (Tabela 3).

Tabela 3 Potencial construtivo (%) atingido nas simulações por quadra

	Cenário 2	Cenário 3A	Cenário 3B
Quadra 04	99,71%	99,71%	99,71%
Quadra 06	42,30%	83,90%	83,90%
Quadra 07	*51,38%*	*53,95%*	*65,94%*
Quadra 08	19,89%	29,84%	31,13%
Quadra 09	34,88%	80,95%	63,39%
Quadra 10	39,72%	87,47%	77,32%
Quadra 11	40,37%	89,30%	70,33%
Quadra 12	72,94%	73,87%	63,09%
Quadra 14	82,67%	89,29%	74,74%
Quadra 17	40,72%	99,97%	72,71%
Quadra 18	56,44%	92,52%	69,23%
Quadra 21	49,18%	97,19%	99,79%
Quadra 27	44,72%	94,05%	82,59%
Quadra 33	42,89%	95,32%	95,32%
Quadra 34	50,32%	94,70%	94,70%
Quadra 36	47,89%	93,96%	93,96%
Quadra 37	52,62%	98,00%	98,00%
Média Total	**51,10%**	**85,53%**	**78,58%**

Nos resultados demonstrados, nota-se que, com a morfologia atual dos lotes (Cenário 2), atinge-se a metade do *potencial construtivo nominal* previsto, ou seja, há a necessidade de lotes maiores e/ou remembrados (Cenário 3A) para alcançar potenciais construtivos mais elevados. Todavia, não é possível obter o potencial outorgado pela LPUOS (2016), em sua plenitude, devido a lotes com potencial de transformação "isolados" que não permitem remembramento com outros. Percebe-se também a exigência da terceira estrutura do volume para o esgotamento do potencial, isto é, as normativas de zoneamento – mais restritivas – aprovadas na revisão da Lei de Zoneamento (2024) não permitem que se obtenha, mesmo em lotes remembrados, o potencial previsto (Cenário 2B).

Pode-se dizer, perante os resultados obtidos, que existem inconsistências entre as diretrizes gerais do PDE (2014), que preveem um adensamento não possível de ser alcançado, e as condicionantes de ocupação do lote da LPUOS (2016) e a revisão da Lei de Zoneamento (2024), que restringem o alcance do potencial outorgado. Portanto, os valores não atingidos (48,9% do Cenário 2, 14,47% do Cenário 3A e 21,42% do Cenário 3B) do esgotamento do *potencial construtivo nominal* podem ser tradados como *estorno*, por caracterizar-se de um débito de infraestrutura prevista pelo Plano Diretor (Turkienicz, 1994). Essas inconsistências estão associadas às normativas urbanísticas que pré-estabelecem a volumetria a ser praticada no lote privado. Como se observa, os regramentos induzem que a altura da edificação esteja atribuída a menor projeção do edifício sobre o lote, o que dificulta a contextualização com a morfologia existente. Ademais, pressupõem a distribuição homogênea de potenciais construtivos ao longo do território, supondo que cada lote chegará ao limite do potencial outorgado, conformando a expectativa do ambiente urbano com a qualidade prevista

(Turkienicz, 2021). Contudo, essa circunstância contribui, consequentemente, para a imprevisibilidade da ambiência urbana pela desconexão com as construções já existentes que, por sua vez, leva à descaracterização do local.

7 DISCUSSÕES

Os resultados permitem interpretar uma possível razão para a Resolução de Tombamento da Bela Vista (2002) controlar o que pode ser construído, pois a atuação da LPUOS (2016) vinculada ao PDE (2014), sem as envoltórias de proteção, promoveria a descaracterização da região do Bexiga. Entretanto, a falta de clareza dos critérios da resolução para novas construções também inibe um desenvolvimento compatível com as edificações tombadas.

A simulação da revisão da Lei de Zoneamento (2024) permite observar uma tentativa em impedir que a descaracterização ocorra, ao atribuir um zoneamento mais restritivo no onde há maior concentração de bens tombados. No entanto, surge um questionamento: se havia infraestrutura suficiente para suprir o adensamento previsto para a zona ZEU, para onde foi deslocada a diferença entre os zoneamentos outorgados, ou se ficará subutilizada?

Como ponto de conciliação entre as duas esferas do planejamento urbano atuantes no Bexiga, a adoção de guias ou "manuais", específicos da região, poderia ser a alternativa. Essa prática vem sendo aplicada em cidades do Reino Unido, Canadá, Austrália, África do Sul e Holanda, para orientar a construção de edifícios em regiões sensíveis de patrimônio histórico. Nesses casos, novos projetos seguem diretrizes visuais baseadas na performance da volumetria na quadra, rompendo a lógica de um olhar voltado ao lote privado. A implementação desse método no Bexiga envolveria a concentração de potenciais construtivos outorgados em área específica, a partir da utilização de parâmetros visuais de "transição de escala" gradual entre gabaritos de alturas baixas para mais altas, no intuito de proteção de ambiências históricas, e "cones de percepção visual", buscando proteger o protagonismo de edificações tombadas específicas. Na tese em desenvolvimento, esse sistema de performance vem sendo utilizado em novas simulações como uma alternativa aos regramentos urbanísticos atuais da região do Bexiga.

8 REFERÊNCIAS

Aloise, J. M. (2020) **Regulação de ocupação do solo no Bexiga, em São Paulo: estudo de aplicação de modelagem paramétrica em área de patrimônio histórico e cultural** (Tese - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Louro e Silva, H. e Scripilliti, A. C. N. (2020) A produção imobiliária formal no bairro Bela Vista, in Somekh, N. e Simões Júnior, J. G. (orgs.), **Bexiga em três tempos: patrimônio cultural e desenvolvimento sustentável,** Romano Guerra, São Paulo.

Meneses, U. T. B. (2015) A cidade como bem cultural: áreas envoltórias e outros dilemas, equívocos e alcance da preservação do patrimônio ambiental urbano, in Mori, V. H.; Souza, M. C.; Bastos, R. L. e Gallo, H. (eds.), **Patrimônio: atualizando o debate,** 2. ed. Fundação Energia e Saneamento, São Paulo.

São Paulo (Município) (2002) Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo, Resolução SMC/CONPRESP nº 22 de 13 de dezembro de 2002 (Tomba na área do Bairro da Bela Vista o elenco dos elementos constituidores do ambiente urbano incluídos nos itens que especifica), **Diário Oficial da Cidade de São Paulo,** ano 47, n. 238, p. 10, 14 dez. 2002.

São Paulo (Município) (2014) Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 (Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002), **Diário Oficial da Cidade de São Paulo,** São Paulo, 1 de agosto de 2014, seção 1, p. 1-352.

São Paulo (Município) (2016) Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016 (Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo [...]), **Diário Oficial da Cidade de São Paulo,** São Paulo, 23 de março de 2016, seção 1, p. 1-9.

São Paulo (Município) (2017) Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017 (Aprova o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; introduz [...]), **Diário Oficial da Cidade de São Paulo,** São Paulo, 10 de maio de 2017, p. 1.

São Paulo (Município) (2024) Lei nº 18.081, de 19 de janeiro de 2024 (Dispõe sobre a revisão parcial da Lei nº 16.402, visando à compatibilização [...]), **Diário Oficial da Cidade de São Paulo,** São Paulo, Edição Extra, 19 de janeiro de 2024, p. 1.

Scripilliti, A. C. N. (2017) **Verticalização e tombamento no bairro do Bexiga: materialização em tensão** (Dissertação - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Silva Neto, M. L. (2020) Tombamento do bairro Bexiga: dimensões espaço temporais socialmente necessárias, in Somekh, N. e Simões Júnior, J. G. (orgs.), **Bexiga em três tempos: patrimônio cultural e desenvolvimento sustentável,** Romano Guerra, São Paulo.

Somekh, N. e Simões Júnior, J. G. (orgs.) (2020) **Bexiga em três tempos: patrimônio cultural e desenvolvimento sustentável,** Romano Guerra, São Paulo.

Turkienicz, B. (1994) **Indicações estratégicas para o adensamento urbano de Porto Alegre** (Trabalho de Pesquisa), UFRGS-PMPA-SINDUSCON, Porto Alegre.

Turkienicz, B. (2021) **O diálogo desenhado: planos diretores e a nova agenda urbana,** ANAP, Tupã.

OPERAÇÕES URBANAS OU REGULAÇÕES CONVENCIONAIS? O DILEMA DO REDESENVOLVIMENTO URBANO DE SÃO PAULO: O CASO DA OPERAÇÃO URBANA ÁGUA BRANCA E DO DISTRITO DE PERDIZES.

G. H. F. Del'Arco

RESUMO

O presente artigo examina os dispositivos urbanísticos de resgate da valorização fundiária presentes na regulação ordinária de zoneamento e na legislação específica para o redesenvolvimento urbano do território da Operação Urbana Água Branca e do distrito de Perdizes, ambos à oeste do centro municipal de São Paulo. Aborda-se o conceito de solo criado, a partir do qual se implementou os dispositivos da Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) e Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC), analisando como operam e como são adotados nos territórios destacados, cujos regramentos urbanísticos não são os mesmos. Os resultados da pesquisa sugerem que a aplicação de diferentes dispositivos associados a instrumentos urbanísticos convencionais ou específicos, embora indiquem o dilema atual da política urbana, podem orientar a adoção de novas estratégias para o redesenvolvimento de determinados territórios da cidade.

1 INTRODUÇÃO

A região a oeste do centro de São Paulo, aqui tratada como recorte espacial de pesquisa, é compreendida pelos distritos da Barra Funda e Perdizes. Trata-se de território dotado de particularidades em seu processo histórico de desenvolvimento que motivaram a adoção de diferentes medidas de indução e controle da atividade imobiliária pela política urbana paulistana, especialmente a partir da década de 1990, quando dispositivos especiais de resgate e redistribuição dos sobrepreços fundiários passaram a ser adotados com base no conceito de solo criado.

Marcada por grandes propriedades estabelecidas no período industrial, em processo de obsolescência desde a década de 1960 devido, principalmente, à reestruturação produtiva da metrópole (Meyer *et al.*, 2013), adotou-se para a região da Barra Funda, o instrumento específico da Operação Urbana Água Branca, enquanto plano e projeto urbanísticos através dos quais se esperava uma reconversão funcional aliada ao reordenamento dos padrões de ocupação e de urbanização. Ao território ao sul, adjacente ao seu perímetro – o distrito de Perdizes – restou a regulação convencional pelo zoneamento.

Para a discussão acerca da adoção dos instrumentos pautados pelo conceito de solo criado, será apresentado a seguir um breve histórico do desenvolvimento dos dois territórios. O artigo, então, avança no exame, com base na literatura especializada, sobre a forma de adoção dos instrumentos atinentes ao conceito em referência, na regulação convencional

(zoneamento) por meio da OODC, e na legislação específica da OUAB pela aplicação, além da OODC, dos Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC). Na etapa seguinte são demonstrados os resultados espacializados da aplicação dos dispositivos nos territórios e da arrecadação financeira que representaram, cada qual em seu período de vigência. Por fim, será demonstrado o dilema da política vigente de redesenvolvimento urbano, acompanhado de uma reflexão sobre a adoção ou aplicação dos dispositivos abordados, no contexto da região da OUAB e do distrito de Perdizes em São Paulo.

2 A CARACTERIZAÇÃO URBANA DO TERRITÓRIO NO ENTORNO DAS ORLAS FERROVIÁRIA E FLUVIAL

O território da Barra Funda concentrava chácaras de produção agrícola até o final do século XIX, em área de várzea do Rio Tietê. No período subsequente – até a década de 1930, com a retificação do rio, transformou-se em local de intenso fluxo de pessoas e mercadorias em razão da expansão das atividades produtivas dentro da cidade e para outras regiões do estado de São Paulo, beneficiadas pela presença da Estrada de Ferro Sorocabana. Entretanto, a ocupação das áreas era dificultada em função da característica do solo e da ocorrência frequente de enchentes (Meyer *et al.*, 2013).

No período industrial, entre as décadas de 1930 e 1970, a ocupação da área dos bairros da Barra Funda e Água Branca, entre as orlas ferroviária e fluvial, foi marcada pela instalação de importantes plantas industriais. Neste período, mesmo com a expansão rodoviarista e a construção de transposições ao longo da ferrovia e do rio, não houve grandes avanços em termos de parcelamento do solo, abertura de vias, ou instalação de infraestruturas adequadas, de modo que até a década de 1970, ainda restavam grandes glebas não loteadas ou terrenos subutilizados, sem arruamentos aprovados, constituindo um grande bairro de urbanização incompleta. O distrito de Perdizes, por outro lado, já se encontrava consolidado (Moraes, 2010), com traçado viário e fundiário regular, em processo constante de adensamento populacional e verticalização (Somekh, 1997).

Nas últimas décadas do século XX, a atividade industrial na região enfraqueceu-se, restando a ocupação por imóveis públicos, cedidos ou não, e pelas estruturas fabris obsoletas ou galpões que passaram a abrigar atividades de armazenamento e logística. Alguns desafios persistiam e alguns se apresentavam a partir de então, como soluções no sistema de drenagem e a contaminação do solo em função do uso pretérito.

Este cenário característico da região seria propenso e adequado para a implementação de um projeto urbano, que se manifestaria pela Operação Urbana Água Branca (OUAB), uma vez que o instrumento específico teria condições de proporcionar nova dinâmica de atração e valorização imobiliária em função das intervenções direcionadas ao redesenvolvimento do tecido, às infraestruturas ambientais-urbanas e à reconversão funcional, através de incentivos para instalação de novos usos, inclusive habitacionais. A OUAB foi implementada incialmente em 1995, com alterações em 2004, 2013 e 2021.

Na porção ao sul da orla ferroviária, onde se localiza o distrito de Perdizes, embora uma pequena parte fosse englobada no perímetro da Operação Urbana, restou a regulação do desenvolvimento urbano, através da legislação ordinária, definida principalmente pela Lei Geral de Zoneamento de 1972 e as Leis de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de 2004 e 2016 (São Paulo, 2024c).

3 O SOLO CRIADO NA LEGISLAÇÃO PAULISTANA

Originado em países do capitalismo central, o conceito de "solo criado" remonta do início da década de 1970, no qual há uma separação entre os direitos de propriedade e o direito de construir, cujos limites estariam definidos pelo interesse coletivo. O incremento de solo em propriedades urbanas seria discutido com a finalidade de avaliar se os direitos de construção poderiam ser transmitidos ou outorgados, de forma adequadamente regulada, preservando ou compensando-se seus impactos negativos causados no ordenamento urbano (Rezende *et al.*, 2009). Os estudos resultaram em diferentes experiências, como o *Plafond Légal de Densité* (PLD) na França, em que os direitos de construir em imóveis tombados poderiam ser transferidos, e no *Zoning Bonus,* na cidade de Chicago, em que os limites de construção regulados poderiam ser extrapolados mediante contrapartidas financeiras ou em melhorias urbanas à critério do governo local (Rezende *et al.*, 2009).

Em São Paulo, a adoção do mecanismo daria origem à instrumentos urbanísticos de resgate de mais-valias fundiárias, como a Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) e os Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC). O conceito começa a ser estudado nos departamentos técnicos da Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPLA) e da Empresa Municipal de Urbanização (EMURB) ainda na década de 1970, após a publicação da chamada Carta de Embu de 1976 (FPFL/CEPAM, 1976). Os estudos objetivavam formas diferenciadas de aplicação do índice urbanístico associado ao aproveitamento construtivo do solo – o Coeficiente de Aproveitamento (CA) – assumindo que a área construída excedente à área do lote, poderia ser "criada". Essa área adicional também poderia se configurar como ativo imobiliário-urbano de domínio público, passível de negociação ou comercialização, enquanto medida para buscar equilibrar os ônus do desenvolvimento imobiliário, através da captação de recursos financeiros destinados a melhorias e remediações socioespaciais, como investimento em infraestruturas urbanas, regularização fundiária e promoção de habitação de interesse social.

Os dispositivos associados ao solo criado funcionam, portanto, de maneira semelhante às ferramentas de ressarcimento ao poder público dos investimentos relativos às melhorias urbanas incorporadas à valorização dos imóveis por elas beneficiados. Dentre tais fermentas de captura da valorização imobiliária, destacam-se o Imposto sobre a Propriedade Urbana (IPTU), Contribuição de Melhoria, entre outros (Lungo *et al.*, 2005).

O solo criado seria, então, a base para a definição de um coeficiente básico para a propriedade urbana – o lote – correspondente à quantas vezes a área do lote poderia ser excedida em área de construção, até o limite estabelecido para cada zona. Os estudos, que prosseguiram na década de 1980, buscavam um coeficiente máximo, acima do básico, de modo que a área correspondente à diferença entre os coeficientes máximo e básico, somente poderia ser alcançada mediante o pagamento de uma contrapartida financeira. Assim se daria o fundamento da OODC, inicialmente implementado no âmbito de regramentos urbanísticos específicos, como nas Operações Urbanas (OU) e, em seguida, também no regramento ordinário definido pelos Planos Diretores Estratégicos (PDE) e leis ordinárias de zoneamento (São Paulo, 2024c).

No Brasil, o período entre as décadas de 1980 e 1990 foi marcado tanto por conquistas no campo da democracia e da justiça urbana, quanto pelo advento de práticas político-econômicas associadas ao avanço das interrelações do mercado globalizado. Nobre (2019) argumenta que a ascensão do discurso neoliberal no planejamento urbano, neste contexto,

resultou em novas formas de negociação dos ativos urbanos, derivadas de conceitos como o Planejamento Urbano Estratégico, em que a iniciativa privada exerceria funções centrais diante da limitação da atuação do Estado. As maiores expressões deste novo direcionamento no planejamento urbano em São Paulo, segundo o autor, seriam as Operações Urbanas Consorciadas cujo principal mecanismo consistiria na adoção do solo criado, por meio dos CEPACS, como forma de induzir a participação do setor privado no reordenamento urbanístico de determinados territórios da cidade.

As Operações Urbanas começam a ser introduzidas nos regramentos urbanísticos a partir do Plano Diretor de 1985, com o objetivo de acelerar transformações espaciais e funcionais, pela articulação entre agentes públicos e privados, de modo a viabilizar a produção habitacional, melhor a infraestrutura urbana e implementar equipamentos coletivos e espaços públicos. No Plano Diretor de 1991, um conjunto de operações urbanas foram delimitadas, sendo quatro aprovadas, cada qual com suas diretrizes e objetivos específicos, mas tendo em comum a adoção do mecanismo do solo criado, primeiramente pelo instrumento da OODC e, após o advento do Estatuto da Cidade, podendo adotar o instrumento dos CEPACS.

O Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/2001 (Brasil, 2001), regulamentou a política urbana consolidada na Constituição Federal de 1988, permitindo aos municípios a aplicação de instrumentos como a OODC e as Operações Urbanas, embora os regramentos urbanísticos de São Paulo, como dito, já previssem tais dispositivos. A novidade seria que a OODC poderia ser aplicada de forma extensiva no território regulado pelo zoneamento e não mais exclusivamente nas regências urbanísticas específicas.

Diante dessa breve abordagem conceitual e contextual, será apresentado a seguir as formas de adoção dos instrumentos associados ao solo criado (OODC e CEPAC) no âmbito da regulação ordinária e da específica, abordando especificamente a região à oeste do centro, nos distritos da Barra Funda e Perdizes, onde recaem ambos os dispositivos da política urbana municipal.

3.1 A introdução da Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) no regramento ordinário

O Plano Diretor Estratégico de 2002 (PDE-2002), após a consolidação da OODC no Estatuto da Cidade, implementou o dispositivo para além dos regramentos específicos das Operações Urbanas, sendo aplicado para cada zona de uso definida na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de 2004 (São Paulo, 2024c), com estoques limitados de potencial construtivo para o uso residencial e não residencial para cada distrito municipal. Tratou-se de uma importante medida, pois se consolidou a adoção do conceito do solo criado, agora de forma extensiva no território urbano, pela instituição dos coeficientes de aproveitamento básico e máximo, dos Fatores Social e de Planejamento (Fs e Fp) e pela criação do Fundo de Desenvolvimento Urbano (FUNDURB) para o qual os recursos provenientes das contrapartidas financeiras de OODC seriam direcionados.

Os recursos do FUNDURB teriam como finalidade, conforme o PDE-2002, “apoiar ou realizar investimentos destinados a concretizar os objetivos, diretrizes, planos, programas e projetos urbanísticos e ambientais integrantes ou decorrentes da Lei do Plano Diretor Estratégico” (São Paulo, 2024c), aplicando-os em execução de programas habitacionais, na melhoria e ampliação do serviço de transporte coletivo público, e na infraestrutura urbana incluindo drenagem, saneamento, equipamentos e espaços públicos.

Para o cálculo do valor da contrapartida financeira de OODC – aplicado na etapa do licenciamento edilício – o CA básico variava de 1,00 a 2,00 e o máximo de 1,5 a 4,00, conforme a definição do território no PDE-2002, sendo que, de modo geral, nas zonas mistas de baixa e média densidades partiam de 1,00 a 2,00 e de alta densidade de 1,00 a 2,50; e nas zonas de centralidade partindo 1,00 a 4,00. Nas zonas estritamente residenciais e nas Macroáreas de preservação ambiental o CA máximo correspondia ao mesmo valor de CA básico da Zona. Nas Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, os CA máximos poderiam alcançar 4,00. O Fator Social (Fs) é associado ao uso pretendido, variando de 0,50 a 1,00, com exceção aos usos públicos e habitacionais de interesse social, para os quais o Fs é zero. O Fator de Planejamento (Fp) foi determinado em função da localização, características socioeconômicas e propensão do mercado imobiliário de cada distrito, podendo variar de 0,50 a 1,40. A contrapartida relativa a cada metro quadrado de área construída computável adicional (Ct) seria, então, calculada conforme as equações a seguir (1) (2):

$$Ct = Fp \times Fs \times B \quad (1)$$

$$B = Vt / CAb \quad (2)$$

Onde:
Ct: Contrapartida financeira relativa a cada m² de potencial construtivo adicional
Fp: Fator de planjamento
Fs: Fator social
B: Benefício econômico agregado a cada metro quadrado de terreno
Vt: Valor Venal do metro quadrado do terreno constante da Planta Genérica de Valores (PGV), preparada anualmente para a cobrança do Imposto Predial Urbano (IPTU)
CAb: Coeficiente de aproveitamento básico

Embora a aplicação extensiva da OODC no regramento ordinário tenha representado um grande avanço na política de indução do desenvolvimento imobiliário e nas formas de redistribuição das mais-valias fundiárias, o instrumento recebeu algumas críticas advindas principalmente dos setores vinculados ao mercado imobiliário, sob argumentações de que a imposição do CAb igual a 1,00 tolheria direitos privados de propriedade, na medida em que obrigaria os empreendedores a pagarem valores sobre área da qual detinha livre direito de uso e exploração (Somekh, 2008).

Em 2014 foi aprovado o novo PDE, ocasião em que foram introduzidas novas orientações para o desenvolvimento urbano da cidade de São Paulo, contando com atualização do dispositivo da OODC, principalmente pela eliminação dos estoques de potencial construtivo e pelo estabelecimento definitivo do CA básico correspondente a 1,00 para todas as Macroáreas municipais, com exceção das voltadas à proteção ambiental. Tratou-se de um importante conquista dos movimentos pela reforma urbana (Bonduki *et al*., 2018), que reivindicavam historicamente a adoção do direito de construir limitada à área do terreno privado, podendo ser outorgada onerosamente a área adicional até o limite máximo previsto na zona de uso.

A aplicação extensiva da OODC foi, portanto, continuada no PDE-2014, mas sobretudo expandida segundo critérios antes não explorados explicitamente nos regramentos ordinários. Entre os principais aspectos inovadores do PDE-2014, está a delimitação dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana (EETU), posteriormente classificados com Zonas de Estruturação Urbana (ZEU) na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de

2016. Em uma clara alusão ao conceito de DOT (Desenvolvimento Orientado pelo Transporte), tratava-se de áreas distantes até 300 metros dos eixos de transporte público de média e alta capacidade (corredores de ônibus e linhas de metrô e trem) e até 500 metros de estações, em que foi permitida o adensamento construtivo, com o CA máximo de 4,00, sem limite de altura; e populacional, exigindo-se uma cota mínima de terreno por unidade residencial/habitacional. Nessas áreas, o desenvolvimento imobiliário era ainda induzido em função dos valores de Fp reduzidos, diminuindo o valor da contrapartida relativa à OODC. A região próxima à linha férrea em Perdizes foi demarcada como ZEU.

A forma de cálculo da OODC também foi alterada no PDE-2014. Embora os Fp e Fs tenham sido mantidos (com atualização dos valores), substituiu-se o valor venal do metro quadrado por terreno, determinado na PGV, pelo Quadro 4 anexo à Lei (São Paulo, 2024c), onde os valores dos terrenos – em média 80% do valor de mercado – estavam estabelecidos por quadra e variavam em função do cadastro do logradouro para o qual fariam frente. O cálculo da contrapartida financeira seguiria a seguinte fórmula (3):

$$C = (At / Ac) \times V \times Fs \times Fp \quad (3)$$

Onde:
C: Contrapartida financeira relativa a cada m² de potencial construtivo adicional
At: Área de terreno em m²
Ac: Área construída computável total pretendida no empreendimento em m²
V: Valor do m² do terreno constante do Cadastro de Valor de Terreno
Fs: Fator de interesse social, entre 0 (zero) e 1 (um)
Fp: Fator de planejamento entre 0 (zero) e 1,3 (um e três décimos)

3.2 Os Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPAC) e a legislação específica da Operação Urbana Consorciada Água Branca (OUCAB)

O solo criado também fundamenta a definição dos Certificados de Potencial Construtivo Adicional (CEPAC), cuja aplicação se dá no âmbito dos regramentos específicos das Operações Urbanas Consorciadas. Embora sua aplicação tenha sido juridicamente permitida somente com o Estatuto da Cidade, sua formulação remonta dos estudos para implementação das primeiras Operações Urbanas (OU) na década de 1980. Consistem em títulos correspondentes a quantidade de área construída adicional, associados ao direito de construir, adquiridos através de leilões regulados pela Comissão de Valores Imobiliários (CVM), podendo ser negociados livremente no mercado financeiro. Portanto, para cada metro quadrado de área construída adicional permitida em cada setor dentro do perímetro da Operação Urbana, limitada a um estoque pré-definido na lei, é necessário a aquisição da quantidade de CEPAC correspondente.

Para a elaboração dos valores e correspondências dos CEPAC, são desenvolvidos estudos de viabilidade econômica que associam a capacidade de suporte de cada setor ou subsetor da OU, aos custos das obras previstas, buscando equacionar tal relação, através da atribuição de valores adequados para cada metro quadrado de área construída adicional para os usos residencial ou não residencial. Nestes estudos são avaliados também a propensão do mercado em aderir aos futuros leilões de CEPAC, de modo a evitar que os valores não sejam quantificados em demasia e desconformidade com as expectativas e valores estimados das propriedades futuramente atingidas (Smolka, 2014). Por se constituir como método de aporte de recursos imediato, mediante leilão, diferentemente da OODC, os CEPAC nas Operações

Urbanas significam um importante instrumento pois permite à municipalidade um ganho financeiro antecipado para garantir total ou parcialmente os investimentos nas obras previstas.

Embora os CEPAC estivessem previstos no texto da lei municipal 11.774 de 1995, a negociação dos ativos imobiliários se deu no primeiro momento da Operação através do instrumento da OODC, em razão da limitação jurídica de aplicação dos CEPAC, regulamentada somente com o Estatuto da Cidade. Em 2013 a lei da OUAB foi alterada, permitindo definitivamente a aplicação dos CEPAC (Lei Municipal 15.893 de 2013), o que conferiu ao instrumento a condição de Operação Urbana Consorciada (OUCAB). Neste momento foram também redefinidos os estoques de potencial construtivo adicional, agora divididos conforme atualização dos setores e novo traçado urbanístico.

Para cada setor foi definido um programa de intervenções específico, considerando que alguns deles eram constituídos majoritariamente por terras públicas em regime de concessão ou transmissão. Dessa forma, algumas porções da OUCAB tinham maior propensão à transformação por adesão do setor imobiliário, enquanto outras se destinavam a receber recursos para a implantação de projetos promovidos pelo poder público. Isso indica a complexidade na busca das transformações urbanas intencionadas pelo instrumento, pois seria preciso atuar sobre um tecido fundiário originalmente industrial, demandando elevados investimentos públicos. Tal cenário não ocorreria no distrito de Perdizes, onde o processo de urbanização já havia atingido nível favorável ao interesse privado, especialmente o associado aos setores da produção imobiliária.

A aplicação dos CEPAC varia conforme a Operação Urbana à qual se vincula. No caso da Operação da Operação Urbana Água Branca, é preciso primeiramente verificar se há estoque disponível para o setor pretendido, em seguida calcula-se a área construída adicional (ACA) do empreendimento, associado ao uso pretendido (residencial ou não residencial) sendo feita a conversão em CEPAC. O cálculo se dá segundo as equações a seguir (4) (5):

$$ACA = (Ato \times Cproj) - (Ato \times CB) \quad (4)$$

$$Qcp = ACA / Fe \quad (5)$$

Onde:
ACA: área Construída Adicional
Ato: Área do Terreno anterior à doação para melhoramentos previstos na Lei 15.893/2013
Cproj: Coeficiente de Aproveitamento máximo do Lote
CB: Coeficiente de aproveitamento básico = 1,00
Fe: Fator de Equivalência em CEPAC
Qcp: Quantidade de CEPAC necessária

Em 2015 houve a primeira distribuição de CEPAC em leilão pela OUCAB, registrando aquisição de títulos residenciais pelo preço mínimo e nenhum título negociado para uso não residencial, representando aproximadamente 9% da arrecadação inicial esperada (Santoro *et.al.*, 2015). Em 2021, a OUCAB teve seus dispositivos associados à viabilidade econômico-financeira revistos pela Lei 17.561, em uma tentativa de atrair o interesse dos investidores privados a fim de viabilizar a arrecadação esperada para implantação do programa de intervenções da operação (SP-Urbanismo, 2024). Em dezembro de 2023, foram ofertados CEPAC residenciais em leilão, negociados também pelo valor mínimo.

3.3 Análise da aplicação da OODC e dos CEPAC no Distrito de Perdizes e na OUCAB

A seguir são apresentados os resultados da adoção da OODC no distrito de Perdizes e na OUAB e a arrecadação financeira direcionada ao FUNDURB resultante também da aplicação do CEPAC na OUCAB. A metodologia aplicada para análise e tratamento dos dados consiste no levantamento das informações de arrecadação financeira, consumo de área construída adicional e georreferenciamento dos empreendimentos imobiliários que fizeram adesão a OUAB e os que, no distrito de Perdizes, aplicaram a OODC.

Os dados foram obtidos nas plataformas eletrônicas de divulgação da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) (São Paulo, 2024a; 2024b) e da SP-Urbanismo, antiga EMURB (SP-Urbanismo, 2024), e permitiram: (i) a confecção do mapa de aplicação da OODC em Perdizes e de adesões à OUAB (Figura 1), elaborado pelo autor com base nos dados de aplicação da OODC e da OUAB, disponíveis no sítio eletrônico da SP-Urbanismo (SP-Urbanismo, 2024) e da PMSP (São Paulo, 2024a, 2024b); (ii) a verificação da evolução de arrecadação financeira e consumo de área construída computável em Perdizes (Gráfico 1), com base nos dados de aplicação da OODC de 2001 a 2022, disponíveis no sítio eletrônico da PMSP (São Paulo, 2024a); (iii) a evolução do consumo de estoque de potencial construtivo para os usos residencial e não residencial na OUAB e OUCAB, acompanhada da síntese da arrecadação financeira de 1995 a 2023 (Tabela 1), conforme dados de dezembro de 2023 disponíveis no sítio eletrônico da OUCAB da SP-Urbanismo (SP-Urbanismo, 2024).

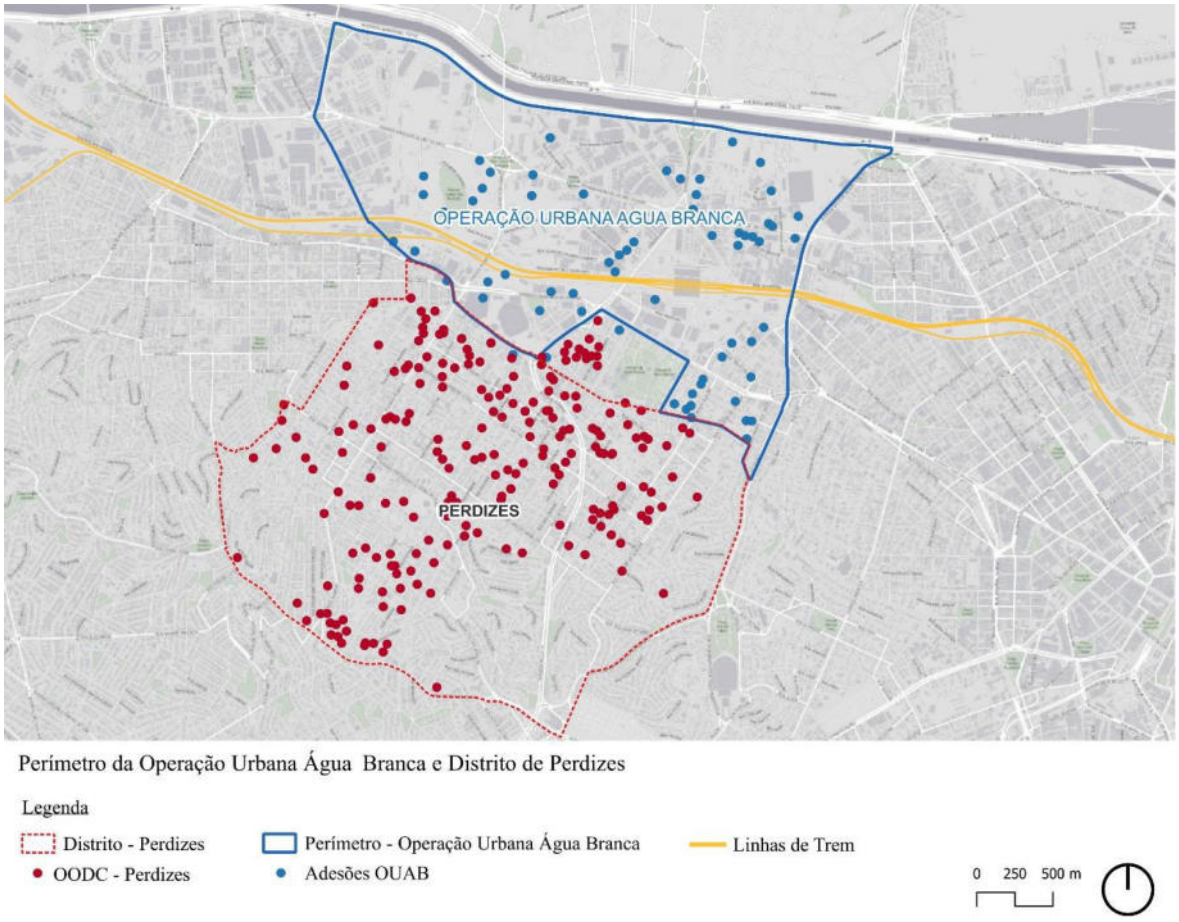
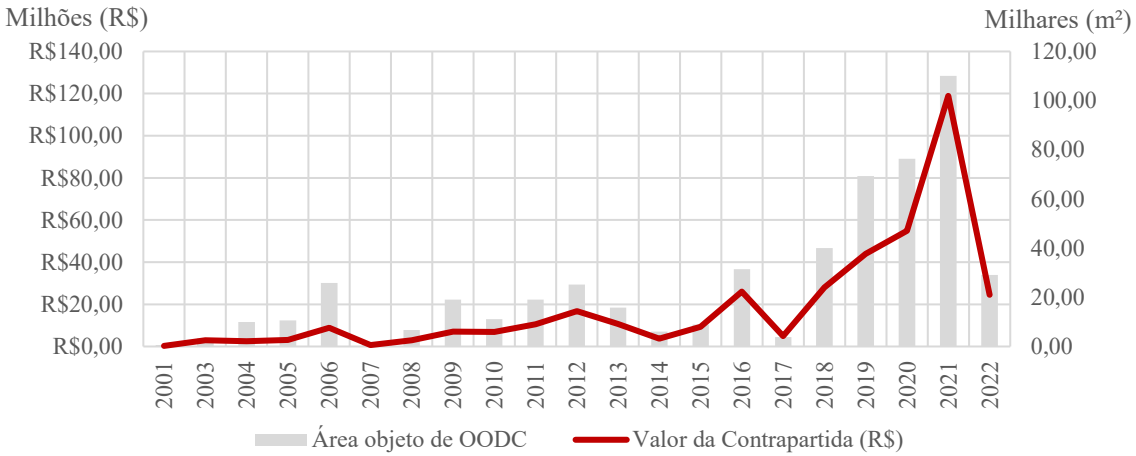


Figura 1 Mapa da OUAB e Perdizes com aplicação de OODC e adesões à OUAB

Embora as dimensões do perímetro de adesão da OUAB e o distrito de Perdizes sejam semelhantes, é possível observar no mapa (Figura.1) não somente a diferença acerca dos aspectos fundiários entre si (destacando a malha originalmente industrial com grandes propriedades e pouco adensada ao norte da ferrovia; e regular com urbanização consolidada ao sul), mas também a distribuição dos empreendimentos que aplicaram OODC no distrito e na OUAB. Isso indica, a princípio, a propensão de Perdizes em atrair novos investimentos imobiliários. Porém, a análise dos instrumentos da OODC e CEPAC permite, ademais, a verificação acerca do consumo de área construída nos territórios e, consequentemente, da arrecadação financeira associada. O Gráfico 1 indica no eixo à esquerda a arrecadação, e à direita o consumo de área computável resultante da somatória dos empreendimentos que aplicaram OODC entre 2001 e 2022 em Perdizes.

Gráfico 1 Evolução da arrecadação financeira por OODC no Distrito de Perdizes:



É notável o expressivo crescimento do consumo de área construída e de arrecadação após a aprovação do PDE de 2014, indicando relativo êxito da regulação convencional do zoneamento que, nessa região, objetivava o adensamento construtivo e populacional. O total acumulado de área construída computável consumida, no período, alcançou 523.809,57m² o que representou a arrecadação total de R$387.449.150,50. Destaca-se que a partir de 2014, o distrito deixou de ter limitação de potencial construtivo adicional.

Para a comparação com a OUAB e OUCAB, em que há limitação dos estoques de potencial construtivo adicional desde 1995, verifica-se, a partir dos dados da Tabela 1, primeiramente a disponibilidade do estoque para o uso residencial na OUAB (3000.000m²) consumido quase integralmente, enquanto para o uso não residencial (900.000m²) foram consumidos aproximadamente 56%. Após a atualização da lei específica, passando a ser OUCAB em 2013, os estoques para ambos os usos foram ampliados, porém houve significativa redução em seu consumo: cerca de 0,39% para o uso residencial e consumo nulo do estoque não residencial.

Tabela 1 Quadro Resumo dos estoques e arrecadação da OUAB e OUCAB

	Estoque Previsto (m²)		Estoque Disponível (m²)		Consumo Aproximado (%)	
*	Estoque R	Estoque NR	Estoque R	Estoque NR	Estoque R	Estoque NR
OUAB	300.000	900.000	2,33	388.211	100%	56%
OUCAB	1.350.000	500.000	1.321.725	500.000	0,39%	0,00%
			Arrecadação** (R$)			
OUAB		544.904.426,83			Total:	
OUCAB		236.421.337,44			**781.325.764,27**	

* R = Residencial; NR = Não residencial

** Por OODC e CEPAC, excluída a receita financeira líquida.

Sob regime de arrecadação via OODC (entre 1995 e 2013) a OUAB demonstrou não somente um maior dinamismo no consumo de área construída adicional disponível, mas também a respeito da arrecadação financeira. Já sob o regime dos CEPAC na OUCAB (a partir de 2013), em que a aquisição da área construída adicional – por leilão – é antecipada e desvincula ao licenciamento edilício do empreendimento imobiliário, observou-se o enfraquecimento do interesse do mercado, especialmente acerca do uso não residencial. Desta análise, pode-se auferir, primeiramente, que a propensão para o redesenvolvimento urbano vinculado à atividade imobiliária privada na região, é mais favorável à reconversão funcional direcionada a residências/moradias, e não tanto a uma centralidade comercial ou de serviços.

A análise, porém, não se esgota sobre os aspectos de uso do território. Embora não seja o objetivo da presente pesquisa avaliar as propensões de mercado para adesão aos dispositivos urbanísticos, uma vez que demandaria o levantamento de outra série de dados, alguns argumentos podem ser considerados pois tratam da relação entre os instrumentos associados ao solo criado na legislação urbanística ordinária e específica: Paula Santoro (*et al.*, 2015) observa que a revisão de Lei da OUCAB em 2013 se deu, entre outras razões, em função do esgotamento de estoque de potencial construtivo em Perdizes para OODC, o que poderia representar interesse do mercado imobiliário em adquirir potencial construtivo adicional na região vizinha, ou seja na OUCAB. Entretanto, com a revisão do PDE em 2014, não mais se aplicariam estoques de potencial construtivo no regramento ordinário, redirecionando o interesse onde o mercado teria maior segurança nos investimentos, ou seja, em um território com urbanização consolidada e permissão de construção elevada, estabelecida pela regulação convencional do zoneamento para o território.

Por outro lado, há de se refletir sobre a política de redesenvolvimento urbano adotada para áreas que necessitam de investimento em (re)urbanização e que possuem maior condições de adensamento construtivo e populacional, como a OUCAB. Se o dinamismo do mercado se expressa mais intensamente em regiões de urbanização consolidada e, a partir dele, pode-se aportar recursos financeiros, é possível afirmar que a aquisição antecipada de recursos via CEPAC é adequada, pois conferiria ao poder público as bases para os investimentos em melhorias urbanas iniciais que, posteriormente, poderiam resultar no crescimento do interesse do setor do desenvolvimento imobiliário no território.

O dilema atual da política urbana vigente, entretanto, demonstra-se na medida em que se verifica a fraca adesão dos investidores privados no instrumento da OUCAB pelo dispositivo do CEPAC, ao contrário do que ocorre na regulação convencional em que se aplica OODC.

Evidentemente que a rearticulação da política de redesenvolvimento depende de uma série de outros fatores, conjunturas e expectativas a serem avaliadas, mas a análise comparativa da aplicação dos dois dispositivos aqui abordados pode contribuir para a formulação ou reformulação de ferramentas associadas ao conceito de solo criado, enquanto dinamizadoras da atividade imobiliária e, ao mesmo tempo, promotoras de equilíbrio dos impactos da urbanização em favorecimento da justiça social e urbana no município.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da fundamentação do conceito de solo criado, este artigo examinou dois diferentes dispositivos de redistribuição da valorização fundiária, sob seus aspectos formais e de aplicação: a OODC adotada na regulação convencional do zoneamento, no caso do distrito de Perdizes e na legislação específica da OUAB; e o CEPAC no caso da OUCAB.

Verificou-se um melhor desempenho em termos aplicação da OODC em Perdizes e de arrecadação financeira, a partir da aprovação do PDE de 2014, ao passo que na OUAB o melhor desempenho do dispositivo foi observado até sua revisão em 2013. Deste momento em diante, a OUCAB passa a adotar o dispositivo do CEPAC que, conforme indicado, não alcançou as expectativas de consumo de área construída adicional, tampouco de arrecadação de recursos financeiros para a execução de melhorias urbanas no território.

A literatura especializada citada e a análise dos dados aqui desenvolvida, permitiram ilustrar o dilema atual da política de redesenvolvimento urbano nesta região da cidade de São Paulo, pautado na adoção de dispositivos que permitem o aporte antecipado de recursos para investimentos públicos (CEPAC), mas que não prosperam conforme o esperado. Ao mesmo tempo, verificou-se que a aplicação do dispositivo da OODC, a parir dos resultados de arrecadação, é razoável em áreas de urbanização consolidada, mas cuja adoção é imprecisa para os territórios que necessitam de processos de redesenvolvimento e, consequentemente, de elevados investimentos públicos.

REFERÊNCIAS:

Bonduki, N. (2018) **A luta pela reforma urbana no Brasil: do Seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo**, Instituto Casa da Cidade, São Paulo.

Brasil (2001) **Estatuto da Cidade**, Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, Brasil.

FPFL/CEPAM (1976) Carta do Embu: Documento Síntese do Seminário Aspectos Jurídicos do Solo Criado, **Fundação Prefeito Faria Lima**, Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo.

Lungo, M e Smolka, M. O. (2005) Land value and large urban projects: the Latin American experience, **Land Lines Newsletter**, v. 17, n.1, Lincoln Institute of Land policy, Boston.

Maleronka, C e Furtado, F. (2013) A Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC): A Experiência de São Paulo na Gestão Pública de Aproveitamentos Urbanísticos. **Documento de Trabalho WP14CM1PO**, Lincoln Institute of Land Policy, Boston.

Meyer, R. M. P., Grostein, M. D., Biderman, C. (2004) **São Paulo Metrópole**, Editora da Universidade de São Paulo / IMESP, São Paulo.

Moraes, L. G. S. (2010) **Operações Urbanas enquanto instrumento de transformação da cidade: o caso da Operação Urbana Água Branca [1995-2009]**, Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Nobre, E. A. C. (2019) **Do Plano Diretor às Operações Urbanas Consorciadas: A ascensão do discurso neoliberal e dos grandes projetos urbanos no planejamento paulistano**, Annablume, São Paulo.

São Paulo (2024a) Portal da Outorga Onerosa do Direito de Construir, **Prefeitura Municipal de São Paulo**, São Paulo, disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/legislacao/estoques_de_potencial_construtivo/index.php?p=1384. Acesso em 19 de maio 2024.

São Paulo (2024b) Portal de dados georreferenciados da Prefeitura Municipal de São Paulo: Geosampa, **Prefeitura Municipal de São Paulo**, São Paulo, disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br. Acesso em 19 de maio 2024.

São Paulo (2024c) Portal da Legislação Municipal de São Paulo, **Prefeitura Municipal de São Paulo**, São Paulo, disponível em: https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br. Acesso em 19 de maio 2024.

Rezende, V. F., Furtado, F., Oliveira, M. T. C. de, Jorgensen Junior, P. (2009) A Outorga Onerosa do Direito de Construir e o Solo Criado: uma necessária avaliação das matrizes conceituais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 11(2), 51.

Santoro, P. F., Vannuchi, L. & Borrelli, J. (2015) Operação Água Branca: impasses do primeiro leilão de CEPACs. **LabCidade Universidade de São Paulo**, São Paulo, disponível em https://www.labcidade.fau.usp.br/operacao-agua-branca-impasses-do-primeiro-leilao-de-cepacs/. Acesso em 19 de maio 2024.

Smolka, M. O. (2014) **Recuperação de mais-valias fundiárias na América Latina: políticas e instrumentos para o desenvolvimento urbano**, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge.

Somekh, N. (1997) **A cidade Vertical e o urbanismo Modernizador**, Studio Nobel, Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, São Paulo.

Somekh, N. e Campos, C. M. A (2008) **A cidade que não pode parar: planos e projetos urbanísticos de São Paulo no século XX**, Editora Mackenzie, São Paulo.

SP-Urbanismo (2024) Portal da Operação Urbana Consorciada Água Branca (OUCAB), **Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo**, disponível em prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/sp_urbanismo/operacoes_urbanas/agua_branca/ouc_agua_branca/. Acesso: 19 de maio 2024.

AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE DE ALAGAMENTOS DA ZONA URBANA DE TERESINA – PI: ESTUDO DE CASO DOS TECIDOS URBANOS DOS BAIRROS MORROS E PORTAL DA ALEGRIA

T. M. Pessoa, B. S. Miranda, W. R. Assis Neto

RESUMO

A drenagem urbana é hoje um dos maiores problemas enfrentados por inúmeras cidades brasileiras em função da ausência de sua abordagem no planejamento urbano, o que tem causado prejuízos à população como um todo. No caso da cidade de Teresina, capital do Piauí, o uso dos parâmetros hidrológicos como elemento fundamental do planejamento urbano é essencial, visto que a cidade se situa entre dois rios e possui inúmeros corpos d'água espalhados por toda sua extensão. Diante deste problema, a presente pesquisa realizou a análise do tecido urbano de dois bairros da cidade de Teresina, com o objetivo de compreender o processo de evolução do tecido urbano e como ele tem impactado na drenagem urbana.

1 INTRODUÇÃO

Embora seja, geralmente, um sinônimo de prosperidade, o crescimento e desenvolvimento de áreas urbanas são comumente seguidos de impactos ao meio ambiente no qual se inserem. Sendo o ambiente urbano um importante determinante para o bem-estar e saúde das pessoas, todas as pressões negativas enfrentadas por este sistema terão reflexos sobre a população (Tucci, 2007). Diante do crescimento das cidades e a falta de gestão de drenagem, este processo, hoje, é um dos maiores problemas enfrentados por inúmeras cidades brasileiras, o que tem causado prejuízos irreparáveis em diversas regiões.

Em relação à capital do Piauí, Teresina, a gestão de drenagem urbana é um elemento fundamental para o desenvolvimento urbano da cidade. Visto que ela está situada entre o rio Poti, que corta a cidade de sul a norte, e o rio Parnaíba, que é o limite de Teresina no sentido oeste. Diante desta situação, a cidade tem inúmeros corpos d'águas espalhados por toda a sua extensão, que se torna um fator preocupante, pois, no processo de urbanização, muitas áreas que possuem esses corpos d'águas são ocupadas de forma indevida, gerando impactos no escoamento da água.

2 METODOLOGIA

No presente trabalho, a metodologia SIG foi adotada, envolvendo a sobreposição de várias camadas de dados por meio do software QGIS, utilizado para a produção dos mapas em questão. As análises foram realizadas com base na plataforma MapBiomas, uma ferramenta poderosa para análises, utilizando pixels de satélite, fornecendo informações importantes sobre a cobertura vegetal natural e áreas modificadas pelo ser humano.

Neste momento, está sendo examinado o processo de ocupação dos Bairros Morros e Torquato Neto, que apresentam diferentes padrões de ocupação ao longo dos anos de referência: 1996, 2001, 2006, 2011, 2017 e 2021. Essa análise abrange um período de 25 anos de desenvolvimento urbano.

As variáveis utilizadas incluem: áreas em verde-escuro representam florestas ou vegetação densa, indicando áreas sem interferência humana significativa; áreas em marrom representam formações naturais não florestais e rochosas; áreas em amarelo são destinadas a cultivo agrícola ou atividades agropecuárias, ou seja, áreas modificadas pela ação humana; áreas em vermelho indicam locais construídos, o que é crucial para compreender o processo de ocupação desses bairros.

3 OBJETO DE ESTUDO

A escolha dos bairros ocorreu de maneira estratégica, o Bairro Morros, encontra-se localizado na Zona Leste da cidade e caracteriza-se pela ocupação por pessoas com um alto poder aquisitivo e a presença de condomínios residenciais horizontais; já o Bairro Portal da Alegria, encontra-se localizado na Zona Sul e caracteriza-se pela ocupação por pessoas com um poder aquisitivo mais baixo e a presença de muitas habitações de interesse social.

3.1 Morros

Em 1996, foi observada, na Figura 1, uma pequena área adensada no sentido noroeste do bairro Morros, onde se encontra o Condomínio Carlos Pádua. Além disso, houve outro processo de ocupação iniciado nas proximidades da Avenida Presidente Kennedy, predominantemente com residências unifamiliares, destacando-se a construção do Sey Lá Motel, que serviu como local de estadia de curto prazo, aumentando o fluxo de pessoas na área. Nota-se o início de obras e loteamentos de residências ao redor do Campo dos Morros, que ainda hoje é utilizado como área de lazer pelo bairro (Perfil De Bairros, 2018a)

Em 2001, ainda analisando a Figura 01, foram observados aumentos pontuais no tecido urbano, seguindo uma tipologia até então predominante de residências unifamiliares de médio padrão. Esse padrão se estende pela porção mais a oeste do bairro Morros, onde começou a movimentação de terras para a construção do condomínio Mirante dos Ipês. Apesar da presença de poucos novos loteamentos e casas, a remoção da cobertura vegetal nativa até esse momento teve apenas impactos limitados, especialmente quando comparada com os bairros vizinhos que já possuem um tecido urbano mais consolidado.

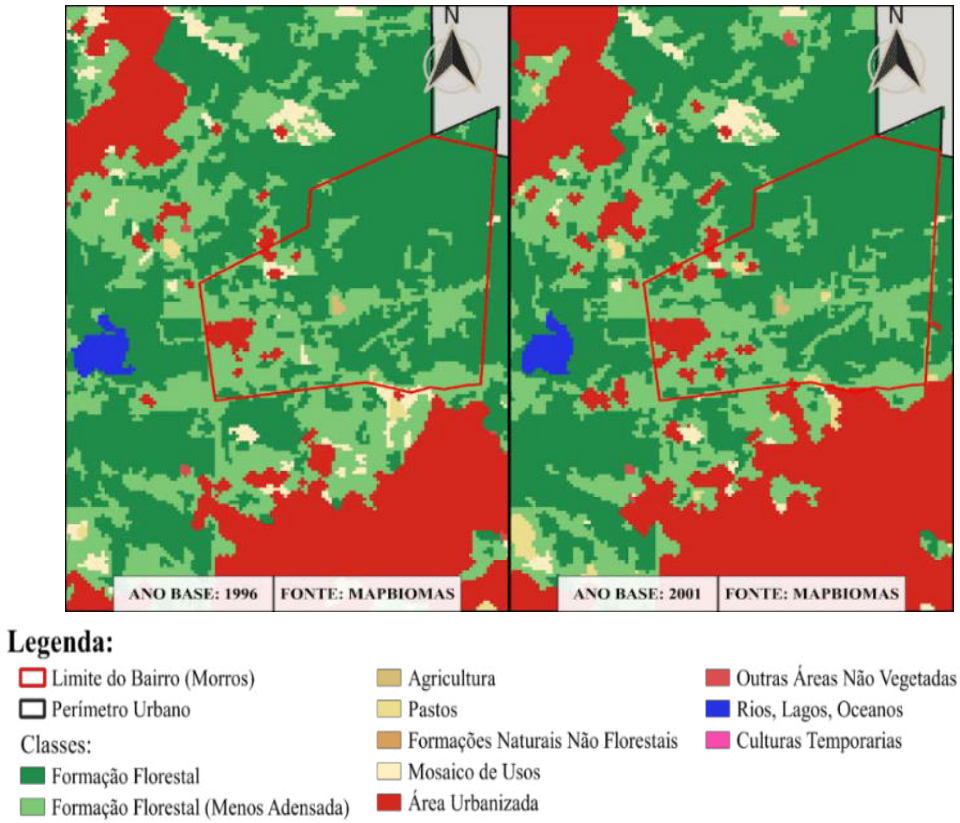


Fig. 1 Recorte Temporal – Morros 1996 – 2001

Quando se analisa a Figura 2, percebe-se que, em 2006, ocorre a consolidação da expansão urbana a partir da Avenida Presidente Kennedy, com a presença cada vez mais significativa de casas no interior do bairro. Além disso, novos empreendimentos de condomínios horizontais, como o Condomínio Asalpi, contribuíram para essa consolidação. Na porção noroeste do bairro, houve uma predominância de condomínios residenciais, como o Vila Vivaldi, Vila Mozart, além dos mencionados anteriormente na mesma região. Também foi observado um início de expansão para o Bairro Vale do Gavião, o que é relevante para a zona de estudo. Ao analisar a porção mais a nordeste do bairro, é possível perceber o início da ocupação espontânea na área compreendida pela Vila Cidade Leste II.

No ano de 2011, observa-se, a partir da Figura 2, a consolidação da região que se expande a partir da Avenida Presidente Kennedy, com um aumento significativo no número de residências e a presença isolada de dois empreendimentos privados: o espaço Flamboyant e o clube de eventos Sintrajufe-Pi, localizados na parte central do bairro Morros. Ao analisar a parte leste, nota-se a consolidação do Bairro Vale do Gavião entre os anos de 2006 e 2011, com a construção de extensos conjuntos habitacionais que abrigam uma população de menor poder aquisitivo. Até o presente ano, não foram observadas mudanças expressivas na porção oeste do bairro. Vale ressaltar também a presença da vegetação nativa ainda preservada em bom estado, com apenas algumas áreas pontuais já modificadas.

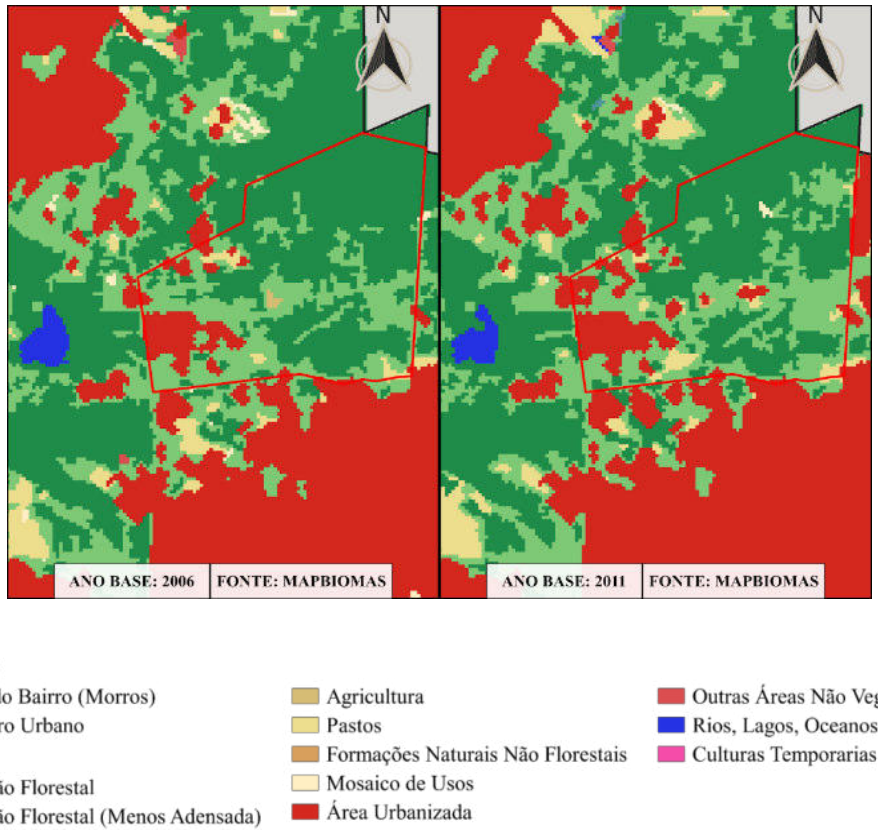


Fig. 2 Recorte Temporal – Morros 2006 – 2011

No ano de 2016, houve um desenvolvimento no tecido urbano do bairro Morros, constatando-se com a Figura 3, principalmente, devido ao crescimento do bairro Vale do Gavião, tornando-se uma extensão dele. Nessa área, manteve-se uma tipologia habitacional, com a presença de residências multifamiliares e uma população de menor poder aquisitivo, em contraste com o perfil da porção oeste do bairro Morros.

Ao observar o recorte do ano de 2021, na Figura 04, percebe o início de novos empreendimentos da Linha Vitta - Construtora Rivello no bairro Morros. Nesse contexto, observa-se uma maior degradação ambiental nas terras do bairro devido à remoção da mata nativa e alterações no solo para a construção desses empreendimentos. Apesar disso, ainda existem grandes áreas verdes na região. Como é uma área onde predominam empreendimentos de condomínios e residências de padrão médio a alto, a região enfrentou impactos negativos em termos de degradação ambiental.

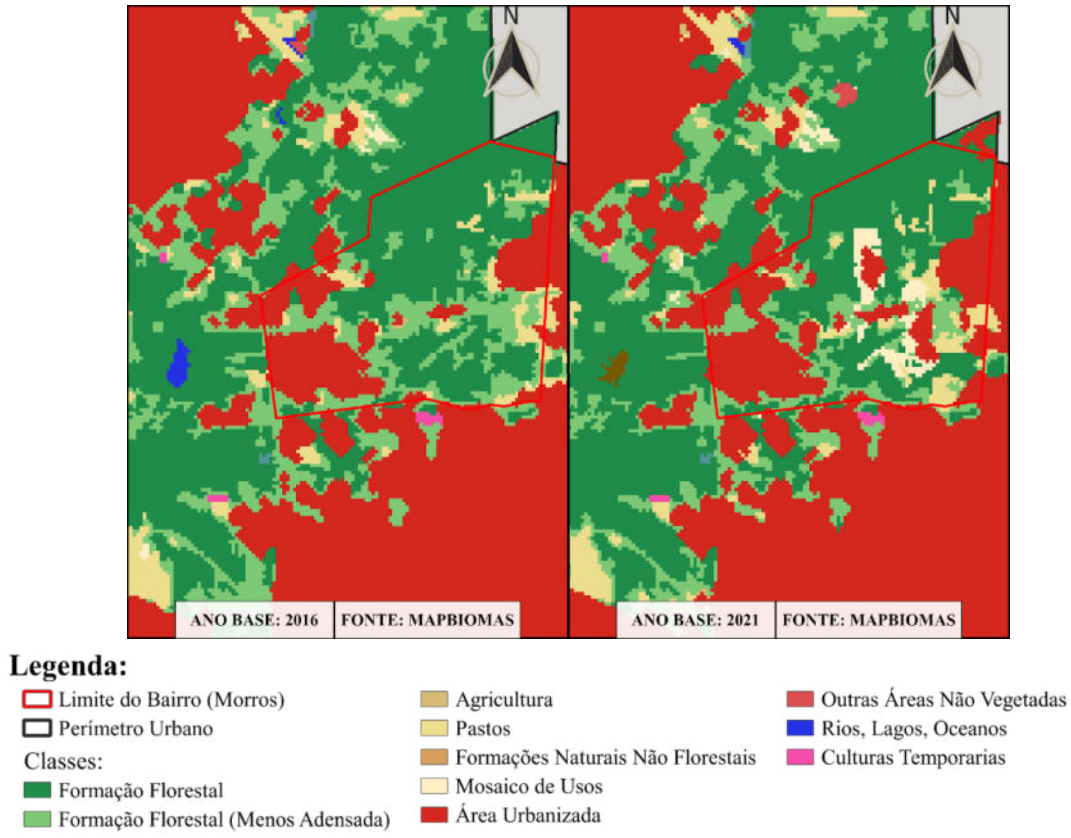


Fig. 3 Recorte Temporal – Morros 2016 – 2021

3.2 Portal da Alegria

Para entender o processo de ocupação do bairro Portal da Alegria, é necessário analisar o entorno. No Sudoeste, está localizado o bairro Esplanada, em 1988, com o II PET, o bairro foi oficializado com o nome de Esplanada devido ao loteamento Parque das Esplanadas. E em 1992 foi construído o conjunto Porto Alegre, financiado pela Caixa Econômica Federal – CEF (Perfil dos Bairros, 2018b). Ao analisar o tecido urbano dessa região (figura 4), no ano de 1996, percebe-se um desmatamento significativo da mata nativa devido ao parcelamento do solo para instalação do empreendimento de expansão do bairro Esplanada.

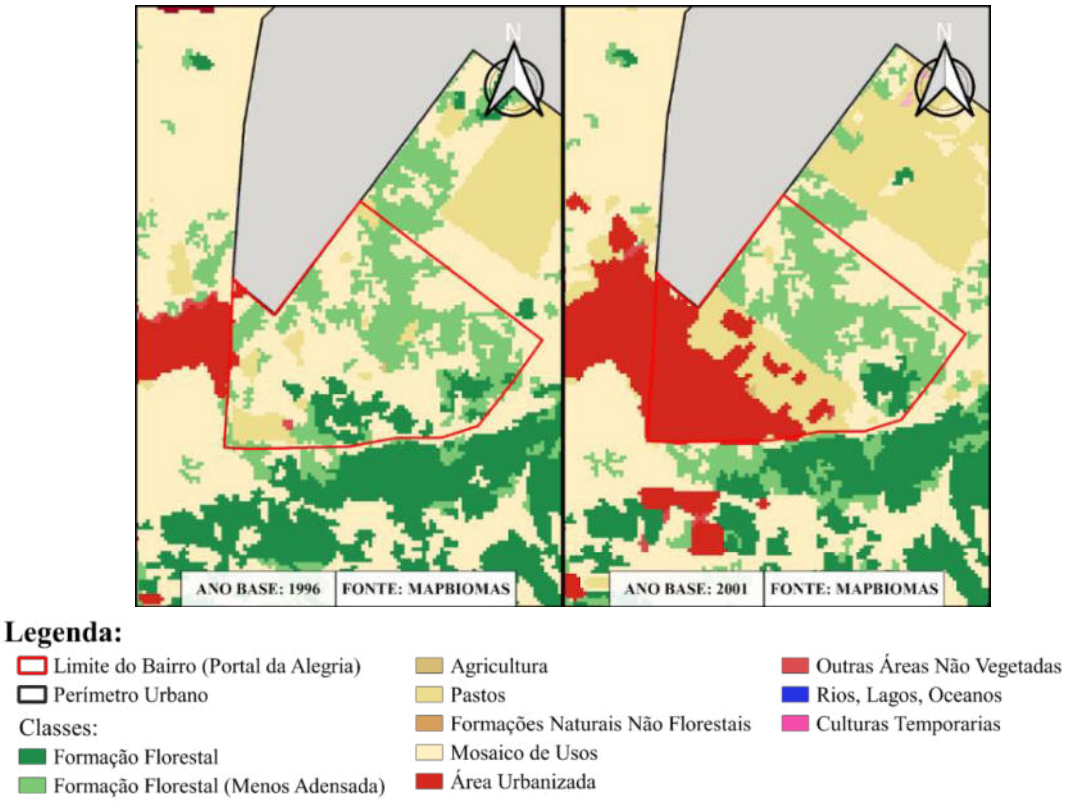


Fig. 4 Recorte Temporal – Portal da Alegria 1996 – 2001

Expansão urbana de Teresina, capital do Piauí, se deu no sentido norte, sul e leste, sendo que a expansão para o norte se deu de forma mais lenta, enquanto para ao sul houve um incentivo, com as melhorias na infraestrutura, implantação do Distrito Industrial e a implantação dos primeiros conjuntos habitacionais (Silva and Silva and Vieira). No inciso "XXVIII - a continuidade e a ampliação dos programas habitacionais vigentes - Projeto Minha Casa, Lotes Urbanizados, Projeto Casa Melhor e Projeto Vila-Bairro; (Agenda 2015, art. 7º)", é mencionada a continuidade dos programas habitacionais de interesse social, considerando que esses programas são implantados em áreas periféricas. O bairro em análise está localizado a cerca de 16 km do centro da cidade, o que o torna uma região que atende aos requisitos para instalações de habitações de interesse social.

"No ano de 2005, a área loteada é ampliada e começam a ser erguidos os primeiros conjuntos habitacionais, como o Residencial Portal da Alegria I e o Residencial Mestre Dezinho." (Marques and Sady and Santos and Serra). No recorte de 2006, na Figura 05, é perceptível os efeitos do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, criado pelo presidente da república Luís Inácio Lula da Silva, em 2009, oferece taxas reduzidas e subsídios para tornar a aquisição de moradias populares mais acessível. Seu objetivo é reduzir o déficit habitacional no país (Conheça o programa, 2023). Com a criação do PMCMV, iniciou-se uma intensa fase de construção de habitações sociais, como os Residenciais Portal da Alegria II, III e IV (Marques and Sady and Santos and Serra).

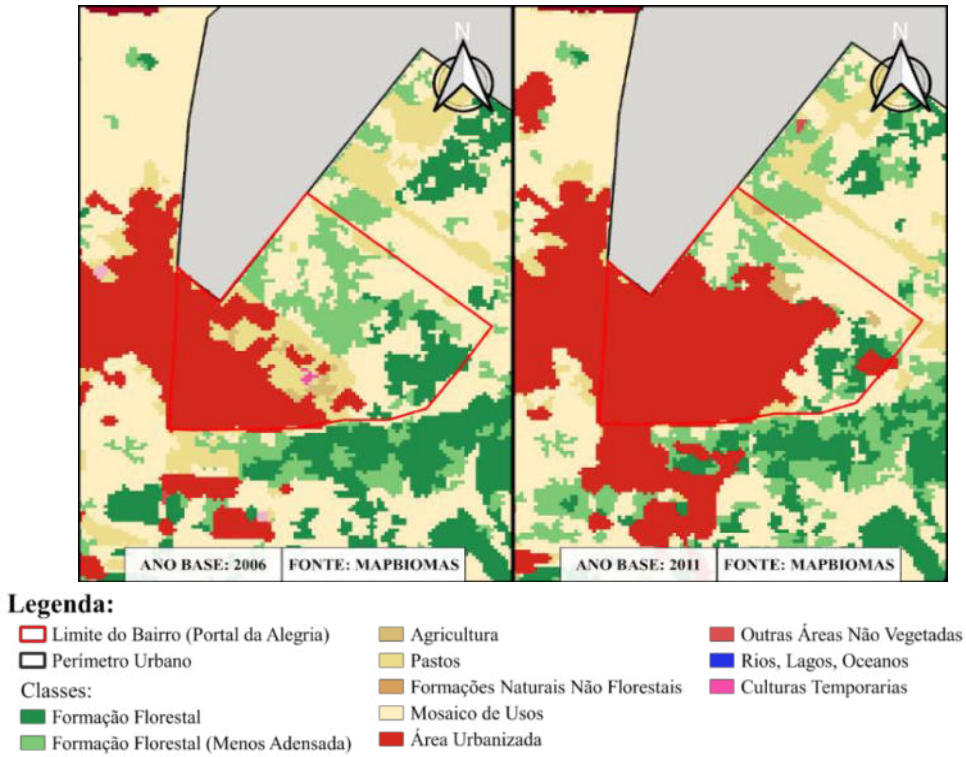


Fig. 5 Recorte Temporal – Portal da Alegria 2006 – 2011

Foi observada a completa consolidação desse espaço e o adensamento urbano total no recorte do ano de 2016, na figura 06. Não foi preservada nenhuma área verde para o processo de drenagem da região, devido ao loteamento do Residencial Torquato Neto. Essas habitações se diferenciam das demais por serem edifícios de dois pavimentos (Marques and Sady and Santos and Serra). Em 2021, o Portal da Alegria consolidou-se com casas de interesse social por meio do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV, o maior programa habitacional do país. Esse programa visa garantir oportunidades de acesso a moradias de qualidade e resolver problemas para aqueles que vivem em moradias precárias, irregulares ou que pagam aluguel (Agência GOV).

No entanto, os objetivos do Governo Federal não consideraram o uso e ocupação do solo no bairro Portal da Alegria. Toda a área foi ocupada sem preservar nenhuma vegetação nativa para o processo de drenagem. Isso resultou em problemas graves, onde toda a área ficou suscetível a alagamentos, colocando toda a população menos favorecida do bairro em situação de risco.

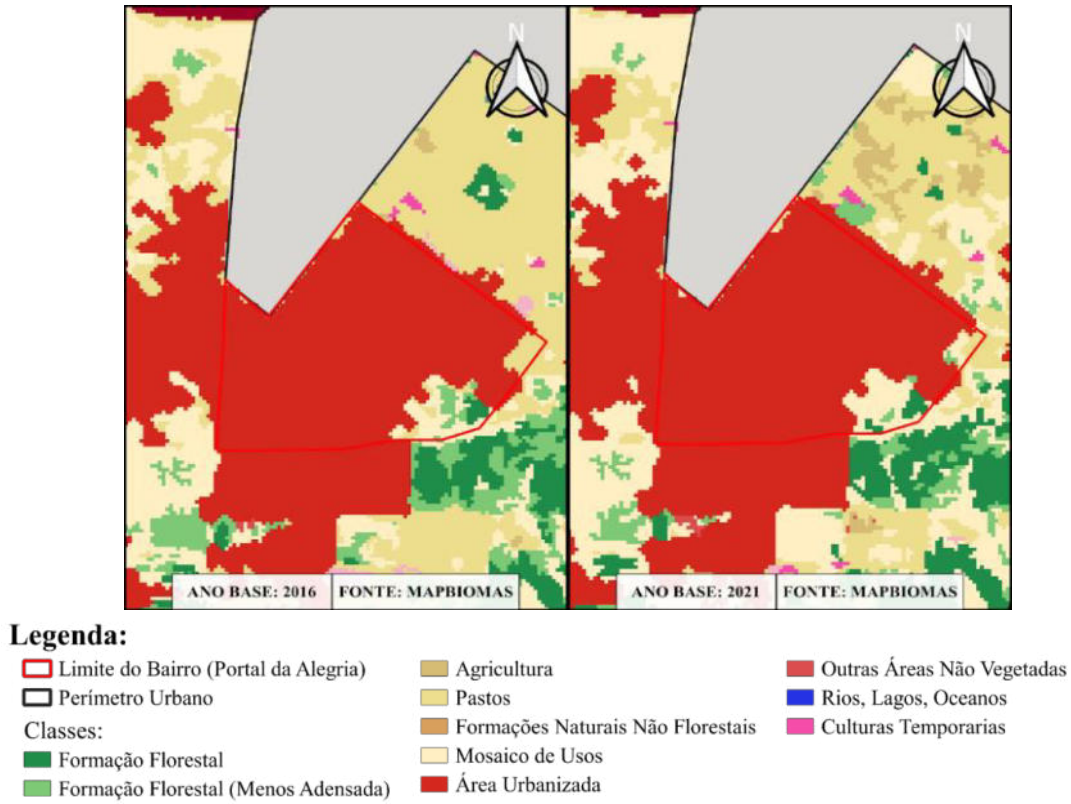


Fig. 6 Recorte Temporal – Portal da Alegria 2016 – 2021

4 INFLUÊNCIA DO DESENHO URBANO NA GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Holanda, KOHLSDORF, LIBANEZ FARRET, CAMARGO CORDEIRO (2000, p. 11), considera que falar em forma urbana ou espaço urbano remete, necessariamente, à abordagem dos processos de organização social na cidade a partir de suas características configurativas. Com a proposição desses novos espaços, surge a necessidade de se pensar na gestão das águas pluviais e recursos naturais da região. Tucci (2007) diz que a gestão de águas pluviais urbanas engloba o gerenciamento de dois desses sistemas: o de controle da drenagem urbana e o de controle das inundações ribeirinhas. Levantando esse ponto, faz-se necessário pensar em como o tecido urbano influência nas decisões para o controle dessas águas.

As águas pluviais procuram sempre o sentido com a maior declividade das curvas de níveis, formando um caminho perpendicular às mesmas (TAVANTI, 2009), configuração essa que acarreta uma maior velocidade do escoamento superficial dessas águas, podendo causar problemas de drenagem nas regiões a jusante. Mascaró e Yoshinaga (2005) salientam a importância de o projeto urbano apresentar essas adequações, pois reduz os custos na implantação e aumenta a eficiência de um sistema de drenagem.

4.1 Macrolocalização

Teresina, capital do Estado do Piauí, está localizada na latitude 05º05’21’’ Sul e na longitude 42º48’07’’, inserida na porção Centro-Norte do Estado, ocupando 0,55% do território estadual (SEMPLAN, 2015). O Município possui 1.392km² de área e dessa apenas 17%

correspondem a zona urbana (Figura 07), tal fato faz com que Teresina seja a capital do Nordeste com maior área de zona rural (SEMPLAN, 2015).

Quanto à hidrografia, o Município é cortado por dois rios regionais, o rio Parnaíba e o rio Poti (Figura 07). O rio Parnaíba, que possui regime perene, é o principal rio dentro do território piauiense e sua bacia hidrográfica possui "uma área aproximada de 330.000km²" (Lima, 2002, p.11). O rio Poti é um dos maiores afluentes do rio Parnaíba, desaguando no mesmo dentro da zona urbana de Teresina (Lima, 2002). Lima (2002) destaca que a sub-bacia do rio Poti corresponde a 16% da bacia do rio Parnaíba, e que ele possui um regime intermitente, com nascente localizada no Ceará, tornando-se perene, ao adentrar no território piauiense. Por conta da presença dos dois rios regionais na zona urbana da Cidade, toda sua área é drenada por vários riachos, afluentes dos rios Parnaíba e Poti, e diversas lagoas localizadas às margens fluviais (Lima, 2002).

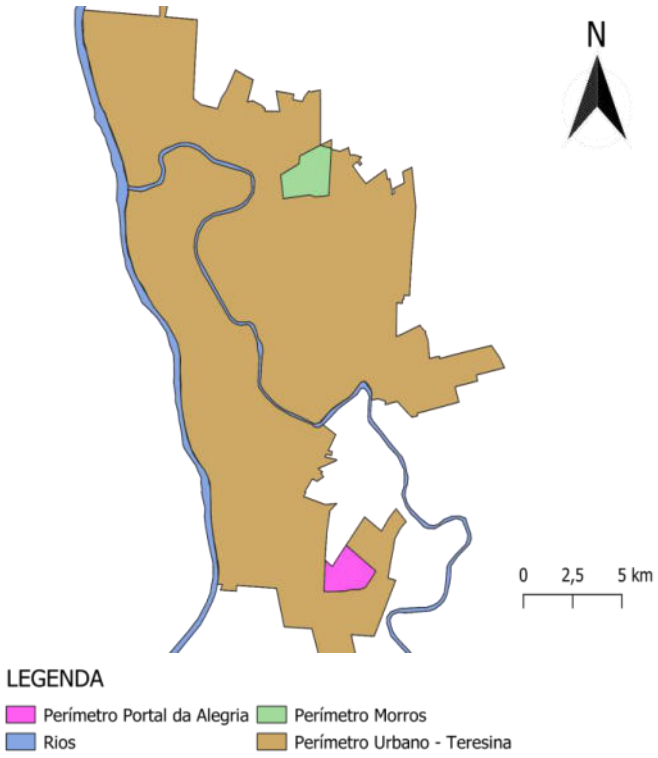


Fig. 7 Macrolocalização dos Bairros

4.2 Análise da topografia e cursos d'água quanto ao traçado viário

Faz-se necessário pensar quem são os agentes produtores do espaço, conforme Corrêa (1989) se tem: os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. Observa-se uma intensa transformação a partir do ano de 2021 (Figura 03), impulsionada pelos proprietários fundiários e promotores imobiliários, durante o processo de ocupação do Bairro. Este processo condicionou o surgimento dos novos empreendimentos da construtora Rivello (Linha Vitta e Cidade Reserva Leste), os quais estão localizados em áreas com elevados gradientes topográficos, resultando na completa alteração da morfologia urbana, solo e cobertura vegetal. No entanto, ainda se observam grandes áreas verdes no bairro.

Percebe-se a presença de 3 cursos d'água distintos (Figura 08) que coletam as águas pluviais para a margem do direita do Rio Poti, quando se consideram as ideias que os autores anteriores trazem, é possível fazer uma análise junto ao modelo do Bairro Morros (Figura 09), os cursos d'água se inserem em regiões com menores elevações a qual se mantém em uma posição relativa de paralelismo, criando uma relação favorável, entre os cursos d'água e as curvas de nível, facilitando a infiltração da água no soloe a diminuição da velocidade de escoamento superficial, assim como explicita TAVANTI (2009).

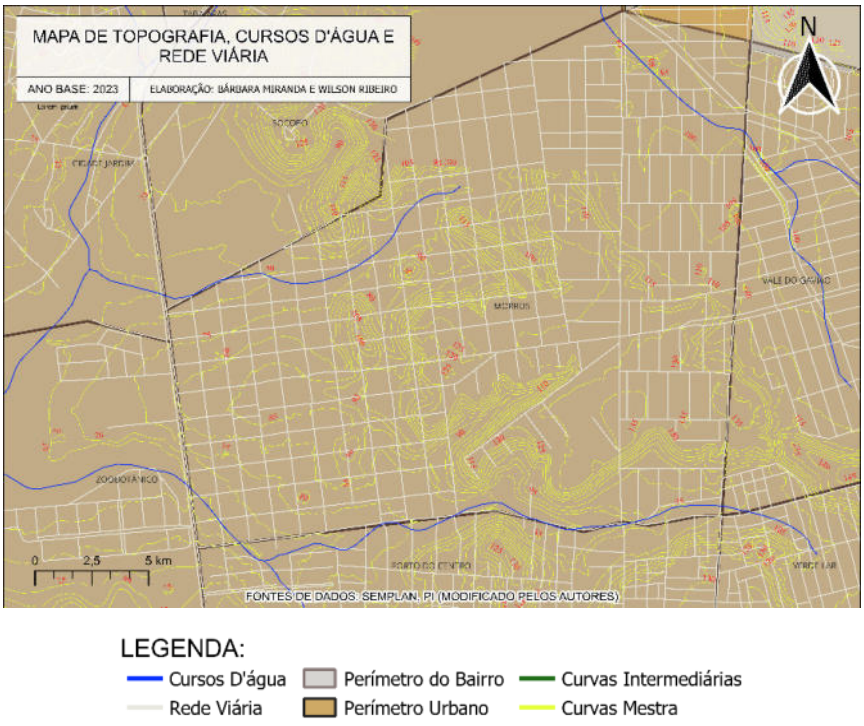


Fig. 8 Cursos D'água e Malha Viária – Morros

Morros ainda apresenta uma grande área de expansão, favorecendo o "ciclo hidrossocial", que se refere à relação na qual a ação humana altera o ciclo hidrológico (Costa, 2017). Isso permite pensar em soluções efetivas para a gestão das águas. Tucci (2007) afirma que não existe uma solução ideal para os problemas de drenagem, sendo a escolha das medidas passível de acordo com cada caso. Portanto, é possível adotar medidas sustentáveis para reduzir os impactos naturais e aumentar a eficácia no controle das águas.

O desenvolvimento urbano também pode gerar obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagem inadequada, bloqueios ao escoamento próximo a condutos e assoreamento (Tucci p. 28, 2005). Com base nesse pensamento, a impermeabilização do solo é identificada como uma grande problemática na drenagem das águas pluviais. A principal questão enfrentada no bairro Portal da Alegria é a drenagem urbana, especialmente durante o período chuvoso mais intenso na capital piauiense, que ocorre entre os meses de dezembro a abril. Durante esse período, muitas vias do bairro ficam obstruídas pelo acúmulo de grandes bolsões de água parada (Marques and Sady and Santos and Serra).

O bairro em questão está localizado em uma região de topografia variada (Figura 9), e é crucial considerar a relação entre os cursos d'água e as curvas de nível. Esses cursos d'água estão dispostos perpendicularmente às curvas de nível, do ponto mais alto ao mais baixo em

direção ao Rio Poti, o que resulta em um aumento da velocidade do escoamento superficial. Isso, por sua vez, torna mais difícil o processo natural de drenagem das águas pluviais, devido ao solo compactado na área do bairro Portal da Alegria sob o impacto das instalações das habitações de interesse social.

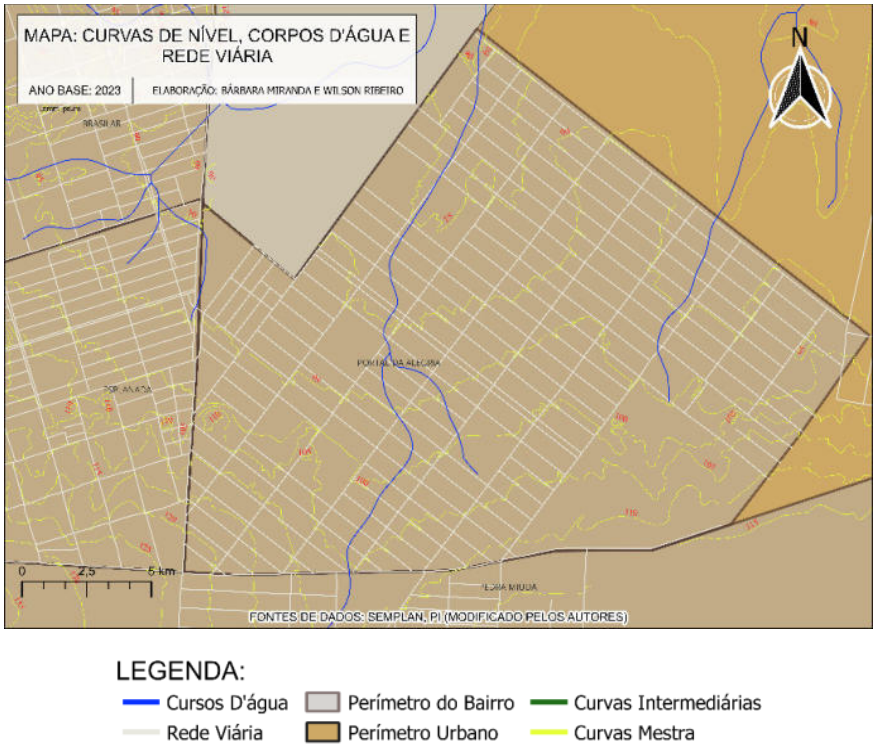


Fig. 9 Cursos D'água e Malha Viária – Portal da Alegria

5 CONCLUSÃO

Desta forma, observou-se que a diferença entre as características socioeconômicas dos bairros ocasiona uma diferença no tecido urbano e, consequentemente, um diferente impacto na drenagem; no Bairro Morros, pode-se observar uma maior presença de áreas permeáveis, diferindo do Bairro Portal da Alegria, que possui extensas áreas impermeabilizadas. Assim, pode-se concluir que se faz necessária a mudança de parâmetros de uso e ocupação do solo, que impactam na composição do tecido urbano.

6 REFERÊNCIAS

Conheça o programa Minha Casa Minha Vida. (2023) “,O maior programa de habitação de interesse social do Brasil está de volta com novas regras”, Avaliable at: https://l1nk.dev/SWzIE (Accessed 28 Apr. 2024).

Construtora Rivello (n.d.), **Cidade Reserva Leste**. CONSTRUTORA RIVELLO. Available at: https://l1nq.com/5NbtT (Accessed 28 Apr. 2024).

Construtora Rivello (n.d.), **Dolce Vitta Morros Residências**. CONSTRUTORA RIVELLO. Avaliable at: https://acesse.dev/rEPSR (Accessed 28 Apr. 2024).

Construtora Rivello (n.d.), **Terra Vitta Morros Residências**. CONSTRUTORA RIVELLO. Avaliable at: https://encr.pw/gRe0f (Accessed 28 Apr. 2024).

Lima, I. M. M. F. (2002). **Agenda 2015**: Plano de desenvolvimento sustentável: Diagnóstico e cenários - meio ambiente. Coordenação do Grupo Temático Meio Ambiente. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina.

M. A. M. Costa, (2019). **Os bens de uso comum na atualidade: a questão “água”**. Anais do XVII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 1616-1595. Avaliable at: https://encr.pw/ieB31 (Accessed 28 de abril de 2024.)

Marques, T. F. and Serra, A. O. C. and Santos, C. F. C. and Sady, V. C. M. (2019). **Habitação de interesse social:** o caso do Bairro Portal da Alegria em Teresina, Piauí.

Perfil Dos Bairros, A. (2018). **Morros de Teresina:** Caderno de Informações para o Desenvolvimento Urbano.Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPLAN). Avaliable at: https://l1nk.dev/eUs1g (Accessed: 28 de abril de 2024).

Perfil Dos Bairros, B. (2018). **Esplanada de Teresina**: Caderno de Informações para o Desenvolvimento Urbano. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPLAN). Avaliable at: http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/08/ESPLANADA-2018-1.pdf Acesso em: 28 de abril de 2024 (Accessed: 26 de abril de 2024).

SEMPLAN, (2015). **Caracterização do Município**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 11p.

Silva, E. O. and Silva, G. R. E and Vieira, N. R. C., (2017). **Expansão Urbana Da Cidade De Teresina E Suas Transformações Socioespaciais**. Encontro Nacional de Rede Observatório das Metrópoles. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Tavanti, D. R. , (2009). **Desenvolvimento de baixo impacto aplicado ao processo de planejamento urbano**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Tucci, C. E. M. , (2007). **Inundações Urbanas.** (1 ed.) Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

Prefeitura Municipal Teresina, (2006). **Lei 3558, reinstitui o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano de Desenvolvimento Sustentável** – Teresina Agenda 2015, Piauí, Teresina. Avaliable at: https://acesse.one/Yd9b7 (Accessed: 20 de abril de 2024)

A EXPANSÃO HORIZONTAL EM DIREÇÃO ÀS ÁREAS PERIURBANAS DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG: ANÁLISE DO PROCESSO DE VALORIZAÇÃO DO SOLO

M. P. Lima, M. O. Bottaro, T. C. A. Faria

RESUMO

O município de Viçosa, localizado no interior de Minas Gerais, Brasil, teve um crescimento urbano e demográfico impulsionado por sediar a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Dessa forma, a movimentação do mercado imobiliário na cidade foi ditada pelas demandas universitárias e, hoje, com a região central superadensada, percebe-se a tendência de expansão horizontal e valorização das áreas periurbanas do município. Assim, esse trabalho analisou o processo de expansão horizontal nas áreas periurbanas do município, com o objetivo de identificar as condicionantes e determinantes que influenciam a dinâmica imobiliária na cidade. Os resultados mostraram a tendência de surgimento de novos empreendimentos nas áreas periféricas, onde o preço do solo costuma ser menor, o que tem acontecido na região de uma avenida (Nova P.H. Rolfs), localizada entre a UFV e uma saída importante da cidade. A região é atraente pela proximidade à universidade e ao centro, mantendo o afastamento do cenário urbano

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Viçosa, no interior de Minas Gerais, Brasil, foi fundada em 1871 e surgiu a partir de um povoado que se estabeleceu na região em 1800, em busca de terras para agricultura após o declínio da exploração do ouro no estado. Em um primeiro momento, a economia da cidade foi movida pela produção e comercialização de produtos agrícolas, evoluindo para a consolidação de um polo educacional, que provocou o aquecimento do mercado imobiliário por meio da demanda de moradias, e dinamizou o comércio e os serviços em Viçosa.

O crescimento da cidade se intensificou em 1926, em decorrência da criação da ESAV (Escola Superior de Agricultura e Veterinária) que, em 1948, teve suas áreas de estudo ampliadas. Em 1969, a ESAV foi federalizada, tornando-se a Universidade Federal de Viçosa, o que provocou o primeiro pico de crescimento populacional na cidade, 66% na década de 1970 (Cruz, 2014). A princípio, o *campus* era autossuficiente em diversos âmbitos, inclusive oferecendo moradia para docentes e discentes. Porém, a partir da década de 1970, essas demandas habitacionais deixaram de ser atendidas, levando ao crescimento de condomínios verticais no centro da cidade, como alternativa de moradias econômicas para os alunos, e aos primeiros condomínios horizontais, direcionados para os professores e funcionários.

Em 2009, o Governo Federal brasileiro implementou o REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), levando à criação de novos cursos e, consequentemente, atraindo mais estudantes, funcionários e professores. O contingente de alunos desses programas configura-se como uma população flutuante, que não é incluída nas pesquisas que servem de base para o planejamento de políticas urbanas, especificamente referindo-se ao Censo Demográfico do IBGE.

Diante das pressões do mercado imobiliário, os órgãos públicos, sem aparato técnico e dados precisos sobre a população, flexibilizaram as legislações de construção civil. Assim, o centro da cidade foi intensamente verticalizado, com edifícios de até 10 pavimentos, localizados em vias sem infraestrutura urbana para esse porte de urbanização.

A partir das expansões da universidade e o consequente crescimento demográfico, inicia-se um processo de intensa atividade imobiliária, concentrada principalmente no centro e em locais próximos à universidade, que é um dos maiores, se não o principal, indutor da dinâmica urbana de Viçosa (Ribeiro Filho, 1997). Ainda hoje (2024), a UFV é a maior responsável por movimentar a economia da cidade e por impulsionar seu crescimento urbano e, ao decorrer de suas diversas expansões, altera seu fluxo e sua configuração demográfica. Em um primeiro momento ocorreu o que Honório (2012) chamou de segregação induzida, com a periferização da população nativa e de menor renda, devido à valorização das regiões centrais. A seguir, veio a autossegregação, quando, de forma geral, os professores e funcionários com maior poder aquisitivo optaram por se afastar e impulsionaram o surgimento dos condomínios horizontais fechados.

Em 2024, a universidade conta com mais de 20 mil estudantes matriculados em um município de 76 mil habitantes (IBGE, 2022) e esse sistema se mantém. Enquanto o centro é majoritariamente habitado por estudantes e não consegue comportar mais adensamentos, formam-se franjas urbanas, *"territórios de convivência de diversas legislações e de complexos processos espaciais, resultantes de modelos que legitimaram uma urbanização espraiada, precária e incompleta do solo"* (Miranda, 2008, p. 25), tanto da classe baixa quanto da classe alta, criando uma segregação espacial que evidencia a desigualdade social. A expansão urbana horizontal da maioria das cidades brasileiras ocorre na direção das zonas periurbanas e, em Viçosa, a avenida Nova P.H. Rolfs tem sido retrato disso (Lima, 2024).

Assim, essa pesquisa buscou analisar a valorização do solo a partir do processo de expansão horizontal nas áreas periurbanas do município. O conhecimento das transformações que estão ocorrendo no processo de estruturação do espaço urbano de cidades impactadas por universidades localizadas em seu território poderá contribuir para que o poder público formule políticas urbanas mais adequadas e de acordo com as especificidades de cada cidade. Este estudo poderá contribuir também para que o Ministério da Educação possa incluir medidas em seus programas de expansão e reestruturação de Universidades que possam auxiliar a cidade a se preparar antecipadamente para as expansões urbanas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

David Harvey (2005) aborda a expansão urbana como um processo inerente ao sistema capitalista, uma vez que é *"simultaneamente, intensificação (de desejos e necessidades sociais, de populações totais, e assim por diante) e expansão geográfica"* (Harvey, 2005, p.64). O entendimento das direções da expansão urbana, segundo Villaça (2001), pressupõe o conhecimento dos fatores que provocam o crescimento em direção a uma área: se é a demanda ou a disponibilidade de infraestrutura. Ou seja, se uma área seria mais valorizada pela intensificação do processo de urbanização, sendo assim necessários investimentos na infraestrutura dessa área ou se a infraestrutura existente atua como um atrativo para novas ocupações.

Segundo Ribeiro Filho (1997), a expansão horizontal de Viçosa ocorreu à revelia da legislação e com a conivência ou a incapacidade de fiscalização do poder público. Segundo Abreu *et al.* (2011), a cidade possui composição social diversa, apresenta alto valor de IDH na região central, nas áreas onde se localizam os condomínios fechados e nos bairros Ramos e Clélia Bernardes. Já a periferia da cidade apresenta valores baixos a medianos. Diante desse contexto, a rápida e desordenada urbanização acarretou o surgimento de bairros com baixa qualidade urbana e sem infraestrutura adequada.

Em relação a mobilidade, Viçosa apresenta o fenômeno de espraiamento horizontal e a presença de vazios urbanos, com localidades que possuem distintas relações de proximidade a centros e polos atrativos de fluxos (Maria *et al.*, 2014). De acordo com Maria (2016), a cidade se expande horizontalmente, entretanto os vazios urbanos existentes são abandonados, por fins especulativos, caracterizando um crescimento insustentável. A respeito da expansão em direção às áreas periurbanas, Costa *et al.,* (2016, p. 137), observam:

> [...] *o progressivo adensamento e a supervalorização do solo urbano no Centro e a consolidação dos seus bairros adjacentes refletem na queda da qualidade de vida e no aumento do preço dos imóveis, o que intensifica o processo de expansão horizontal da cidade em direção às áreas mais distantes, atendendo aos interesses de parte da população que é atraída por preços mais baixos dos imóveis, ou por regiões mais tranquilas. Desse modo, nos últimos anos, atraídas por essa crescente demanda e pelo preço do solo mais baixo, as construtoras também têm investido em áreas mais periféricas da cidade* [...]

3 A AVENIDA NOVA PETER HENRY ROLFS.

Até então pouco adensada, a região da Avenida Nova P.H. Rolfs (destacada em laranja na Figura 1) abrigava apenas a Comunidade dos Cristais, composta por pequenas chácaras, detalhe que pode ser notado pelas poucas ocupações existentes. Quando foi asfaltada, poucos anos atrás, tornou-se uma via de passagem, fazendo a ligação entre o centro da cidade e a BR 356 (rodovia federal), por dentro da UFV. Agora, percebe-se uma nova tendência de ocupação.

Ao todo foram identificados 3 condomínios residenciais fechados no local: o Valle Verde, único que já é habitado; o Mirante da Serra, que recentemente foi liberado para construção de residências; e o Solar Bonsucesso, ainda em início de obras. O primeiro, que já está quase todo ocupado, conta com área de lazer privada, com piscinas, quadras, área de churrasco, espaço de eventos, parquinho infantil e estacionamento. Fica claro que as tipologias ali

presentes são de alto padrão, tanto as do próprio condomínio quanto das residências que o ocupam, e exemplificam o conceito dos "Enclaves Fortificados" (Caldeira, 2000): a valorização do uso coletivo mas para apenas uma parcela da população, enquanto desvaloriza os equipamentos públicos.

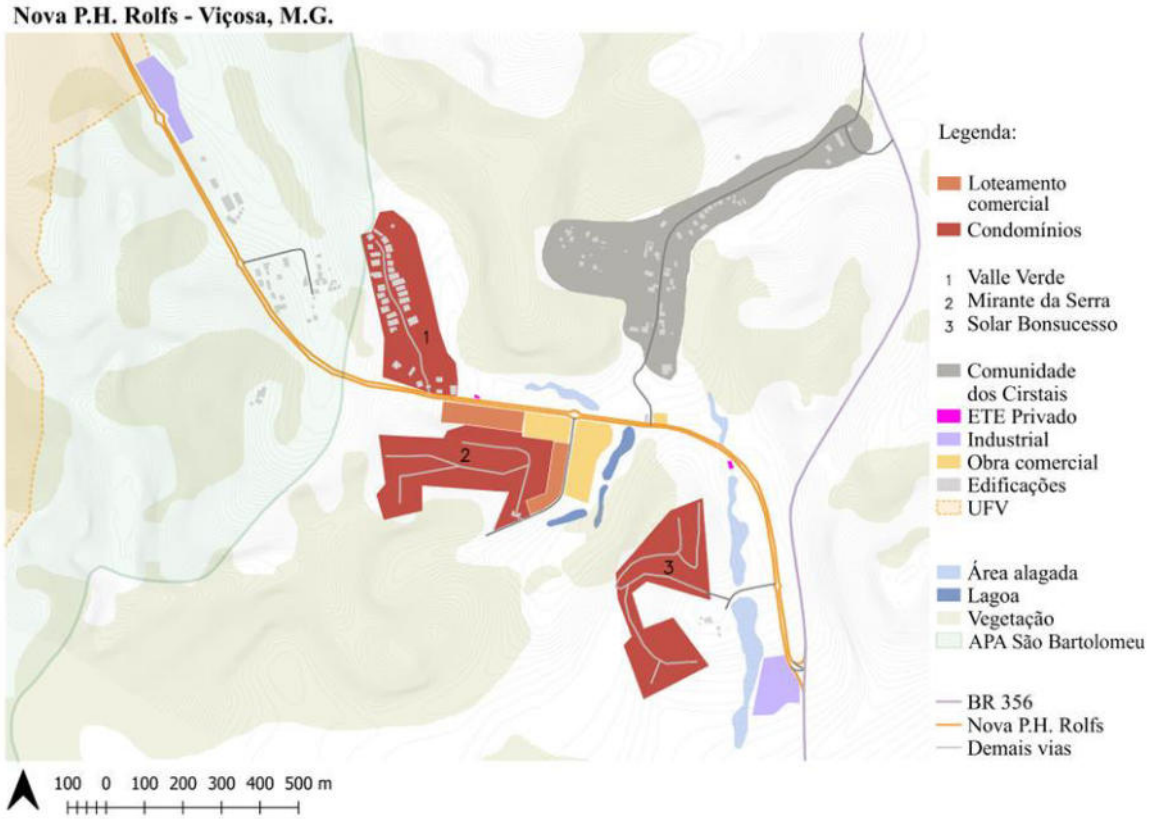


Fig 1 Mapa de análise da região da Avenida Nova P.H. Rolfs, Viçosa - MG, Brasil.
Fonte: as autoras

Percebe-se que não existem muitas vias derivadas da Nova P.H., sendo que as únicas existentes foram criadas pelos próprios empreendimentos para atendê-los, com exceção da Comunidade dos Cristais. Essas vias são interrompidas por portarias que, junto a extensos muros, definem as áreas dos condomínios.

Além disso, existem algumas obras comerciais, uma delas identificada como "Cervejaria Caloura", uma terraplanagem com anúncio da Unimed (empresa de serviços de saúde) para construção de um pronto atendimento e uma placa de obra para um supermercado. Essas se instalam ao longo da avenida principal, como mostra o mapa (Figura 1).

Ao observar as condições físico ambientais da área e a disposição das construções em meio a ela, percebe-se que, apesar da avenida em si possuir baixa declividade, ela é cercada por morros, onde os condomínios se instalam. Ao seu redor existem várias áreas alagadas e uma lagoa maior, nas quais foram feitas algumas obras para canalizar essas águas, além de ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) privadas dos condomínios, como pode ser visto nas Figuras 2 e 3. Além disso, de acordo com o Plano Diretor de Viçosa de 2023, parte do local se encontra dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Ribeirão São Bartolomeu.

Chama a atenção a ausência de infraestruturas urbanas disponíveis. Apesar de recentemente ter sido asfaltada, as faixas de veículos são estreitas e não existe área suficiente para expansão das vias nas laterais. Nota-se a presença de pessoas praticando atividades físicas na área, pedestres e ciclistas, mas as calçadas não são constantes ou acessíveis e não existe ciclovia. O único ponto de ônibus existente foi instalado pelo condomínio Valle Verde, além de um pequeno ponto coberto que aparenta ser de coleta de lixo da Comunidade dos Cristais.

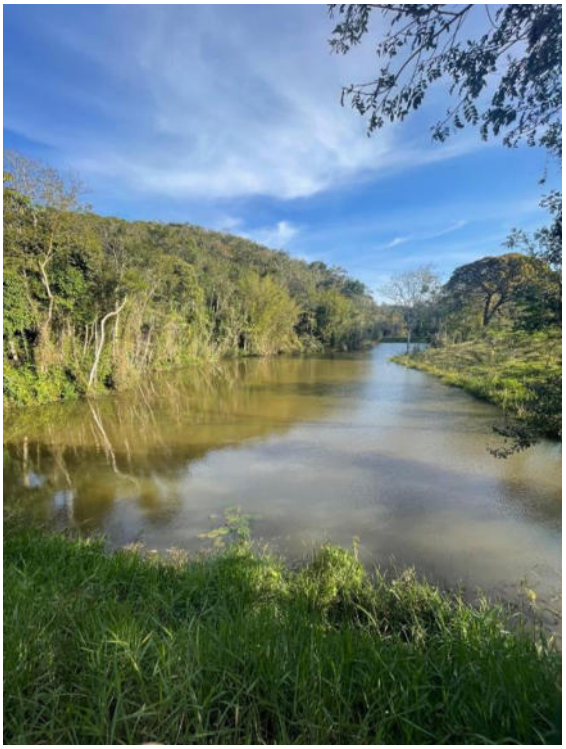


Fig. 2 Fotografias de lagoa/ área alagada, na Nova P.H. Rolfs. Fonte: as autoras



Fig. 3 - Obra de canalização de área alagada na Nova P.H. Rolfs. Fonte: as autoras

4 O PAPEL DOS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS NA VALORIZAÇÃO DO SOLO

Um fator muito importante quando se trata de tendências de expansão urbana é a dinâmica imobiliária. Ao consultar as principais imobiliárias da cidade, foram levantados lotes não construídos que estavam a venda em loteamentos ou condomínios horizontais fechados em Viçosa, incluindo seus valores e suas áreas, as infraestruturas que os condomínios oferecem e as localizações desses empreendimentos em relação ao centro (Tabela 1).

Percebe-se que a tendência de expansão no momento tem ocorrido principalmente em forma de condomínios horizontais fechados, mas também foi identificado um loteamento comercial que confirma a tendência de adensamento e valorização na região, com lotes custando em média R$760,00 por metro quadrado. Acessando os materiais de divulgação dos empreendimentos residenciais (Figura 4) percebe-se que sua valorização vem através da promessa de áreas verdes com segurança que não se encontra na cidade, enquanto mantém a proximidade com a vida urbana.

Tabela 1 Caracterização de alguns condomínios horizontais fechados em Viçosa/MG

Incorpo-radora	Nome do empreend.	Localizaç.	Dist. ao centro (km)	Tamanho médio dos lotes (m²)	Valor médio do m²	Infraestrutura disponível
Chequer	Valle Verde	Nova P.H. Rolfs	4,3	636	R$755,00	Portaria, infraestrutura de lazer e esporte.
Chequer	Residencial Solar Bonsucesso	Nova P.H. Rolfs	5,6	-	-	Portaria.
Chequer	Mirante da Serra	Nova P.H. Rolfs	6,6	935	R$594,00	Portaria e secretaria.
Chequer	Reserva Real	Jardim do Vale	4,2	567	R$813,00	Portaria, infraestrutura de lazer e esporte.
Alfor	Vale das Acácias	Liberdade	4,8	600	R$485,00	Portaria.
A3 Empreendim.	Canto dos Sonhos	Violeira	4,5	550	R$545,00	Portaria, infraestrutura de lazer e esporte.
Samfer	Alameda Boulevard	Violeira		550	R$545,00	Portaria.
-	Octavio Pacheco	Bela Vista	3,9	834	R$695,00	Portaria, infraestrutura de lazer e esporte.
-	Monte Verde	Romão dos Reis	3,9	452	R$884,00	Portaria, infraestrutura de lazer e esporte.



Fig. 4 Folder de divulgação do condomínio Canto dos Sonhos.
Fonte: as autoras

Diversos fatores determinam os valores dos lotes, com variação dentro dos próprios condomínios, a depender da topografia do terreno ou da proximidade com as áreas de uso coletivo. Mesmo com a maioria oferecendo diversas infraestruturas, existe uma diferenciação de padrão econômico que cada condomínio busca atender, não apenas pelo valor da terra, mas também pelo tamanho dos lotes e as tipologias ali presentes.

Observa-se a tendência de surgimento de condomínios nas áreas periurbanas que tem potencial para atender a propaganda de contato com o campo (Figura 5). Além disso, eles se concentram a leste e o valor do metro quadrado aumenta a sul, sentido mais próximo da UFV e de seus acessos. Vemos que em Viçosa não somente a proximidade com o centro, mas, principalmente, com a universidade que, além de polo tecnológico, seu *campus* atua como um parque para o município, promove a intensa valorização da terra.

O caso da Nova P.H. Rolfs consegue atender plenamente as qualidades que são propagandeadas de sensação de área rural, enquanto se mantém muito próxima do centro urbano. Como mostrado no mapa, sua posição é estratégica, em ligação direta com a UFV, a apenas 4 quilômetros do centro e estabelecendo uma conexão com municípios vizinhos pela BR 356. Nota-se também que o valor da terra ali, em comparação com as demais áreas em expansão da cidade, já é alto, chegando a valores que beiram os R$800,00 por metro quadrado, 55% mais caro que terrenos semelhantes, em condomínios semelhantes e de bairros mais centrais. Considerando que apenas um dos três condomínios existentes na área está habitado e que os projetos comerciais ainda estão em fase inicial, a previsão é que esses valores continuem aumentando.

Para compreender como ocorre o processo de aprovação desses empreendimentos e identificar quais são os parâmetros construtivos e urbanísticos que eles devem atender, foram verificadas as legislações que abrangem a implantação de condomínios horizontais fechados. Além disso, foram solicitados os documentos referentes a projetos na região da Nova P.H. Rolfs no GEOPLAM - Instituto de Geoprocessamento, Planejamento e Meio Ambiente do Município de Viçosa. Estavam disponíveis para análise os documentos referentes aos 3 condomínios identificados e da Cervejaria Caloura. Apesar de esses serem os únicos projetos registrados, placas de obras e terraplenagens na localidade – como a da Unimed e do Supermercado Viçosense – não correspondiam a nenhum dos empreendimentos citados. Fica assim evidente a falta de transparência e de organização dos órgãos da prefeitura em relação a essas informações.

Foi constatado que a especulação imobiliária na área teve início com a aquisição das glebas por valores muito baixos, enquanto ainda era zona rural. O parcelamento do solo no Brasil, conforme a lei federal Nº6.766/1979, deve ser realizado apenas em áreas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica. A avenida Nova P.H. Rolfs foi incluída no perímetro urbano de Viçosa em 2012 a partir da ampliação da lei Nº 2272.

A transformação da área rural em zona urbana foi muito relevante, porque impulsionou a valorização da terra, conforme explicam Nascimento e Matias, (2011,p. 430): *"os donos de terras situadas no entorno do tecido urbano tendem a se interessar em converter o uso rural de suas áreas para um uso urbano, na expectativa de obter maior remuneração por suas terras"*. O único condomínio com informação de valor de compra de terra foi o Valle Verde, de 17,6949 hectares por R$50.317,33 em 2006 (Figura 6). Para fins de comparação, com o valor convertido para os dias atuais, o proprietário pagou aproximadamente R$0,73 por metro quadrado e hoje vende a mesma área por, em média, R$755,00.

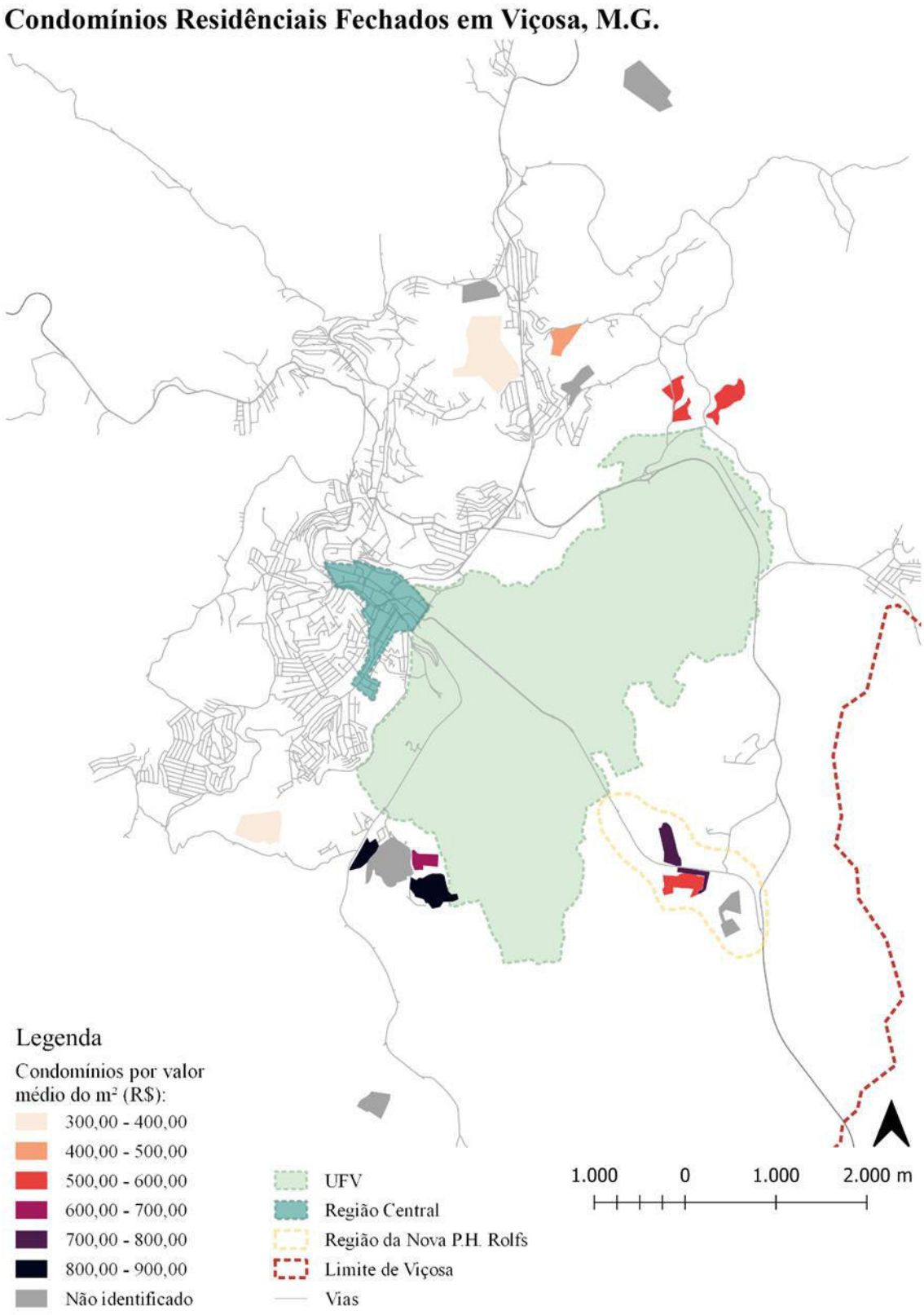
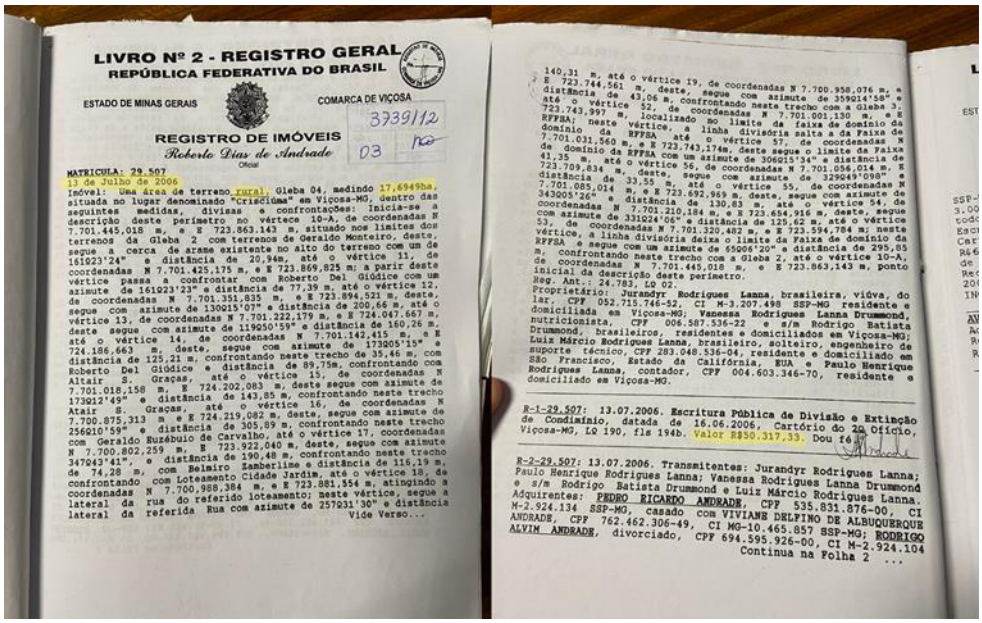


Fig. 5 Mapa de Viçosa, MG, Brasil, com condomínios comparados por valor do m².
Fonte: Produção as autoras



LIVRO Nº 2 - REGISTRO GERAL
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE MINAS GERAIS
COMARCA DE VIÇOSA
3739/12
REGISTRO DE IMÓVEIS
Roberto Dias de Andrade
Oficial
MATRICULA: 29.507
13 de Julho de 2006
Imóvel: Uma área de terreno rural, Gleba 04, medindo 17,6949ha, situada no lugar denominado "Criscíuma" em Viçosa-MG, dentro das seguintes medidas, divisas e confrontações: Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice 10-A, de coordenadas N 7.701.445,018 m, e E 723.863.143 m, situado nos limites dos terrenos da Gleba 2 com terrenos de Geraldo Monteiro, deste, segue a cerca de arame existente no alto do terreno com um de 161023'24" e distância de 20,94m, até o vértice 11, de coordenadas N 7.701.425,175 m, e E 723.869,825 m; a partir deste vértice passa a confrontar com Roberto Del Giúdice com um azimute de 161023'23" e distância de 77,39 m, até o vértice 12, de coordenadas N 7.701.351,835 m, e E 723.894,521 m, deste, segue com azimute de 130015'07" e distância de 200,66 m, até o vértice 13, de coordenadas N 7.701.222,179 m, e E 724.047,667 m, deste segue com azimute de 119050'59" e distância de 160,26 m, até o vértice 14, de coordenadas N 7.701.142,415 m, e E 724.186,663 m, deste, segue com azimute de 173005'15" e distância de 125,21 m, confrontando neste trecho de 35,46 m, com Roberto Del Giúdice e distância de 89,75m, confrontando com Altair S. Graças, até o vértice 15, de coordenadas N 7.701.018,158 m, E 724.202,083 m, deste segue com azimute de 173012'49" e distância de 143,85 m, confrontando neste trecho Atair S. Graças, até o vértice 16, de coordenadas N 7.700.875,313 m e E 724.219,082 m, deste, segue com azimute de 256010'59" e distância de 305,89 m, confrontando neste trecho com Geraldo Euzébuio de Carvalho, até o vértice 17, coordenadas N 7.700.802,259 m, E 723.922,040 m, deste, segue com azimute 347943'41", e distância de 190,48 m, confrontando neste trecho de 74,28 m, com Belmiro Lamberlime e distância de 115,19 m, confrontando com Loteamento Cidade Jardim, até o vértice 18, de coordenadas N 7.700.988,384 m, e E 723.881,554 m, atingindo a lateral da rua do referido loteamento; deste vértice, segue a lateral da referida Rua com azimute de 257931'30" e distância
Vide Verso...

140,31 m, até o vértice 19, de coordenadas N 7.700.958,076 m, e E 723.744,561 m, deste, segue com azimute de 359014'58" e distância de 43,06 m, confrontando neste trecho com a Gleba 3, até o vértice 52, de coordenadas N 7.701.001,130 m, e E 723.743,997 m, localizado no limite da faixa de domínio da RFFSA; neste vértice, a linha divisória salta a da Faixa de domínio da RFFSA até o vértice 57, de coordenadas N 7.701.031,560 m, e E 723.743,174m, deste segue o limite da Faixa da domínio da RFFSA com um azimute de 306015'34" e distância de 41,35 m, até o vértice 56, de coordenadas N 7.701.056,014 m, E 723.709,834 m, deste, segue com azimute de 329049'098" e distância de 33,55 m, até o vértice 55, de coordenadas N 7.701.085,014 m, e E 723.692,969 m, deste, segue com azimute de 343005'26" e distância de 130,83 m, até o vértice 54, de coordenadas N 7.701.210,184 m, e E 723.654,916 m, deste, segue com azimute de 331024'06" e distância de 125,62 m, até o vértice 53, de coordenadas N 7.701.320,482 m, e E 723.594,784 m; neste vértice, a linha divisória deixa o limite da Faixa de domínio da RFFSA e segue com um azimute de 65006'20" e distância de 295,85 m, confrontando neste trecho com a Gleba 2, até o vértice 10-A, de coordenadas N 7.701.445,018 m, e E 723.863,143 m, ponto inicial da descrição deste perímetro.
Reg. Ant.: 24.783, LO 02.
Proprietário: Jurandyr Rodrigues Lanna, brasileira, viúva, do lar, CPF 052.715.746-52, CI M-3.207.498 SSP-MG residente e domiciliada em Viçosa-MG; Vanessa Rodrigues Lanna Drummond, nutricionista, CPF 006.587.536-22 e s/m Rodrigo Batista Drummond, brasileiros, residentes e domiciliados em Viçosa-MG; Luiz Márcio Rodrigues Lanna, brasileiro, solteiro, engenheiro de suporte técnico, CPF 283.048.536-04, residente e domiciliado em São Francisco, Estado da Califórnia, EUA e Paulo Henrique Rodrigues Lanna, contador, CPF 004.603.346-70, residente e domiciliado em Viçosa-MG.

R-1-29.507: 13.07.2006. Escritura Pública de Divisão e Extinção de Condomínio, datada de 16.06.2006, Cartório do 2º Ofício, Viçosa-MG, LO 190, fls 194b. Valor R$50.317,33. Dou fé.

R-2-29.507: 13.07.2006. Transmitentes: Jurandyr Rodrigues Lanna; Paulo Henrique Rodrigues Lanna; Vanessa Rodrigues Lanna Drummond e s/m Rodrigo Batista Drummond e Luiz Márcio Rodrigues Lanna. Adquirentes: PEDRO RICARDO ANDRADE, CPF 535.831.876-00, CI M-2.924.134 SSP-MG, casado com VIVIANE DELFINO DE ALBUQUERQUE ANDRADE, CPF 762.462.306-49, CI MG-10.465.857 SSP-MG; RODRIGO ALVIM ANDRADE, divorciado, CPF 694.595.926-00, CI M-2.924.104
Continua na Folha 2 ...

Fig. 6 Documento de registro de imóveis contendo a área do condomínio Valle Verde, 2006. Fonte: as autoras

Os desenhos de projeto apresentam a tipologia desses condomínios, com as dimensões dos lotes e as infraestruturas de espaços comuns. Nos documentos da Cervejaria Caloura, verificou-se que se trata de um projeto comercial com múltiplos espaços – supermercado, espaço de eventos, cervejaria, choperia, restaurante, boate e estacionamento – e área total construída de 5.815,67 metros quadrados, o que comprova que o capital privado possui grande interesse e enxerga potencial de urbanização no local.

Ao consultar sobre as legislações que regulamentam sobre os parâmetros urbanísticos, depara-se com a inexistência de diretrizes claras e inconstância na caracterização desses empreendimentos, que aparecem nos documentos dos órgãos públicos hora como loteamentos, hora como condomínios horizontais fechados. A Lei Nº 1469/2001 trata sobre o parcelamento do solo em nível municipal e estabelece que empreendimentos de condomínios devem fornecer as mesmas infraestruturas básicas que loteamentos. Porém, ao fechar suas fronteiras e limitar o acesso, o empreendedor fica isento de destinar as vias e áreas coletivas ao município e deve fornecer também serviços que normalmente são feitos pela prefeitura, como coleta de lixo, manutenção da infraestrutura, e preservação de áreas verdes e de uso comunitário local.

Além disso, os projetos nos órgãos municipais apresentam informações diferentes em cada documento e registram zonas diferentes em empreendimentos vizinhos. O plano diretor de 2023 do município define que a avenida está na ZC (zona central) e a região que à circunda está na Z3 (zona residencial 3), ambas zonas cujos parâmetros, estabelecidos pela lei Nº 1420/2000, permitem lotes menores, com maior taxa de ocupação e, portanto, maior adensamento urbano. São esses os parâmetros que ditaram a ocupação da área que, apresentando ambiguidade, possibilitaram que o controle da produção do espaço fosse deixado para os agentes privados. Como resultado, a expansão da cidade acontece de forma desregulamentada e desprovida de qualidade urbana para seus cidadãos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível apontar que a motivação para os investimentos na Nova P.H. Rolfs inclui a localização como potencial de valorização do solo urbano, que atrai uma população de renda mais alta por suas características ambientais, possibilitando maiores lucros para os agentes imobiliários que adquiriram essas terras por preços baixos. Observa-se também que os investidores têm por objetivo estabelecer ali um novo foco de crescimento urbano, com os projetos comerciais e residenciais.

No entanto, a criação desses espaços é destinada a um público muito específico e não considera as outras demandas que uma área urbana deve atender. A produção atual resultará em um cenário repleto de limites com muros e portarias de alta segurança, mantendo as interações sociais internas em suas áreas de lazer privativas. O resultado é uma desvalorização dos espaços verdadeiramente públicos e, consequentemente, a segregação dos demais grupos da população.

Além disso, foi demonstrado que a área não possui infraestrutura urbana, os investimentos são feitos pelos empreendedores dos próprios condomínios e atendem apenas às suas necessidades, como a criação das vias. Se a ocupação urbana continuar sendo permitida sem um planejamento, a área não será capaz de atender as demandas que a urbanização exigirá para garantir a qualificação dos espaços e equipamentos.

Portanto, conclui-se que é necessário controlar e direcionar a expansão urbana, a fim de evitar a formação descontrolada de um espaço sem infraestrutura adequada e de exclusão social. Para tal, os órgãos públicos devem controlar a especulação imobiliária e garantir que as condições ambientais sejam preservadas. Para isso, os instrumentos de planejamento disponíveis devem ser utilizados visando atender aos interesses de toda a população e garantir o bom aproveitamento dos investimentos públicos.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

7 REFERÊNCIAS

Caldeira, T. P. d. R. (2000). **Cidade de muros: Crime, segregação e cidadania em São Paulo**, São Paulo: EDUSP.

Câmara Municipal de Viçosa (2000). **Lei Nº 1420/2000:** Institui a Lei de Ocupação, Uso do Solo e Zoneamento do Município de Viçosa, Câmara Municipal de Viçosa, Viçosa.

Câmara Municipal de Viçosa (2001). **Lei Nº 1469/2001:** Institui o parcelamento do solo do município de Viçosa e dá outras providências, Câmara Municipal de Viçosa, Viçosa.

Câmara Municipal de Viçosa (2012). **Lei no. 2.272/2012:** Inclui área no perímetro urbano de Viçosa e dá outras providências. Câmara Municipal de Viçosa, Viçosa.

Congresso Nacional (1979). **Lei no 6.766/1979**, Brasília.

Costa, G. O., Faria, T. C. A. e Faria, M. C. C. (2016). Particularidades da expansão urbana de Viçosa, MG: uma cidade universitária. **Anais, IV Simpósio Nacional sobre Pequenas Cidades,** Ituiutaba-MG, 2016.

Cruz, T. A. (2014). **Retrato social de Viçosa V.** Viçosa, MG: Census, 2014.

Harvey, D. (2005). **A produção capitalista do espaço**, São Paulo: Annablume.

Honório, L. M., (2012). **A produção do espaço em uma cidade universitária: o caso de Viçosa, MG.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). **IBGE cidades: panorama do município de Viçosa**. [Consultado em 15 de maio de 2024]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vicosa/panorama

Lima, L. D. P. (2024). **O processo de expansão horizontal em direção às áreas periurbanas de Viçosa-MG, no período de 2007 a 2023: o caso do vetor sudeste.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Maria, A. C. S., (2016). Expansão urbana e mercado imobiliário: o caso de Viçosa-MG. **Anais, XVII Encontro Nacional de Geógrafos,** São Luis, MA.

Maria, A. C. S., Faria, T. C. A. e Stephan, I. I. C. (2014). Um retrato da evolução urbana de Viçosa-MG: impactos da federalização da UFV sobre a cidade (1969-2014), **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento,** 3(1), http://dx.doi.org/10.3895/rbpd.v3n1.3572.

Miranda, L. I. B. (2008). **Produção do Espaço e Planejamento em Áreas de Transição Rural-Urbana: o caso da Região Metropolitana do Recife - PE.** Tese (Doutorado) em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco.

Nascimento, E.; Matias, L., (2011). Expansão urbana e desigualdade socioespacial: uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR). **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**. 23. http://dx.doi.org/10.5380/raega.v23i0.24833.

Ribeiro Filho, G. B. (1997). **A formação do espaço construído: cidade e legislação urbanística em Viçosa, MG.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Janeiro, Brasil.

Villaça, F. J. M., (2001), **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel/Fapesp/Lincoln Institute, São Paulo, SP.

EXPANSÃO URBANA PARA QUEM CONVÉM: REFLEXÕES SOBRE AS BASES CONCEITUAIS DO SOLO CRIADO

S. B. Medeiros, L. M. Gonçalves, G. C. V. Leonelli

RESUMO

O objetivo deste artigo é discutir os conceitos do solo criado em relação ao ordenamento do território e da expansão urbana. O estudo é uma análise interdisciplinar, transversal e descritiva que aborda o instrumento do solo criado, conceito que originou a Outorga Onerosa do Direito de Construir. A pesquisa compreende a sistematização de material bibliográfico desde a década de 1970 até discussões contemporâneas, discutindo sobre os limites da aplicação do solo criado frente à expansão urbana permissiva. Os resultados mostraram que a aplicação do instrumento solo criado pode ser prejudicado caso a oferta de terra para expansão seja mais vantajosa para os atores urbanos.

1 INTRODUÇÃO

No contexto da produção do espaço nas cidades capitalistas, a essência reside na busca constante pelo lucro máximo. Essa dinâmica ocorre ao converter o solo, um recurso finito e irreprodutível, em valor monetário por meio de investimentos em capital e mão de obra, como urbanização e construção. Componentes urbanos como terra, construções e moradias se convertem em produtos comercializáveis sujeitos às leis de oferta e demanda, com seus preços determinados pelo mercado. A propriedade privada, fundamental do sistema capitalista, se beneficia desse valor, apropriando-se dos ganhos gerados pela coletividade na cidade (Gottdiener, 2016; Harvey, 2013).

A utilização de políticas de captura de valor da terra está presente em vários países, mas com uma diversidade de instrumentos, métodos e resultados em cada implementação. O debate internacional sobre essa temática está em alta. Nessa perspectiva, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em parceria com o Instituto Lincoln de Políticas de Solo lançaram um compêndio que aborda um panorama completo dos instrumentos de captura do valor da terra em 60 países, destacando as diferenças e semelhanças entre as experiências, permitindo que os governos locais e nacionais aprendam e compreendam as práticas em diferentes contextos (OCDE, 2022). Além disso, a discussão sobre como funciona a captura de valor público noutros locais também ajuda a refletir sobre os méritos e as armadilhas das próprias abordagens nacionais (Vejchodská *et al.,* 2023).

Devido à sua extensão territorial continental e à concentração significativa de recursos e população, o Brasil manifesta uma vasta diversidade no que diz respeito ao tamanho de seus municípios. Essa diversidade se reflete nos desafios associados ao planejamento urbano, à gestão e ao ordenamento de territórios tão heterogêneos (Medeiros; Gonçalves, 2021). O cenário atual da política urbana no Brasil apresenta um período propício para discutir a continuidade da aplicação dos instrumentos jurídico-urbanísticos estabelecidos pelo Estatuto da Cidade (EC). Após uma sequência ascendente de conquistas legislativas desde a redemocratização do país na década de 1980, destacando-se a promulgação da Constituição Federal em 1988, seguida pela sanção do Estatuto da Cidade em 2001 e a instituição do Ministério das Cidades em 2003, esses eventos se tornaram marcos significativos no processo histórico de mitigação das desigualdades na sociedade brasileira (Bonduki, 2018). Esse ciclo de institucionalização da política urbana foi interrompido entre 2019 e 2022, quando o MCidades foi anexado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, que ficou responsável pela pauta urbana até sua restituição, em janeiro de 2023 (Costa *et al*., 2024).

No art. 40 do Estatuto da Cidade, define-se o Plano Diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (Brasil, 2001). Enquanto o Plano Diretor engloba as principais diretrizes e os critérios para o cumprimento da função social da propriedade urbana, a efetivação dos instrumentos urbanísticos disponíveis no EC requer a elaboração de uma lei municipal específica. Essa legislação detalha as regulamentações particulares de uma determinada área, como os limites de atuação, o cálculo dos parâmetros do dispositivo, as referências de valor e o destino do fundo financeiro em caso de geração de receita (Rolnik; Saule Junior, 2001).

As expectativas trazidas pelo Estatuto eram o estabelecimento de novas regras para colaborar com diretrizes por cidades mais justas como, por exemplo, a prevenção da ocupação de áreas periféricas ou ambientalmente frágeis, aproveitando melhor áreas com infraestrutura disponível e ociosa, evitando a necessidade de expansão. Dentre as possibilidades de aplicação dos recursos auferidos por esses instrumentos urbanísticos, o art. 26 do EC estabelece que o Poder Público poderá aplicar para o ordenamento e direcionamento da expansão urbana.

Nesta direção, artigos específicos já contribuíram com reflexões sobre os fundamentos e matrizes teóricas do instrumento solo criado e proposição no contexto brasileiro, relacionando a influência de instrumentos internacionais com sua formulação e primeiras experiências de implementação (Rezende *et al.,* 2009; Smolka, 2013), como também com panorama de implementação do instrumento em municípios brasileiros (Cymbalista *et al.,* 2007; Furtado *et al.,* 2007).

Diante do exposto, o objetivo central do estudo aqui apresentado é discutir os conceitos e aplicação do instrumento solo criado em relação ao ordenamento do território e da expansão urbana.

2 METODOLOGIA

Quanto aos métodos de investigação, trata-se de um estudo interdisciplinar de caráter transversal, exploratório e descritivo, na qual realizou-se a sistematização do material bibliográfico que aborda questões pertinentes ao instrumento solo criado, conceito que lhe

dá origem a Outorga Onerosa do Direito de Construir, percorrendo as décadas de 1970 até discussões contemporâneas, vinculando a temática da gestão do solo urbano e expansão urbana. O material analisado contempla artigos, livros, conclusões de seminários e o conjunto da legislação proposta e/ou aprovada sobre o tema.

3 ORIGEM DO CONCEITO SOLO CRIADO

No Brasil, as discussões nacionais sobre as bases conceituais que levaram a criação da Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) estão relacionadas com a evolução da noção de solo criado, consolidada na *Carta de Embu* durante os anos de 1970 (Furtado *et al.*, 2012). A *Carta* consiste no documento final resultado de amplo debate com a participação de técnicos de vários órgãos federais, estaduais e municipais, além de especialistas do exterior no Seminário sobre Solo Criado, de 1976, organizado pelo órgão estadual Centro de Estudos e Pesquisas da Administração Municipal (CEPAM) (Cymbalista; Santoro, 2006).

Aplicável de forma articulada com as normas municipais de zoneamento, o fundamento do solo criado pressupõe que o direito de propriedade difere do direito de construir, no qual define-se um coeficiente de aproveitamento básico único válido para todo o espaço urbano, possibilitando uma concessão por parte do Poder Público - o direito de construir, por meio de índices construtivos adicionais para proporcionar o equilíbrio urbanístico entre os proprietários (Carvalho; Rossbach, 2010; Furtado *et al.*, 2017; Rolnik; Saule Júnior, 2001).

Na cidade de São Paulo, em 1976, durante a gestão do Prefeito Olavo Setúbal, foram traçados os primeiros passos para o estabelecimento de um sistema que definisse o direito construtivo proporcional à área do terreno a todos os proprietários de terrenos urbanos, ou seja, que o coeficiente de aproveitamento fosse igual a um (Azevedo Netto, 1977). Assim sendo, o Poder Público concederia à construção um excedente construtivo mediante contrapartida financeira, recurso este para subsidiar a melhoria de equipamentos urbanos após a nova demanda com o adensamento da área (Rolnik; Saule Júnior, 2001). Apesar do seguimento das discussões na prefeitura sobre o instrumento, a Outorga foi aplicada em São Paulo apenas depois da regulamentação pelo EC (Furtado *et al.*, 2012).

Entre as referências internacionais no modelo proposto em São Paulo estão associadas às experiências na França e nos Estados Unidos (Rezende *et al.,* 2009). A experiência norte-americana estabelecida especificamente pelo Plano de Chicago em 1973 foi promovida a partir de divergências na aplicação da legislação de tombamento de edificações com valor histórico. Durante o processo de tombamento de uma edificação com poucos pavimentos, mas situada numa zona que permitisse um coeficiente elevado, o potencial construtivo permanecia ocioso, apesar da concessão em lei, o que causava insatisfação nos proprietários. Para compensar a inatividade construtiva, o instrumento *Development right transfer* foi instituído para possibilitar ao dono do imóvel a transferência de potencial construtivo para terceiros (Rolnik; Saule Júnior, 2001).

A experiência francesa foi a que mais influenciou as primeiras experiências brasileiras (Rezende *et al.,* 2009). Em 1975, num contexto de nova política de reforma urbana e fundiária, o governo francês instituiu o *Plafond legal de densité* para reparar as distorções entre os elevados preços dos terrenos urbanos com permissão para construções de maior gabarito e os preços baixos de terrenos em bairros vizinhos cujos limites construtivos eram

mais restritos. Então, estabeleceu-se em lei o coeficiente 1, aplicado à cidade de Paris, e 1,5 para as demais cidades da França (Rolnik; Saule Júnior, 2001).

Apesar das experiências internacionais simultaneamente com as discussões que estavam acontecendo no Brasil, Azevedo Netto (1977) defende que as bases conceituais não foram importadas, afirmando que o conceito solo criado é puramente brasileiro.

Considerando de forma prática, tal conceito pode ser definido como a área construída que excede a área do terreno. Azevedo Netto (1977) propõe três princípios para o controle do uso do solo: a fixação de um mesmo coeficiente de aproveitamento, uniforme para toda a área considerada; transferência de direito de construir; e equilíbrio entre os espaços públicos e os espaços privados.

Nessa perspectiva, Azevedo Netto et al. (1977) questionam a fixação de diferentes coeficientes de aproveitamento em diferentes zonas da cidade, proporcionando uma valorização discrepante dos terrenos devido às oscilações de permissividade, principalmente quanto às restrições urbanísticas definidas pelas leis de zoneamento.

> Tal situação é uma injustiça bastante evidente, pois um ato do Poder Público pode alterar substancialmente o valor dos terrenos, onde se podia construir muito, passa a ter restrições e, portanto, ter o seu valor reduzido. O inverso também é verdadeiro: terrenos pouco valorizados por estarem em zonas muito restritivas, são de uma hora para outra, extremamente valorizados pelas novas possibilidades de construção (Azevedo Netto *et al.*, 1977, p. 9).

O que confere valor aos terrenos urbanos são os incrementos no valor dos imóveis ao longo do processo de urbanização, e não as benfeitorias construídas sobre ele. Esta valorização do solo é sempre derivada direta ou indiretamente da atuação pública, seja por meio de investimentos, por meio de obras e melhorias públicas, seja por alterações na regulamentação urbanística que , por sua vez, resulta na atuação privada no entorno. Ao contrário do que se possa estimar, os proprietários do solo não geram a sua valorização. Se a sociedade não a recupera, toda a valorização fica nas mãos dos proprietários (Furtado, 2003). Esse é o princípio da recuperação da mais-valia fundiária. Os benefícios concedidos aos proprietários de terras pelo poder público devem ser distribuídos de maneira justa entre todos os usuários da terra (Smolka, 2013).

Assim, o conceito de solo criado se relaciona com o equilíbrio entre os benefícios e ônus do processo da urbanização, bem como a neutralização dos efeitos no valor do solo decorrentes de diferentes parâmetros urbanísticos. Dessa forma pressupõe-se que por meio de uma compensação baseada na área de construção que ultrapasse o limite básico preestabelecido, possa ser recuperada a valorização proporcionada pelo processo de urbanização.

3.1 Solo criado pós Estatuto da Cidade

Fruto da articulação de diversas entidades sociais pela reforma urbana desde a década de 1960, a Constituição Federal de 1988 representa um marco legislativo histórico brasileiro por tratar da política urbana e do processo de implementação do Plano Diretor como principal instrumento, este anteriormente facultativo a quase todas as cidades brasileiras (Cardoso, 1997), estabelecendo assim, uma agenda urbana para o fortalecimento dos municípios e a descentralização do poder.

Um dos avanços do Estatuto da Cidade foi a institucionalização de um amplo conjunto de instrumentos concedido ao Poder Público para viabilizar intervenções urbanísticas, possibilitando uma atuação mais dinâmica e concreta (Dallari, 2006), efetivando o cumprimento das funções sociais da propriedade urbana e o direito à cidade para todos, além da organização conveniente dos espaços habitáveis, conforme as prioridades elencadas pelo governo local.

Um dos instrumentos inseridos na regulamentação fruto das discussões e reivindicações pelo Movimento Nacional da Reforma Urbana (MNRU) foi a Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) (Carvalho; Rossbach, 2010). Esse instrumento recuperou o conceito até então conhecido como solo criado, ampliando e estabelecendo regramento para sua implementação.

De acordo com o art. 42 do EC, a OODC consta como conteúdo mínimo do Plano Diretor (PD), e sua definição está regulamentada nos arts. 28 a 31. Entretanto, este instrumento já aparecia nas legislações municipais e estava em discussão em cidades como São Paulo, São Bernardo do Campo e Porto Alegre ainda durante a década de 1970 (Cymbalista; Santoro, 2006).

A OODC é um dos principais instrumentos que contribui para o financiamento, planejamento e gestão do território. Antes de explicar sua definição legal, faz-se necessário o entendimento de um parâmetro construtivo essencial. Para orientar o uso e ocupação do solo urbano, o PD define o Coeficiente de Aproveitamento (CA), referente a relação entre a área do terreno e a área construída, ou seja, estabelece limites para as edificações urbanas, baseados na área do lote. Por exemplo, num terreno urbano, considerando CA igual a 1, será permitido construir uma edificação com a área total correspondente à área da superfície do terreno; se o CA for igual 2, será permitido construir o dobro da área do lote e assim, sucessivamente.

A implementação da OODC está relacionada à autorização do Município para o exercício do direito de construir acima do CA-básico limitado ao CA-máximo, que são coeficientes de aproveitamento adotados para os terrenos urbanos conforme previsão do Plano Diretor. Tal autorização é concedida mediante o estabelecimento de uma contrapartida pelo beneficiário, o que resulta no termo: Outorga Onerosa do Direito de Construir.

Tal potencial construtivo adicional a ser autorizado deverá ser disponibilizado para os interessados mediante contrapartidas. Estas contrapartidas podem ocorrer sob a forma de obras, terrenos ou recursos monetários, desde que estabelecidas em lei específica municipal determinando a fórmula de cálculo de cobrança e a utilização dos recursos arrecadados.

Sendo assim, para implementação da OODC, define-se o potencial construtivo adicional, ou seja, a relação entre o CA-básico, que define o mesmo direito para todos os terrenos urbanos sem a contrapartida, baseado exclusivamente na área do terreno e o CA-máximo que estabelece a maior densidade construtiva permitida para o terreno, mediante ainda parâmetros urbanísticos como taxa de ocupação e de permeabilidade, baseado na capacidade de infraestrutura urbana e outros princípios definidos pelo Plano Diretor. Os limites para a área construída adicional podem ainda ser diferenciados pelo Poder Público de acordo com o tipo de uso residencial, de serviços ou comercial, por exemplo (Carvalho; Rossbach, 2010).

Essa concessão de potencial construtivo deve ser orientada por meio do mapeamento de áreas que já possuem altos níveis de infraestrutura e serviços urbanos realizadas por meio de investimentos anteriores realizados pelo Poder Público e pela coletividade, e que viabilizam o adensamento construtivo e populacional, proporcionando o melhor uso das estruturas e aproximando locais de emprego e moradia. Tais imóveis normalmente se situam em áreas centrais e/ou consolidadas, dificilmente localizadas em áreas de expansão.

Ao examinar o cenário da América Latina, Smolka (2013) destaca vários exemplos nos quais os valores da terra aumentaram consideravelmente como resultado de intervenções públicas. A valorização variou de 20% - devido à implementação de transporte público - a 100% - decorrente do aumento dos direitos de construção - , chegando a atingir 400% - com a conversão do uso do solo rural para urbano.

> Invoca-se o solo criado como mecanismo de *distribuição igualitária* dos acréscimos de despesa pública que a criação de solo artificial acarreta. A cada nível de solo que se cria dá-se *aumento desproporcional* na demanda por equipamentos públicos de distribuição de água e esgoto, meios de circulação, transportes públicos, áreas de lazer etc. Logo, os responsáveis pela criação do solo artificial e seus beneficiários diretos *teriam de arcar* com os investimentos públicos que a satisfação de seus direitos provocou, no lugar de toda a coletividade (Daleffe, 1997, p. 304, grifo nosso).

Dado que essa valorização do patrimônio privado decorre de intervenções públicas, a proposta é que o setor público deveria captar uma parcela, se não a totalidade, dessa valorização por ele causada.

Desse modo, a função da OODC consiste na recuperação da mais-valia imobiliária para a coletividade, ou seja, na captura da valorização da terra urbana decorrente dos investimentos e ações realizadas pelos poderes público e privado que incidiram sobre os valores de imóveis. Esse processo de captura é realizado por meio das compensações que reaplicam esses recursos em outras áreas da cidade, configurando assim seu caráter redistributivo de investimento no território urbano (Figura 1).



Fig. 1 Ciclo da redistribuição de investimento da OODC

Apesar das vantagens de aplicação da OODC, atendendo demandas do mercado imobiliário e também da gestão do solo urbano, evidenciamos ainda o crescimento periférico das cidades, uma ocupação justificada principalmente como forma de baratear o acesso à moradia, mesmo compreendendo que a opção por ocupar o antigo rural poderia significar o rebaixamento das condições urbanas (Santoro, 2014), em áreas frágeis ou de preservação ambiental.

A aplicação da OODC pode ser vantajosa para o mercado imobiliário uma vez que possibilita, mediante pagamento, maior aproveitamento do terreno em áreas infraestruturadas e bem localizadas, potencializando o lucro de empreendimentos. Por outro lado, se bem aplicada, a OODC também é instrumento necessário para a gestão urbana, uma vez que proporciona a distribuição do bônus dos beneficiados pela construção social do espaço urbano.

A oferta de construções mais acessíveis financeiramente, aliada à disponibilidade de infraestrutura e vantagens locacionais, pode ser potencializada pela aplicação da OODC. Ao utilizar esse instrumento e capturar parte do valor gerado pela valorização da terra, é possível incentivar a construção de habitação de interesse social, atendendo a demanda por moradias de baixo custo e contribuindo para a redução do déficit habitacional. Além disso, sua aplicação deve priorizar a ocupação de áreas centrais aptas para o adensamento, próximas a serviços e com infraestrutura disponível, promovendo a integração social e redução das desigualdades espaciais no território urbano. A OODC pode então contribuir significativamente para a promoção de cidades mais inclusivas e sustentáveis com um desenvolvimento urbano mais equitativo.

Cenário típico das periferias das grandes cidades, apesar da demanda habitacional e da construção de novos loteamentos, parte da população não atendida é público em potencial para novos lançamentos imobiliários (Azevedo Netto, 1977). A produção de novos lotes não significa necessariamente maior acesso à terra urbanizada (Leonelli, 2008). Os momentos de governos centralizadores no Brasil – Estado Novo e governo militar – foram marcados por crescimento populacional e também de crescimento urbano na extensão física. A política habitacional, como estruturadora do desenvolvimento econômico, foi o grande motor da expansão urbana (Santoro, 2014). Recentemente, tal expansão periférica se repetiu com a implementação da política do Programa Minha Casa Minha Vida (Rufino, 2015).

3.2 Outorga Onerosa do Direito de Construir e gestão do solo urbano

A utilização do OODC requer uma dinâmica de mercado imobiliário para que haja interesse na compra de direito construtivo adicional. Tal demanda depende da dinâmica de desenvolvimento urbano e investimentos imobiliários em cada município.

Entretanto, caso o município altere sua lei de perímetro e amplie a área de expansão urbana, há oferta de vantagem para que o mercado imobiliário direcione seus investimentos na abertura de novos loteamentos ou na construção nos limites da malha urbana, onde não há cobrança de OODC e a terra possui menor valor do que nas áreas centrais. Neste cenário, o retorno esperado na utilização da OODC fica comprometido uma vez que a gestão urbana concomitantemente estipula a cobrança de OODC e oferece vantagens para investimento em áreas de expansão urbana. Há uma contradição no

controle e indução do desenvolvimento urbano, uma vez que o próprio planejamento e gestão fragilizam a aplicação do OODC.

A lei nº 12.608/2012 acrescentou o art. 42-B com novos critérios para a aprovação da legislação municipal de perímetro urbano. A alteração teve como motivação principal a prevenção de áreas de risco, demandando do poder municipal uma regulamentação alinhada ao planejamento urbano. Essa regulamentação deveria incorporar características ambientais, infraestrutura disponível, diversidade de usos e inclusão socioespacial. Porém mais fatores mercadológicos também pressionam a ampliação de perímetros urbanos sobre áreas rurais.

No estudo de Leonelli *et al.*(2019), foram analisados a oferta de áreas urbanizáveis, que correspondiam entre a mancha urbana existente com a área urbanizável estipulada pelo perímetro urbano e de expansão urbana dos municípios de Araraquara -SP, Chapecó - SC, Ribeirão Preto - SP e Uberlândia – MG. Os resultados destacaram a permissividade legal para formas fragmentadas, dispersas e descontínuas de expansão urbana, devido à presença de perímetros urbanos consideravelmente extensos, atingindo até três vezes o tamanho da malha urbana existente.

A dispersão urbana se manifesta através do aumento substancial da extensão dos tecidos urbanos, especialmente a partir da segunda metade do século XX, em comparação com a realidade das cidades anteriores. Isso reflete uma inversão na relação entre crescimento populacional e crescimento territorial. Em outras palavras, as cidades contemporâneas possuem uma extensão territorial maior do que realmente precisam, expandindo-se mais sobre o território do que seria necessário para acomodar o crescimento de sua população. A ruptura na continuidade territorial urbana, identificada como um dos elementos mais complexos da dispersão urbana, não apenas questiona a própria existência da cidade como uma unidade territorial, mas também está associada ao aumento da continuidade espacial. Esse aumento ocorre devido às novas conexões estabelecidas em um contexto urbano que se encontra fragmentado territorialmente (Catalão, 2015).

A utilização estratégica dos dispositivos estabelecidos pelo EC pode contribuir significativamente para mitigar a deterioração da situação. Embora não interfira diretamente na melhoria da renda das camadas mais desfavorecidas, esses instrumentos oferecem meios para interromper um ciclo prejudicial: a valorização dos terrenos, exclusão das classes mais vulneráveis, ocupação de zonas de ambientalmente frágeis e a ocorrência previsível de tragédias.

A política de captura de mais-valia tem sido associada como uma solução promissora para os desafios de financiamento urbano após a Nova Agenda Urbana (Kresse *et al.,* 2020). As cidades precisam (re)descobrir modelos de financiamento que direcionem o uso do solo visando a preparação para as mudanças climáticas. A recuperação da mais-valia tem potencial disruptivo nos mercados imobiliários e capacidade de moldar a cidade. Uma mudança de abordagem que priorize os investimentos destinados à adaptação climática em detrimento da infraestrutura cinza, que propaga o modelo *business as usual*, teria impactos profundos sobre as cidades em risco (Dunning; Lord, 2020)

Ademais, a revogação recorrente e constante ampliação do perímetro urbano de forma pontual e desvinculada de processos de planejamento urbano decorre de prática arraigada no Brasil, onde é “direito do proprietário de terras” solicitar a conversão da terra de rural

para urbana, especialmente nas cidades do interior, que relaciona a qualidade de vida urbana à expansão horizontal dispersa. Esse paradigma de desenvolvimento urbano fundamenta-se na construção de residências unifamiliares e em lotes urbanos amplos. Sem a modificação desse paradigma, qualquer instrumento de gestão urbana proposto com o intuito de controlar a expansão urbana horizontal tende a ser anulado (Purim *et al.,* 2018).

A Outorga Onerosa de Alteração de Uso do Solo é outro instrumento do Estatuto da Cidade que também foi utilizado para auxiliar na transição entre o rural e o urbano. No estudo de Santoro *et al.* (2010), os autores oferecem uma visão abrangente desse instrumento no estado de São Paulo, demonstrando que sua aplicação é limitada. Apenas alguns municípios o utilizam em áreas de expansão, com objetivos que, por vezes, se desviam de seu propósito inicial, representando, em algumas situações, uma abordagem onerosa para regularização fundiária. Em outros casos, municípios aplicam o instrumento em regiões não contíguas à mancha urbana, buscando desencorajar o mercado de urbanização em áreas mais afastadas e, ao mesmo tempo, incentivar a urbanização adjacente à mancha urbana.

A perspectiva de obtenção de retorno financeiro ao converter uma área rural em urbana, ampliar o potencial construtivo de um terreno ou obter autorização para uma atividade econômica específica em uma propriedade, entre outras possibilidades, pode ser tão substancial que se converte em um estímulo para que determinado ator busque provocar modificações nas regras estabelecidas (Borges; Silva, 2019). Nesses casos, o valor da cobrança de outorga onerosa é irrisório frente às vantagens de flexibilização do CA ou do perímetro urbano.

Nesse contexto, o valor da terra define a localização residencial das pessoas, resultando em uma cidade mais dispendiosa para aqueles com recursos limitados. Além disso, há uma influência política significativa, coordenada pelo setor imobiliário, que tende a ser avesso à regulamentação da propriedade privada. Dessa forma, o controle do território equivale ao controle do mercado.

Desse modo, o Estado tem um papel determinante com o que Borges e Silva (2019) caracterizaram por corrupção urbanística. Cappelletti (2012) *apud* Borges e Silva (2019) aponta a importância do Estado para o funcionamento dessa desvirtuação por meio do poder de licenciar, de investir e de financiar. Por exemplo, as diretrizes de como as cidades devem crescer e ser ocupadas tendem a ser negligenciadas quando a gestão municipal coloca em prática um plano elaborado por outra administração, que representava outros interesses (Menzori *et al.*, 2021).

Assim, considerando a eficácia da gestão local do território, não é lógico considerar aumentar a densidade de áreas já infraestruturadas e, ao mesmo tempo, expandir o perímetro urbano. Isso é uma contradição, pois o mercado prefere não arcar com custos e opta por expandir.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da literatura analisada, podemos afirmar que os conceitos do solo criado que resultaram na regulamentação da OODC, podem auxiliar o ordenamento do território e da expansão urbana caso haja um equilíbrio entre a oferta de direito construtivo em áreas com infraestrutura disponível e os estoques de terra nos limites do perímetro urbano.

Historicamente, especialmente no Brasil, há uma tendência em justificar a precarização das condições urbanas e a oferta de moradia em regiões periféricas apresentam uma rentável estratégia para garantir a reserva de terra e manter o patrimônio das classes mais altas em áreas centrais, justificando assim para a expansão urbana.

O Estado tem papel determinante na justiça social atuando como poder moderador da especulação imobiliária visando a garantia do direcionamento, controle e planejamento das áreas de expansão urbana; porém também pode atuar como um poder conivente não sendo imparcial na ação dos proprietários de terra permitindo flexibilizações e alterações constantes nas regulamentações urbanísticas e aumento arbitrário do perímetro urbano.

Portanto, é fundamental o papel da OODC como mecanismo de regulação do Estado, visando a garantia do direito à cidade e minimizando as distorções da expansão territorial urbana. Seguindo as diretrizes do Estatuto da Cidade, a prioridade deve ser garantir o bem-estar coletivo e não atender aos interesses dos agentes do mercado de terras e promotores imobiliários especulativos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5 REFERÊNCIAS

Azevedo Netto, D. T. (1977) Experiências similares ao solo criado. São Paulo, **C. J. Arquitetura,** Revista de Arquitetura, planejamento e construção, 16, 44-54.

Azevedo Netto, D. T., Moreira, A. C. M. L., Ambrosis, C. e Nogueira Filho, D. V. (1977) O "solo criado", **C. J. Arquitetura**: Revista de Arquitetura, planejamento e construção, 16, 9-11.

Bonduki, N. (2018) **A luta pela reforma urbana no Brasil:** Do seminário de Habitação e Reforma Urbana ao Plano Diretor de São Paulo, Instituto Casa da Cidade, São Paulo.

Borges, L. B. O. e Silva, J. M. P. (2019) Corrupção urbanística em sistemas de planejamento e gestão urbanos: um estudo de caso, **Urbe**, Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20180056.

Brasil (2001) Lei Federal nº. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências, available at: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm (accessed 10 may 2024).

Cardoso, A. L. (1997) Reforma urbana e planos diretores: avaliação da experiência recente, **Cadernos Ippur**, 1, 79–111.

Carvalho, C. S. e Rossbach, A. (eds.)(2010) **O Estatuto da Cidade**: comentado, Ministério das Cidades, Aliança das Cidades, São Paulo.

Catalão, I. (2015) Dispersão urbana: apontamentos para um debate, **Revista Cidades**, 12(21).

Costa, M. A., Hargreaves-Westenberger, L., Funari, A. P., Marguti, B. O., Ferreira, C. H., Krause, C., Silva, G. e Faustino, R. B. (2024) **Agendas transversais na PNUD**: insumos para a construção da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, Ipea, Brasília, DF.

Cymbalista, R., Pollini, P., Cobra, P. e Santoro, P. (2007) A Outorga Onerosa do Direito de Construir após o Estatuto da Cidade: um panorama de implementação nos municípios brasileiros, **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 9(2), 73-73.

Cymbalista, R. e Santoro, P. (2006) A outorga onerosa do direito de construir no Brasil: entre a regulação e a arrecadação, in R. Cymbalista (coord.), **Política fundiária municipal e gestão social da valorização da terra**, Instituto Pólis/Lincoln Institute of Land Policy/ Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

Daleffe, A. (1997) Solo Criado e a Disciplina Urbanística da Propriedade, **Revista de Informação Legislativa**, 134, abr./jun.

Dallari, A. A. (2006) Instrumentos da política urbana, in A. A. Dallari e S. Ferraz, **Estatuto da Cidade:** comentários à Lei Federal 10.257/2001, Malheiros, São Paulo.

Dunning, R. e Lord, A. (2020) Preparing for the climate crisis: What role should land value capture play?, **Land use policy**, 99, 104867.

Furtado, F. (2003) Valorização do Solo Urbano e Adequação de Instrumentos de Intervenção: Aplicando os Preceitos do Estatuto da Cidade, **Proceedings 10º Encontro Nacional da ANPUR**, Belo Horizonte.

Furtado, F., Rezende, V., Oliveira, M. T. C., Jorgensen Junior, P. e Bacellar, I. (2007) Outorga Onerosa do Direito de Construir: panorama e avaliação de experiências municipais, **Proceedings 12º Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**, Belém.

Furtado, F., Biasotto, R. e Maleronka, C. (2012) **Outorga Onerosa do Direito de Construir:** Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação, MCidades, Brasília.

Kresse, K., Kang, M., Kim, S. e van der Krabben, E. (2020) Value capture ideals and practice – Development stages and the evolution of value capture policies, **Cities**, 106.

Gottdiener, M. (2016) **A produção social do espaço urbano**, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

Harvey, D. (2013) **Os limites do Capital,** Boitempo, São Paulo.

Leonelli, G. C. V. (2008) Atores e conflitos do parcelamento do solo nos Planos Diretores Municipais, **Seminário Política e Planejamento:** Economia, Sociedade e Território, 1-16.

Leonelli, G., Mocci, M. e Maia, A. (2019) Área urbanizada e urbanizável: o incentivo à morfologia dispersa em cidades médias brasileiras, **Proceedings 8a Conferência PNUM Rede Lusófona de Morfologia Urbana**, Maringá, 299-312.

Medeiros, S. B. e Gonçalves, L. M. (2021) Instrumentos urbanísticos nos municípios paulistas de pequeno porte, **Proceedings 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Meio digital.

Menzori, I. D., Sousa, I. C. N. e Gonçalves, L. M. (2021) Urban growth management and territorial governance approaches: A master plans conformance analysis, **Land Use Policy**, 105, 105436.

OCDE (2022) Global Compendium of Land Value Capture Policies, available at: www.oecd.org/publications/global-compendium-of-land-value-capture-policies-4f9559ee-en.htm, (accessed 15 april 2024).

Purim, M. T. M., Caetano, F. D. e Meira, J. P. C. (2018) The annulment of urban perimeter as a technical tool for urban planning: the unsustainability of the cities in the Brazilian state of Parana, **Proceedings 54º ISOCARP World Planning Congress**, Bodo.

Rezende, V., Furtado, F., Oliveira, M. T. C. e Jorgensen Junior, P. (2009) A Outorga Onerosa do Direito de Construir e o Solo Criado: uma necessária avaliação das matrizes conceituais, **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 11(2), 51.

Rolnik, R. e Saule Júnior, N. (2001) **Estatuto da Cidade:** guia para implementação pelos municípios e cidadãos, Brasília, Polis.

Rufino, M. B. C. (2015) Um olhar sobre a produção do PMCMV a partir de eixos analíticos, in C. S. Amore, L. Z. Shimbo e M. B. C. Rufino (orgs.) **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros, Letra Capital, Rio de Janeiro.

Santoro, P. F. (2014) Perímetro urbano flexível, urbanização sob demanda e incompleta: o papel do Estado frente ao desafio do planejamento da expansão urbana, **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 16(1), 169-186.

Santoro, P. F., Cobra, P. L. e Bonduki, N. (2010) Cidades que crescem horizontalmente: instrumentos para o ordenamento territorial justo da mudança de uso rural para urbano em municípios do interior paulista, **Cadernos Metrópole**, São Paulo, 24, 417-433.

Smolka, M. (2013) **Recuperação de Mais-Valias Fundiárias na América Latina:** Políticas e Instrumentos para o Desenvolvimento Urbano, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge.

Vejchodská, E., Hartmann, T. e Alterman, R. (2023) Land value capture: dynamics and diversity of instruments and strategies, **Town Planning Review**, 94(2), 116-123.

ABORDAGENS VIA AHP E FUCOM NA AVALIAÇÃO DA APTIDÃO TURÍSTICA SUSTENTÁVEL: MUNICÍPIO DE PIRASSUNUNGA, BRASIL.

J. A. Di Lollo, J. V. R. Guerrero, C. G. R. Lima e L. E. Moschini

RESUMO

O turismo sustentável é uma alternativa para combinar a melhoria das condições socioeconômicas da população local com a conservação do meio. Pirassununga (Brasil) tem histórico de atividades turísticas ligas às condições do meio físico, resultando degradação ambiental e conflitos com atividades agrícolas. Visando combinar potencialidades turísticas com limitações do meio natural, foi desenvolvida uma cartografia geoambiental para a produção cartas de aptidão turística. Para o tratamento das informações (unidades geológicas, uso do solo, relevo, e proximidade com recursos hídricos) foram os métodos AHP e FUCOM. Os dois métodos resultaram a maioria da área classificada como "Muito Apto" e "Apto" para atividades ecoturísticas, indicando condições bastante favoráveis à expansão das atividades de ecoturismo hoje existentes, desde que sejam consideradas práticas conservacionistas. Os resultados indicam que o método FUCOM foi mais eficiente em identificar áreas com maiores restrições ambientais.

1 INTRODUÇÃO

Considerando os processos de degradação ambientais decorrentes das intervenções humanas realizadas sem considerar os critérios técnicos adequados, muito conhecimento tem sido desenvolvido visando o uso de métodos e técnicas capazes de reduzir tais efeitos, provendo um desenvolvimento que permita intervenções com menores impactos (BUCKLEY, 2012). Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável surgiu como abordagem visando conciliar desenvolvimento econômico, com Sustentabilidade Ambiental, Social e Cultural (ANGELEVSKA-NAJDESKA & RAKICEVIK, 2012).

O turismo sustentável se destaca por buscar ações que contemplem atividades no ambiente natural que incluam a conservação do meio ambiente e melhoria das condições de vida das comunidades, sendo adotado, nos meios acadêmicos e técnicos, como estratégia de planejamento territorial que tem por objetivos redução de impactos negativos, educação ambiental da população local e visitantes, e promoção de benefícios financeiros voltados à conservação ambiental (DAS & CHATTERJEE, 2015).

Em função de sua vasta rede hidrográfica e variadas paisagens naturais, o município de Pirassununga (Brasil) tem um histórico de décadas de atividades turísticas, com participação

significativa na economia local (PIRASSUNUNGA, 2018). Porém, os conflitos de uso do solo, relacionados especialmente às atividades agrícolas, apontam a necessidade de estudos voltados ao planejamento ambiental sustentável, considerando potencialidades e limitações do meio natural.

Assim, a produção de cartas de aptidão turística para a área é fundamental para propiciar as informações para o desenvolvimento de atividades ecoturísticas associadas à conservação dos recursos naturais locais. O trabalho apresenta duas alternativas de métodos para produção de cartas de aptidão turística para o município de Pirassununga, considerando AHP (Processo Analítico Hierárquico) e FUCOM (Método da Total Consistência), discutindo os resultados obtidos pelos dois métodos.

2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Pirassununga se localiza na região centro leste do Estado de São Paulo, Brasil (FIGURA 1), a 210 km da capital estadual e 805km da capital federal (IBGE, 2018), tem um território do município tem cerca de 727,12 km² e população de 73.545 habitantes, com densidade demográfica de 101,14/km² (IBGE, 2024).

A economia do município está baseada essencialmente na indústria sucroalcooleira e em atividades agrícolas (em particular cana-de-açúcar), atividades de forte influência na dinâmica territorial do município (PIRASSUNUNGA, 2018), com poucas áreas de vegetação natural preservada.

O turismo é uma fonte de receita importante para o município, principalmente nas atividades relacionas aos recursos hídricos superficiais na bacia do rio Mogi Guaçu, destacando-se atrativos turísticos e recreativos como cachoeiras, as paisagens naturais, banhos de rio e pesca.

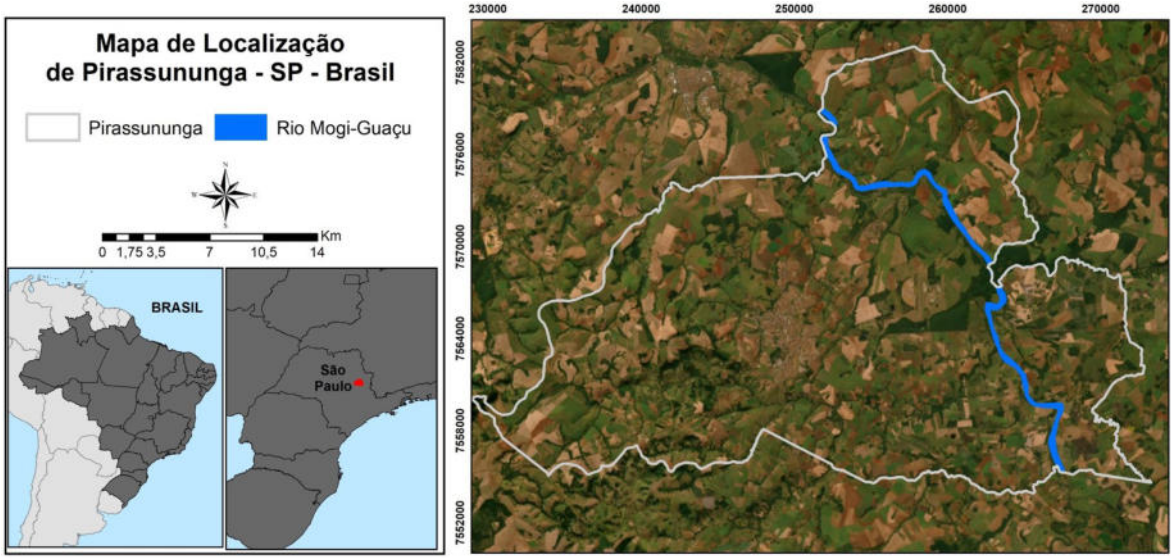


Fig.1 Localização da área de estudo

3 MATERAIS E MÉTODO

Os dados e informações essenciais para produção das Cartas de Aptidão Turística foram: Carta topográfica Folha SF.23-V-C-V-3 (IBGE, 1971); Modelo Digital de Elevação ASTER/GDM (NASA, 2017); Mapa de Formações Geológicas Superficiais (IGC, 1986), Imagens da Missão LandSat8 (USGS, 2017).

A partir das cartas topográfica e de formações superficiais foram extraídas e digitalizadas as informações relativas às unidades geológicas presentes na área, de forma a obter as formações geológicas de interesse (associadas a paisagens ou elementos de interesse turístico) e, a partir da rede drenagem digitalizada, foi gerado o mapa de "Proximidade de Recursos Hídricos", utilizando-se a ferramenta "distância euclidiana" no software ArcGis 10.5 (ESRI, 2016).

Após as tarefas de pré-processamento (correção atmosférica e fusão de imagens com a banda pancromática para obtenção de imagem com resolução espacial de 15m), foi realizado o processamento das bandas do sensor OLI do satélite LandSat 8 no ArcGis 10.5 (ESRI, 2016), para fins de classificação de uso e cobertura da área.

O Modelo Digital de Elevação ASTER foi processado no ArcGis 10.5 (ESRI, 2016) para a obtenção da declividade do terreno e as altitudes locais. Após tais processamentos, procedeu-se a combinação das informações, na forma de álgebra de mapas, para a geração das Cartas de Aptidão Turística. A sequência de procedimentos aplicados é apresentada na Figura 2, e detalhada a seguir.

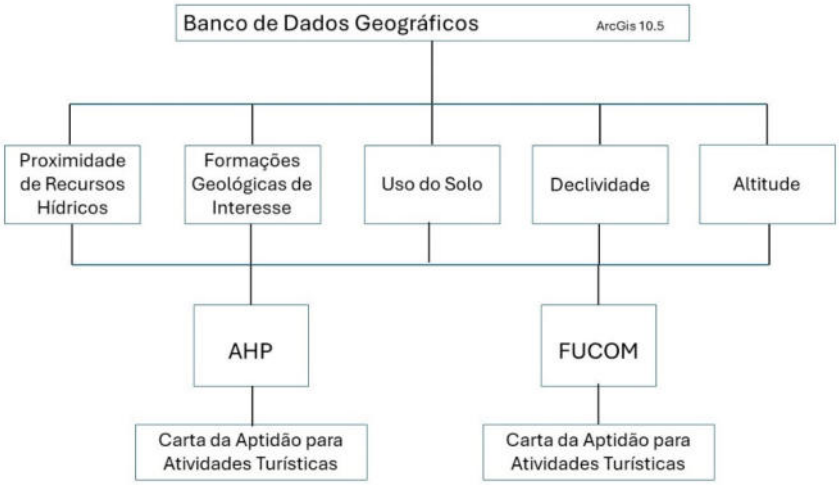


Fig. 2 Sequência de procedimentos para a produção das Cartas de Aptidão Turística

Cada um dos atributos utilizados foi classificado em cinco categorias, para as quais foram atribuídos valores de 1 a 5, em termos de sua relação com a aptidão ao turismo ecológico onde, os valores menores indicam relações menos favoráveis, e os valores maiores as relações mais favoráveis à implantação destas atividades, considerando ainda a influência de cada atributo na conservação das condições naturais. A definição das classes de aptidão foi baseada em Guerrero et al. (2018). A tabela 1 sintetiza tais classificações.

Tabela 1 Classes de aptidão dos fatores considerados

Fator	Muito pouco apto (1)	Pouco Apto (2)	Medianamente Apto (3)	Apto (4)	Muito Apto (5)
Formações Geológicas	Aluviais Coluviais	Aquidauana		Serra Geral Pirambóia	Corumbataí
Prox. de Recursos Hídricos (m)	> 1.000	700-1.000	500-700	300-500	< 300
Declividade (%)	> 30	15-30	10-15	5-10	< 5
Uso do Solo	Exposto Agricultura	Urbano Silvicultura		Campo Pastagem	Veg. Nativa Água
Altitude (m)					< 1.500

A partir das características das unidades geológicas, foi avaliado o potencial de cada um em propiciar paisagens de interesse, como vistas panorâmicas, cachoeiras e outras belezas cênicas. Considerando o interesse turístico na área está fortemente associado aos recursos hídricos superficial; maior a proximidade de rios, lagos e lagoas indicou maiores valores atribuídos para o interesse turístico,

Com relação ao uso do solo, na região as áreas de vegetação natural (matas e campos) são os usos que mais propiciam atividades de turismo ecológico, enquanto áreas de solo exposto atividades agrícolas são menos favoráveis.

Considerando o proposto por Aklibaşında e Bulut (2014), as maiores altitudes (nesse caso, maiores que 1.500m) apresentam maior dificuldade de acesso para atividades turísticas, recebendo menor aptidão. Com relação à implantação de infraestrutura turística, as áreas de menor declividade do terreno apresentam condições mais favoráveis.

Para as operações de álgebra de mapas foram usadas duas técnicas de análise multicritério, o Processo Hierárquico Analítico (AHP), proposto por Saaty (1978) e frequentemente adotado nesse tipo de abordagem de análise de comparação pareada entre atributos (MOREIRA et al., 2001), e o Método da Total Consistência (FUCOM), de Pamučar et al. (2018), que foi desenvolvido de forma a eliminar totalmente a inconsistência em análises multicritério pareadas (Stevi´c et al., 2019).

Levantamentos de artigos produzidos desde 1983 (Lokhande et al., 2017; Donevska et al., 2021), relatam que o método AHP tem sido o mais usado para definição dos pesos dos atributos considerados em análises pareadas.

Na aplicação da AHP (Saaty, 1978), os fatores considerados são submetidos a comparações pareadas, a partir das preferências relativas definidas pelos decisores, resultando pesos para cada atributo tratado. A alternativa mais usada para reduzir a subjetividade dos julgamentos é se basear no julgamento de especialistas ou de experiências anteriores (Khan et al., 2018).

Buscando evitar avaliações inconsistentes, o método AHP contém procedimentos para avaliar a consistência dos julgamentos, que são a determinação do Índice de Consistência e da Razão de Consistência (relação entre o índice de consistência e o índice randômico). Saaty (1991) define como aceitável uma razão de consistência menor que 0,10; indicando a necessidade de revisão dos valores atribuídos à matriz pareada quando RC < 0,10.

O Full Consistency Method (FUCOM) foi proposto por Pamučar et al. (2018), como uma nova abordagem multicritério baseada em três princípios: (1) menor número de comparações pareadas de critérios, (2) possibilidade de definição de um desvio da completa consistência (DFC); e (3) a apreciação da transitividade na comparação pareada de critérios.

O FUCOM se baseia na comparação pareada entre os fatores considerados e na validação de resultados por meio da determinação da consistência envolvida (Stevi´c & Brkovi´c, 2020), tendo, como principal vantagem a validação dos resultados a partir do desvio da consistência máxima.

Segundo os criadores do método, ele responde aos questionamentos recorrentes quanto à subjetividade de métodos como AHP, resultando menores desvios nos valores obtidos dos pesos dos critérios em relação aos valores ótimos, além de eliminar o problema de redundância de comparações pareadas (Pamučar et al., 2018; Stevi´c et al., 2019).

Selecionados os métodos de tratamento das informações a serem aplicados, a etapa seguinte envolveu a definição da importância relativa entre os fatores a serem considerados. A escala de importância definida com base no conhecimento do meio físico da área foi em ordem de prioridade: (1) formações geológicas de interesse, (2) uso do solo, (3) declividade, (4) proximidade de recursos hídricos, (5) altitude.

A matriz de comparação pareada adotada para a AHP é apresentada na Figura 3. Sua definição parte da importância relativa entre atributos, onde a relação de importância entre os fatores é definida como: 9 - importância absoluta, 7 - muito forte importância, 5 - forte importância, 3 - fraca importância; 1 - igual importância. A comparação pareada entre os critérios foi estabelecida em Guerrero et al. (2018), com base em uma consulta à especialistas. De tal consulta resultou a mesma importância relativa do tema geologia em relação aos temas proximidade de recursos hídricos e altitude. Outro resultado de tal consulta a especialistas foi a definição da mesma importância relativa aos fatores proximidade de recursos hídricos e altitude.

Para o método FUCOM, que utiliza um ranking linear entre os fatores onde a sequência de prioridades é um vetor, a distinção entre a importância absoluta dos fatores conduziu à distinção entre proximidade de recursos hídricos e altitude, em favor do primeiro critério. As prioridades atribuídas aos fatores para esse estudo bom base na aplicação do FUCOM são apresentadas na Figura 4.

Para a determinação dos pesos via AHP foi utilizada a extensão “extAhp2.0” do ArcGis 10.5 (ESRI, 2016). Para a obtenção dos pesos decorrentes do FUCOM foi usada a ferramenta “FUCOM Solver”, desenvolvida por AYÇIN (2022).

	Geologia	Uso	Decliv.	Proxim.	Altitude
Geologia	1	3	5	7	7
Uso	0,333	1	3	5	7
Decliv.	0,2	0,333	1	3	1
Proxim.	0,143	0,2	0,333	1	1
Altitude	0,143	0,143	1	1	1

Fig. 3 Matriz de preferências definida para o processo AHP

	Geologia	Uso	Decliv.	Proxim.	Altitude
Preferência	5	4	3	2	1

Fig. 4 Vetor de preferências para o processo FUCOM

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Pesos obtidos para as duas abordagens

Com a aplicação da ferramenta "extAhp2.0", foram obtidos os seguintes pesos para os fatores analisados: Formações geológicas de interesse = 0,5076, Uso do solo = 0,2778, Declividade = 0,0998, Proximidade de recursos hídricos = 0,0531, Altitude = 0,0627. A Relação de Consistência (RC) obtida foi 0,047, a qual atende o critério definido por Saaty (1991).

A partir do "FUCOM Solver", os pesos obtidos foram: Formações geológicas de interesse = 0,438, Uso do solo = 0,255, Declividade = 0,118, Proximidade de recursos hídricos = 0,097, Altitude = 0,092. O Desvio da Completa Consistência (DFC) foi igual a zero, conforme preconiza o método.

Uma vez obtidos os pesos para os fatores de acordo com os dois métodos, foram executadas as operações de álgebra de mapas, usando-se a ferramenta "Raster Calculator" do ArcGis 10.5 (ESRI, 2016), resultando as Cartas de Aptidão Turística para o município de Pirassununga, SP, Brasil.

As Cartas de Aptidão Turística obtidas são apresentadas nas Figuras 5 (carta obtida pelo processo AHP) e 6 (carta obtida pelo processo FUCOM), com a aptidão turística sendo representada em cinco classes: Muito Pouco Apto, Pouco Apto, Apto, Médio Apto, Apto e Muito Apto.

4.2 Carta de Aptidão Turística segundo AHP

Os resultados obtidos mostram apenas 0,1% das áreas classificadas como "Muito Pouco Apto", indicando que são poucas as áreas que apresentam combinações desfavoráveis à implementação atividades de ecoturismo, nesse caso especialmente altas declividades, à grandes distâncias de corpos hídricos e com ocupação agrícola.

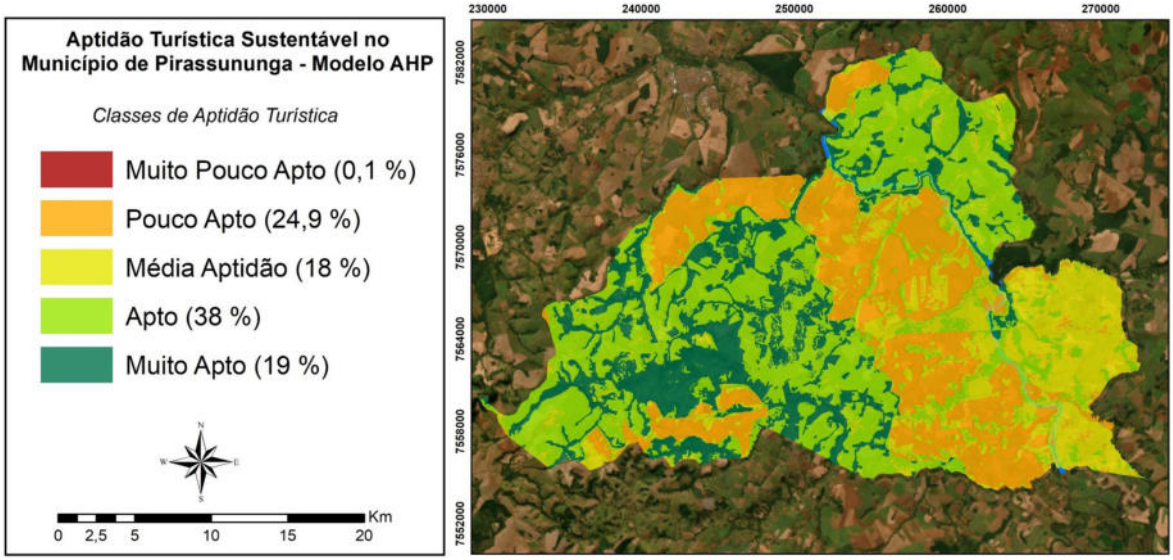


Fig. 5 Carta de Aptidão Turística do Município de Pirassununga (AHP)

A classe "Pouco Apto" representa percentual expressivo da área (24,9%), particularmente fruto da combinação de uso agrícola em áreas de depósitos coluvionares, em locais distantes da rede de drenagem, indicando áreas com baixo interesse paisagístico e para atividades recreativas.

As áreas classificadas como "Média Aptidão" (18% da área) se caracterizam especialmente pela ocorrência da Formação Aquidauana (arenitos pouco consolidados), associada a áreas de pastagem e de ocorrências de Vegetação Nativa. A combinação dessa formação geológica com pastagens implica alto potencial para desenvolvimento de processos erosivos, apontando necessidade de manejo de uso do solo. Já as ocorrências de vegetação nativa indicam medidas de planejamento territorial para conservação da vegetação.

A classe "Apta" representa o maior percentual dentre as classes (38%), combinando áreas de formações geológicas com paisagens naturais de grande interesse (Formações Serra Geral e Pirambóia), vegetação nativa, e declividades inferiores à 10%. São áreas que apresentam boas alternativas de atividades ecoturísticas, várias delas já utilizadas para tal fim, e que permitem conciliar atividades econômicas e conservação ambiental.

Por último, a classe "Muito Apto" (maior potencial para atividades ecoturísticas com baixo potencial de impacto sobre os ecossistemas locais) foi identificada em 19 % do município. São áreas especialmente áreas com declividades menores que 5%, até 300m de distância dos recursos hídricos, ocorrência das formações Corumbataí (secundariamente Serra Geral e Pirambóia) e com vegetação nativa. Tais condições favorecem a implementação de infraestrutura para atividades turísticas, acesso, e condicionantes do meio físico, indicando-as como áreas prioritárias para a implantação de políticas voltas ao desenvolvimento sustentável do turismo.

4.3 Carta de Aptidão Turística segundo FUCOM

Nesse caso, as áreas classificadas como "Muito Pouco Apto" também corresponderam a 0,1%, particularmente áreas com altas declividades. Assim como na aplicação da AHP, esse

resultado indica que existem muito poucas áreas com limitações severas à implantação de atividades de ecoturismo.

A aplicação do FUCOM resultou apenas 4,76% da área estudada classificada como “Pouco Apto”. Tal resultado foi consequência especialmente dos menores pesos obtidos para os fatores “formações geológicas de interesse” (43,8%) e “uso do solo” (25,5%), associados ao maior peso (11,8%) obtido para a classe declividade. Vale destacar que neste caso o fator “proximidade dos recursos hídricos” exerceu papel determinante na definição da aptidão (áreas com distância de recursos hídrico maiores que 700m), resultado coerente com o papel fundamental que os recursos hídricos superficiais exercem como atrativos turísticos na área.

A redução do percentual de áreas classificadas como “Pouco Apto”, foi compensada pelo significativo aumento das áreas classificadas como “Média Aptidão” (32,36% da área) quando se fez uso do método FUCOM. Isso mostra que variações não tão grandes entre os pesos dos fatores mais determinantes (13,7% para geologia e 8,2% para uso do solo), são importantes para mudanças de classificação, mas, que tais mudanças ocorrem entre classes vizinhas (como “Pouco Apto” e “Média Aptidão”). Também nesta as condições geológicas (Formação Aquidauana), e de uso do solo (pastagem e Vegetação Nativa) foram determinantes para a classificação das áreas.

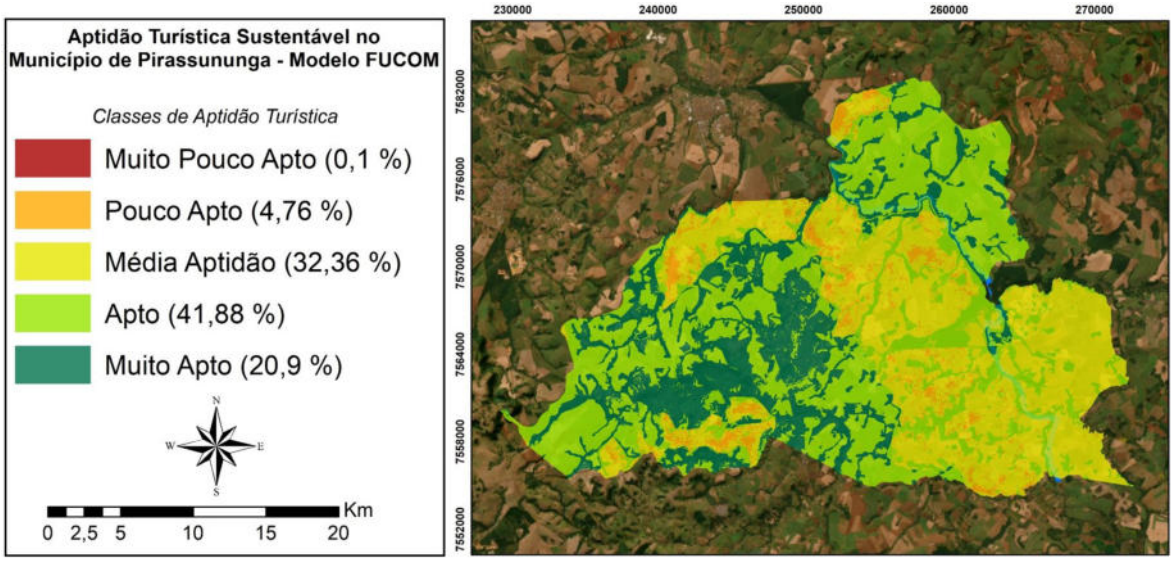


Fig. 6 Carta de Aptidão Turística do Município de Pirassununga (FUCOM)

A classes “Apto” (41,88% da área) e “Muito Apto” (20,9%) mostraram resultados percentuais muito próximos daqueles obtidos com o uso da AHP (38% e 19%, respectivamente). Tais resultados foram fruto das combinações de fatores: (1) formações geológicas com paisagens naturais de grande interesse, com vegetação nativa, e declividades inferiores à 10% (para a classe “Apto”); e (2) declividades menores que 5%, até 300m de distância dos recursos hídricos, formações geológicas de interesse com vegetação nativa (para a classe “Muito Apto”).

5 CONCLUSÕES

Apesar das diferenças entre os resultados em algumas classes, ambas abordagens resultaram mais de 50% da área classificada como “Muito Apto” e “Apto” (57% da área para AHP e

cerca de 62% para FUCOM). Incluindo a classe “Média Aptidão” se tem 75% da área para AHP e 95% para FUCOM. E, nos dois casos, a classe “Muito Pouco Apto” correspondeu a 0,1% do município.

Assim, o estudo mostra que o Município de Pirassununga apresenta condições bastante favoráveis à expansão das atividades de ecoturismo hoje existentes, incluindo práticas conservacionistas, com vistas a evitar processos de degradação ambiental, possibilitando atividades ecoturísticas sustentáveis.

A expansão das atividades ecoturísticas e infraestrutura associada, implica na adoção de algumas medidas limitantes tais como: (1) restrições à implantação em áreas de unidades geológicas mais suscetíveis à processos erosivos (Formação Aquidauana, e Depósitos Sedimentares Aluvionares e Coluvionares) e áreas com os usos agrícola, silvicultura e solo exposto; (2) impedimento de implantação das atividades em áreas com declividades maiores que 30% e adoção de técnicas de manejo para áreas com declividades maiores que 15%; (3) adoção de medidas de planejamento territorial voltas à conservação nas áreas “Muito Aptas” e “Aptas”, e medidas especiais para as áreas de “Média Aptidão”.

As diferenças entre as classificações obtidas por AHP e FUCOM mostram que o FUCOM, ao buscar máxima consistência entre as escolhas das prioridades, produz resultados um tanto diversos daqueles esperados pelos analistas, indicando a necessidade de aprofundamento do conhecimento da dinâmica ambiental local para escolhas mais consistentes.

Por outro lado, ao resultar um percentual menor de áreas com pouca aptidão e de áreas com média aptidão, a aplicação do FUCOM sugere que a busca pela redução da subjetividade baseada apenas no método matemático precisa ser tratada com cuidado, de preferência associada a estudos de modelagem que permitam associar impactos previstos com aqueles efetivamente observado na área.

A diferença dos resultados para os dois métodos em relação às classes “Pouco Apto” e “Média Aptidão” pode ter sido influenciada pela igual importância atribuídas aos fatores “Altitude” e “Declividade” no método AHP, uma vez que tal possibilidade não é contemplada no método FUCOM.

6 REFERÊNCIAS

Aklibaşinda, M. e Bulut, Y. (2014) Analysis of terrains suitable for tourism and recreation by using geographic information system (GIS). **Environ Monit Assess.** 186:5711–5719.

Angelevska-Najdeska, K. e Rakicevik, G. (2012) Planning of sustainable tourism development, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 44, 210 – 220

Ayçin, E. (2020) **FUCOM Solver Solution**. Dokuz Eylul Universitesi Sosyal Bilimler Enstitusu: Izmir, TR. Disponível em (<http://analizplus.net/dosyalar/fucom>). Acesso em 17/11/2022.

Buckley, R. (2012) Sustainable tourism: Research and reality. **Annals of Tourism Research**, 39(2), 528–546.

Das, M. e Chatterjee, B. (2015) Ecotourism: A panacea or a predicament? **Tourism Management Perspectives**, 14, 3–16

Donevska, K., Jovanovski, J. e Gligoroval, L. (2021) Comprehensive Review of the Landfill Site Selection Methodologies and Criteria. J. Indian Inst. Sci., 101, 509-521.

ESRI (2016) **ArcGIS Desktop: Release 10.5**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Guerrero, J.V.R, Moschini, L.E., Lollo, J.A., Gomes, A.A.T, Mataveli, G.A.V., Chaves, M.E.D. e Trevisan, D.P. (2018) Carta de Aptidão Turística Utilizando o Processo Hierárquico Analítico (AHP): estudo de caso no município de Pirassununga, São Paulo, Brasil. **Actas 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Universidade de Coimbra, Portugal, 1164 Outubro 2018. Disponível em https://pluris2018.dec.uc.pt/pt/show/60.

IBGE (1971) **Folha Topográfica SF.23-V-C-V-3 (1:50.000) - Pirassununga**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE (2017) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **FerramentaCidades@**. Disponível em: (<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350790>). Acesso em 20/01/2018.

IBGE (2022) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **FerramentaCidades@**. Disponível em: (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pirassununga/panorama>). Acesso em 22/04/2024.

IGC (1986) **Mapa de Formações Superficiais (1:50.000) - Pirassununga**. Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo.

Khan, M., Vaezi, M. e Kumar, A. (2018) Optimal siting of solid waste-to-value-added facilities through a GIS-based assessment. **Science of The Total Environment**, 610-611 (1), 1065-1075.

Lokhande, T.I. (2017). Landfill Site Selection using GIS and MCDA Methods: A Review. **International Journal of Research in Engineering, Science and Technology**, 3, 25-30.

Moreira, F.R., Câmara, G. Filho, R.A. (2001) Técnicas de Suporte à Decisão para Modelagem Geográfica por Álgebra de Mapas. **Relatório Técnico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais** (INPE).

NASA (2017) **(ASTER) Global Digital Elevation Model**. National Aeronautics and Space Administration. Disponível em: (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>). Acesso em 19/08/2017.

Pamucar, D., Stevi´c, Z. e Sremac, S. (2018) A New Model for Determining Weight Coefficients of Criteria in MCDM Models: Full Consistency Method (FUCOM). **Simmetry**, 10, 393-414.

Prefeitura Municipal de Pirassununga (2018) **Dados Geográficos Municipais**. Disponível

em: (http://pirassununga.sp.gov.br/). Acesso em 25/03/2018.

Saaty, T.L. (1978) Exploring the Interface between Hierarchies, Multiple Objectives and the Fuzzy Sets. **Fuzzy Sets and Systems**, 1, 57-68.

Saaty, T.L. (1991) How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operations Research**, 48, 9-26.

Stevi´c, Z., Durmi´c, E., Gaji´c, M., Pamucar, D. e Puška. A. (2019). A Novel Multi-Criteria Decision-Making Model: Interval Rough SAW Method for Sustainable Supplier Selection. **Information**, 10, 292-301.

Stevi´c, Z. e Brkovi´c**,** N. (2020) A Novel Integrated FUCOM-MARCOS Model for Evaluation of Human Resources in a Transport Company. **Logistics**, 4, 4-17.

REFLEXÕES SOBRE URBANISMO: CIDADES PLANEJADAS E ESPONTÂNEAS

G. B. de Vasconcelos

RESUMO

Este artigo, parte do Doutoramento do Programa de Pós-graduação em Urbanismo da Universidade de Lisboa, investiga o urbano comparando os conceitos de cidades planejadas e espontâneas. O objetivo é melhor conceituar esses dois modelos em urbanismo, proporcionando compreender suas características e influências ao responder a questões aparentemente simples: o que são cidades planejadas e cidades espontâneas.
Ao analisar influências econômicas, políticas, históricas, tecnológicas e culturais, o artigo explora como esses fatores moldam as cidades. Enquanto a cidade planejada é resultado de um planejamento cuidadoso, envolvendo decisões do poder público ou privado, a cidade espontânea se desenvolve de forma orgânica, sem um autor único ou padrões rígidos.
Buscando fomentar a discussão entre esses modelos, o estudo contribui para uma reflexão sobre o urbanismo contemporâneo e sua relação com o ordenamento territorial. Além de promover trocas de conhecimentos e perspectivas, enriquecendo o debate sobre o papel do urbanismo na configuração urbana contemporânea.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo, parte do desenvolvimento do doutorado na disciplina de Cultura Urbana, visa aprofundar a compreensão de dois conceitos fundamentais em urbanismo: cidades planejadas e cidades espontâneas. Ao responder a questões aparentemente simples sobre o que caracteriza esses dois modelos, o objetivo é oferecer uma visão mais clara e abrangente das dinâmicas urbanas.

À medida que as cidades passam por constantes transformações e expansão do espaço construído, surgem processos nem sempre ordenados e planejados. Nesse contexto, a cidade espontânea emerge como resultado de múltiplos fatores econômicos, sociais, culturais e políticos, conduzindo a espaços de vida segmentados e microterritórios.

A cidade espontânea é uma construção coletiva onde a população também planeja de sua própria maneira, muitas vezes de forma improvisada e espontânea. Apesar da ausência de um plano urbanístico formal, há uma ordem própria e auto-organização na apropriação e construção do espaço urbano.

Por outro lado, as cidades planejadas surgem a partir de um planejamento cuidadoso, geralmente iniciado por decisões do poder público ou privado. São fruto de um pensamento

racional, incorporando teorias de planejamento urbano e apresentando uma estrutura organizada, mesmo que regular.

Esses dois modelos refletem diferentes abordagens para o desenvolvimento urbano, influenciando não apenas a configuração física das cidades, mas também aspectos sociais, culturais e jurídicos. Compreender essas nuances é essencial para promover debates enriquecedores sobre o papel do urbanismo na configuração urbana contemporânea.

2 A COMPLEXIDADE DA FORMA URBANA

A exploração da complexidade e aparente antagonismos da forma urbana, conforme ilustração da Figura 1, nos leva a contemplar uma rica variedade de estilos e padrões de planejamento urbano, moldados por uma intersecção de desejos, necessidades e características geográficas. A disposição das ruas e avenidas de uma cidade, por exemplo, muitas vezes ecoa os princípios e motivações subjacentes à sua concepção, frequentemente alinhados com elementos fundamentais das cidades planejadas.

A cidade é um organismo vivo, onde comunidades humanas se entrelaçam em uma teia de relações sociais, moldadas pelo ambiente físico construído pelo homem. Como um produto social, sua forma e configuração são testemunhos da dinâmica e da estrutura de uma sociedade em particular.

Ao longo da história, as cidades desempenharam um papel crucial na evolução de novas ordens sociais e sistemas de produção, apesar das contradições que suas características físicas podem refletir.

O urbanismo, em sua essência, é tanto uma expressão de valores sociais quanto um modo de vida intimamente ligado à divisão do trabalho e às hierarquias de atividades que definem a sociedade.

Esses valores e princípios se materializam na arquitetura e na paisagem urbana, criando um cenário que atende às necessidades e aspirações de seus criadores.

O estudo morfológico se concentra na dimensão física da cidade, reconhecendo sua interconexão com fatores sociais e econômicos, que, embora indiretos, deixam sua marca indelével no tecido urbano e na configuração urbana das cidades.

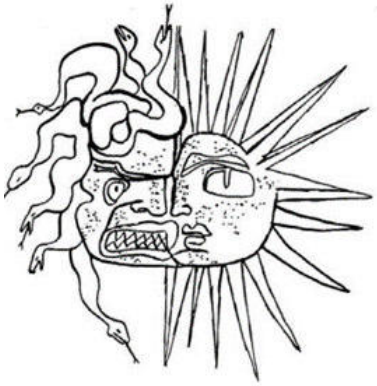


Fig. 1 Desenho de Le Corbusier
Fonte: https://journals.openedition.org/lirico/docannexe/image/5698/img-3-small580.jpg

2.1 A CIDADE PLANEJADA

Esta parte se dedica à exploração do conceito de cidade planejada. Nestas cidades, o surgimento ocorre a partir de planos meticulosamente elaborados, refletindo uma busca por ordem e controle no espaço urbano. Ao longo deste texto, examinaremos as principais características das cidades planejada, destacando sua organização planejada e suas implicações na dinâmica urbana.

Diferentes modelos ou tipos de cidades foram surgindo ao longo da história da humanidade e, conforme determinadas relações econômicas, políticas, históricas, tecnológicas e culturais se acirram ou se modificam, tais planos também passam por novas configurações.

A cidade planejada é aquela que teve sua origem a partir de um plano e um desenho cuidadosamente pensado. Uma cidade planejada é a comunhão entre o pensamento da cidade como um objeto arquitetônico e urbanístico.

A Figura 2 apresenta uma analogia entre a obra de arte e a geometria urbana, destacando o equilíbrio e a harmonia no planejamento de uma cidade planejada.

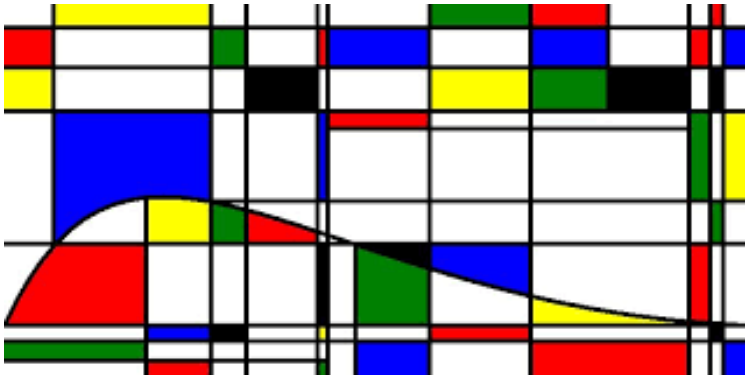


Fig. 2 Desenho de Piet Mondrian
Fonte: https://i.pinimg.com/originals/cf/35/87/cf3587a2f46a322d95b20738bf8bea5b.png

Para Cerdá (1867), no processo de criação e planejamento de cidades, cabe ao urbanista examinar as regras e as leis contidas nas cidades espontâneas, enquadrá-las em teorias gerais e aplicá-las na concepção e arranjo de novos espaços. Além disso, acrescenta-se ao conceito de planejamento o conjunto de ações que visam a organizar de forma ordenada os habitantes, atividades, construções, equipamentos e meios de comunicação ao longo de um território estendido (CHOAY e MERLIN, 2005).

Segundo Trevisan (2020) uma cidade planejada, no sentido geral, é uma aglomeração que pode ser denominada como: cidade planejada; cidade artificial; cidade protótipo; cidade de proveta; cidade construída; cidade traçada; cidade inventada; cidade concebida; cidade plantada; cidade nascida; cidade ideal; terra de Canaã; cidade regular; cidade surgida do nada; cidade encomendada; cidade-satélite; cidades de vontade; cidade-objeto; cidade fabricada; cidade por decreto, ou seja, para o autor todos estes sinônimos demonstram que a síntese de um conceito é um esforço complexo e em aberto.

Estes termos ilustram a complexidade e a variedade de abordagens conceituais sobre o assunto. Isso evidencia a extensão das discussões e as múltiplas possibilidades de elementos a serem considerados, o que pode resultar na generalização de certas conclusões.

Ainda segundo Trevisan (2020), há seis atributos que deveriam estar associados, em certa medida, a uma aglomeração de modo a permitir classificá-la como legítimo espécime de cidade que se entende como planejada.
Nesse contexto, em uma conjuntura política, econômica, social e/ou cultural podem ser consideradas como cidades planejadas aquelas que foram:
1) promovidas por decisões determinadas pelo poder público ou pela iniciativa privada;
2) criadas para atender, ao menos em intenção e/ou de início, a uma ou mais demandas funcionais;
3) implantadas, portanto, em sítios presumivelmente selecionados;
4) concebidas a partir de um projeto de caráter urbanístico;
5) de autoria de agentes especializados, eventualmente profissionalmente qualificados;
6) materializadas em tempo relativamente curto e, assim, com fundação e até mesmo data de inauguração razoavelmente estabelecida.

Em consonância com esses atributos, a cidade é projetada por um único autor ou poucos autores (iniciativa privada e/ou estatal). Tem a presença de um profissional responsável por planejá-la, planificá-la e projetá-la. É fruto de um pensamento racional cujo produto compreende um raciocínio científico que transfigura-se em uma concepção artificial com um traçado regular, geralmente em forma geométrica, de fácil legibilidade.

Nesse contexto, os elementos compositivos do projeto global permitem afirmar que cidades projetadas são fruto de um planejamento, empreendido por interesses público e privado, moldado num programa específico de necessidades e cristalizado em um projeto urbanístico elaborado por profissional(ais) sob diferentes formas.

Antecedida por uma cultura arquitetonicamente mais consciente, sua origem vem associada a técnica (geometria, escala, perspectiva) o que permite desenhar a cidade. São cidades desenhadas que incorporam teorias de planos urbanísticos funcionalistas em um todo, o que facilita sua legibilidade urbana.

Associa-se, também, que a cidade é uma obra de arte elaborada a partir da composição artística de elementos da forma urbana, ou seja, essa maneira de pensar e fazer a cidade traduz-se em uma certa coerência ou unidade morfológica.

A Figura 3 exemplifica o uso de instrumentos de precisão e escala no processo de concepção e construção de uma cidade planejada.



Fig. 3 O Frontispício de uma Bíblia Moralisé
Fonte: https://i.pinimg.com/originals/cf/35/87/cf3587a2f46a322d95b20738bf8bea5b.png

A cidade é concebida como uma obra de arte, onde a ordem, a precisão e a clareza da forma dominam, juntamente com um controle meticuloso do espaço. Os espaços públicos desempenham um papel central no seu desenho, com eixos e vias hierarquizados, delimitação de um centro e zoneamento. Prevalece uma distribuição ordenada de lotes em uma grade regular, conferindo à cidade um tamanho ideal e um limite claro (GUERREIRO, 2010).

Esta cidade representa o desfecho de um projeto meticulosamente planejado, no qual ocorrem ajustes na natureza e topografia do local durante sua implementação. Caracteriza-se por uma regularidade urbanística e segurança jurídica, garantindo a titularidade e posse legal dos lotes e moradias.

A cidade planejada é uma tentativa de reunir os fragmentos da cidade espontânea em uma imagem organizada, funcional e com significado.

A Figura 4 revela a composição harmônica de uma parte de uma cidade planejada, onde o paisagismo, as figuras geométricas definidas e os espaços urbanos se entrelaçam em perfeita sintonia.



Fig. 4 A Harmonia da Cidade Jardim Planejada
Fonte:
https://images.adsttc.com/media/images/608f/d819/f91c/8144/b900/014d/slideshow/Esta-comunidade-na-Dinamarca-vive-em-Surreal-Circle-Gardens-ioE3_nCbTB.jpg?1620039698

No próximo tópico, será explorado a cidade orgânica como um exemplo de cidade espontânea. Essencialmente, a cidade espontânea difere da cidade planejada por sua origem. Enquanto a cidade planejada é concebida, formulada, idealizada e premeditada antes de surgir, a cidade espontânea surge "do nada". Este termo refere-se a uma aglomeração urbana que se desenvolve sem um plano inicial, em oposição ao desenvolvimento gradual de uma cidade que ao longo do tempo adquire sua forma e status. (GUERREIRO, 2010).

4 A CIDADE ESPONTÂNEA

Hoje em dia, o fenômeno das cidades espontâneas continua a desempenhar um desafio significativo no contexto urbano global. À medida que as populações crescem e as dinâmicas

socioeconômicas evoluem, surgem novas formas de urbanização que desafiam as abordagens tradicionais de planejamento urbano. Cidades espontâneas, caracterizadas por um desenvolvimento orgânico e não planejado, muitas vezes surgem como resultado de migrações em massa, rápido crescimento populacional e uma série de outros fatores complexos. Estas cidades são frequentemente marcadas por uma mistura única de caos e ordem, onde a criatividade e a adaptabilidade são essenciais para a sobrevivência dos seus habitantes.

Neste contexto, serão explorados algumas das características e desafios associados às cidades espontâneas contemporâneas, destacando a sua importância no panorama urbano atual.

As constantes transformações que acontecem nas cidades e a expansão do espaço construído podem ocorrer através de um processo nem sempre ordenado e planejado. Num complexo de múltiplos fatores de ordem econômica, social, cultural e política, as cidades passam por ações diversificadas de fragmentação, muitas vezes conduzindo a casos, voluntários ou involuntários, espaços de vida segmentados ou separados e microterritórios.

De acordo com Salgueiro (2005), a fragmentação espacial é um fenômeno de reconfiguração do espaço em todas as escalas, desde o nível local até o global, impulsionado por novos elementos de localização e relações entre diferentes lugares. Nesse contexto, a cidade em processo de fragmentação tende a uma descentralização, favorecendo o surgimento de múltiplos centros e novas centralidades. Essa dinâmica urbana resulta na formação de enclaves sociais distintos e muitas vezes homogêneos, que contrastam com os espaços circundantes.

A Figura 5, representando um desenho de Piet Mondrian, estabelece uma analogia com a fragmentação e a aparente desordem que esconde uma ordem implícita na composição, refletindo também os aspectos de uma cidade espontânea.

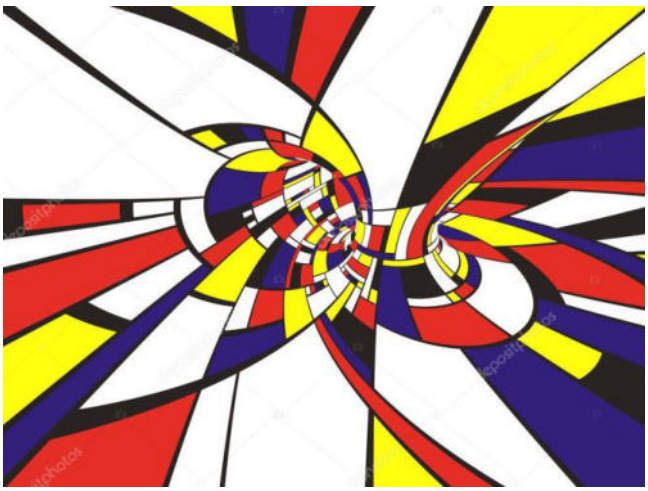


Fig. 5 Desenho de Piet Mondrian
Fonte: https://static5.depositphotos.com/1050829/497/i/450/depositphotos_4972604-stock-photo-abstract-piet-mondrian-style-image.jpg

Conforme observado por Ferrão (2004), as cidades são complexos espaços fragmentados, tanto do ponto de vista urbanístico quanto social e cultural. Essa fragmentação deriva de uma

variedade de fontes, que podem incluir desde comportamentos sociais e estratégias imobiliárias até políticas urbanas públicas. Essa diversidade de influências contribui para a diversidade e a complexidade do tecido urbano, criando uma paisagem urbana rica em contrastes e nuances.

Nesse contexto, Guerreiro (2010) acredita que a cidade possui uma ordem intrínseca, escondida e não aleatória. Mesmo não existindo um plano ou um desenho pré-estabelecido, o produto final se apresenta com uma estrutura organizada, que embora irregular é coerente. É uma ordem implícita e emergente, gerada não criada, que nasce de baixo para cima. É também uma ordem muito especial porque não é estática e porque surge da desordem.

Dentro desse contexto, Trevisan (2020) argumenta que uma cidade que se percebe como espontânea promove uma disposição de desordem deliberada e consciente. Esta desordem não é espontânea, mas sim uma tentativa artificial de organizar o espaço e os edifícios de forma irregular, desordenando-os de acordo com uma lógica própria, um partido ideológico-conceitual específico.

As Figuras 6 e 7 ilustram esse raciocínio ao apresentarem uma composição que pode ser correlacionada de como a disposição urbana pode refletir essa desordem voluntária e consciente. Por meio de arranjos urbanísticos e arquitetônicos não convencionais e uma distribuição irregular de espaços, essas imagens demonstram uma abordagem que busca desafiar as noções tradicionais de ordem e planejamento urbano, favorecendo uma expressão única e uma identidade distinta dentro do tecido urbano.

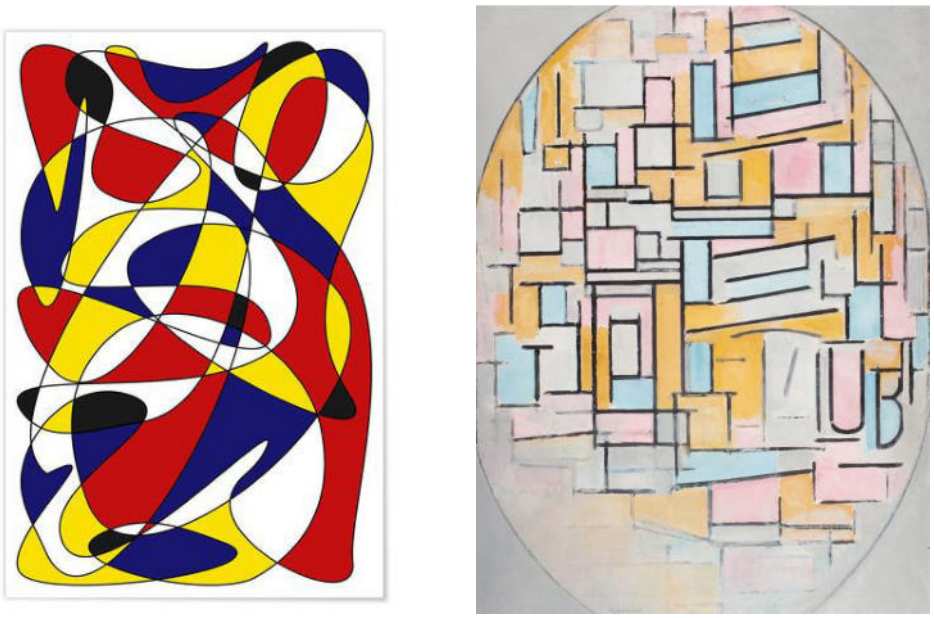


Fig. 6 e 7 Desenho de Piet Mondrian
Fonte: https://www.berlinerfestspiele.de/media/2015/gropiusbau _560w.jpg
plakate/mgb15_plakat_mondrian

Neste cenário, Holanda (2013) explora a ideia de que o urbanismo percebido como popular é frequentemente gerado por agentes anônimos em diversas épocas e locais. Nessa perspectiva, a arquitetura e o planejamento urbano são reinterpretados, considerando que a

desordem é, na verdade, uma ordem cuja lógica social subjacente difere dos padrões convencionais. Em outras palavras, cada sociedade estabelece sua própria maneira de conceber a cidade, influenciada por suas percepções sensoriais e racionais, sua realidade socioeconômica e as marcas de seu passado. O arquiteto, assim, atua como um mediador na relação entre o homem e o espaço que ele cria, gerando uma multiplicidade de possibilidades e restrições que refletem tanto a dimensão estrutural quanto cultural do ambiente. Isso pode levar a atos de rebeldia, reforma, inovação, efemeridade e imprevisibilidade no processo de planejamento urbano.

A cidade fragmentada emerge como uma construção coletiva na qual a população também contribui com seu planejamento, mesmo que de maneira improvisada e espontânea. Embora possa carecer de um plano urbanístico formal, apresenta uma ordem intrínseca e uma capacidade de auto-organização na apropriação e construção do espaço urbano. Desse modo, ela reflete um pensamento por vezes aparentemente irracional, sendo moldada por uma cultura cuja consciência arquitetônica pode ser limitada.

A cidade surge como a materialização física dos desejos e necessidades do momento. Nesse contexto, ela é o resultado de inúmeras tentativas e experiências ao longo de gerações de construtores, que continuaram a adotar o que funcionava e descartar o que não funcionava. Assim, sua materialização não é guiada por uma intervenção técnica específica. Apesar da falta de expertise técnica especializada, a cidade ainda possui uma lógica espacial intrínseca para ocupar o espaço de maneira funcional.

Não existe uma concepção integral ou um plano geral de uma paisagem urbana. De fato, questões estéticas não desempenham um papel central em sua gênese. Quanto ao seu desenho, apresenta um traçado disperso, múltiplo, desintegrado e aleatório, que resulta em uma variedade morfológica mais irregular e espontânea. Aqui, a cidade é construída sem a intenção prévia de se tornar uma obra de arte; é, em vez disso, o produto do acúmulo de experiências e memórias.

Baseada em uma abordagem mais natural, suas formas se integram e se adaptam ao terreno, resultando em um traçado mais orgânico e em harmonia com a natureza do local.

Nessa cidade, é comum ocorrer insegurança jurídica e questionamentos legais sobre a regularidade urbanística, especialmente em relação à posse da terra, aos lotes ou às moradias. Aqui, a presença do Estado e/ou da iniciativa privada não é tão proeminente quanto na cidade planejada.

Essas cidades podem ser descritas como "não planejadas", "espontâneas", "irregulares", "populares" ou "orgânicas", pois não surgem de um plano ou desenho geral predefinido. No entanto, elas exibem uma funcionalidade que não é muito diferente das cidades consideradas projetadas ou planejadas.

As Figuras 7 e 8, que retratam a Favela da Rocinha, no Rio de Janeiro e a e Favela Sol Nascente-Distrito Federal/Brasília, ilustram vividamente esse raciocínio.




Fig. 7 e 8 Favela da Rocinha-RJ e Favela Sol Nascente-Distrito Federal/Brasília
Fonte: https://media.posterlounge.com

CONCLUSÃO

Este estudo oferece uma análise das dinâmicas urbanas, comparando os conceitos de cidades planejadas e espontâneas. Ao investigar as influências econômicas, políticas, históricas, tecnológicas e culturais, o artigo lança luz sobre como esses fatores moldam as cidades, desde sua origem até sua configuração atual.

As cidades planejadas, resultado de um planejamento cuidadoso, refletem a busca por ordem e controle no espaço urbano. Concebidas como obras de arte, são caracterizadas pela precisão e clareza na forma, bem como por uma organização hierárquica de espaços públicos e uma distribuição regular de lotes. Essas cidades representam a concretização de um projeto precedido por planejamento e plano, garantindo segurança jurídica e ordenamento urbanístico.

Por outro lado, as cidades espontâneas desafiam as abordagens tradicionais de planejamento urbano. Surgem de um desenvolvimento orgânico e não planejado, muitas vezes marcado por uma mistura singular de caos e ordem. Apesar da ausência de um plano formal, exibem uma ordem intrínseca e uma capacidade de auto-organização na construção do espaço urbano. Essas cidades refletem a diversidade e complexidade das sociedades, adaptando-se às necessidades do momento e integrando-se harmoniosamente ao terreno.

Ao explorar esses dois modelos, o estudo contribui para uma reflexão sobre o urbanismo contemporâneo e sua relação com o ordenamento territorial. Além disso, fomenta debates enriquecedores sobre o papel do urbanismo na configuração urbana, destacando a importância de compreender as nuances e desafios associados a cada modelo. Em última análise, oferece uma visão abrangente das dinâmicas urbanas, fornecendo informações para profissionais, pesquisadores e demais atores envolvidos na concepção ou expansão da cidades.

REFERÊNCIAS

Alves, L. R. S.; Fernandes, J. L. (2014) **Os processos de fragmentação da cidade e a territorialidade dos residentes nos condomínios fechados. Relação com o planejamento estratégico dos lugares**. GeoTextos.

Cerdá, I. (1867) **Teoría general de la urbanización, y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona**. Vol. 1. Imprenta Española,

Choay, F. (1988) **Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement**. Presses Universitaires de France-PUF.

Ferrão, J. (2004). **Debate Visão Humanista da Cidade**. Grupo MEDIA do Departamento da Comunicação e da Cultura do Patriarcado de Lisboa. Lisboa.

Guerreiro, M. R. da P. (2010) **Urbanismo orgânico e a ordem implícita: uma leitura através das geometrias da natureza**, Tese de Doutoramento. ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, 2010.

Holanda, F. de. (2003). **Urbanidade, o resgate: Nova Iorque, MA**. In: Holanda, Frederico de (Org.). Arquitetura & Urbanidade. São Paulo: ProEditores, p. 100-113.

Salgueiro, T. B. (2005). **Segregação e Fragmentação**. In: Geografia de Portugal - Sociedade, Paisagens e Cidade. Rio de Mouro: Círculo de Leitores.

Trevisan, R. (2020). **Cidades novas**. Editora UnB.

ABORDAGENS DO CONCEITO DE PAISAGEM NOS INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS DE CIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA TIETÊ-JACARÉ

K.C. Chiari e N. R. T. Constantino

RESUMO

A paisagem é concebida como um sistema que engloba amplos territórios, assim como as cidades, que dentro deste contexto vem sofrendo as consequências das mudanças climáticas e urbanização e se encontram em estado de transição. Tais mudanças são necessárias para mitigar os impactos causados durantes anos ao ambiente natural, onde as ações humanas causaram tal desequilíbrio. A paisagem em sua polissemia e multiplicidade de aplicações, urge como meio promissor na busca desse equilíbrio. Utilizando-se do conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento, o **objetivo** deste trabalho é apresentar o panorama geral de urbanização da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, pontuando suas consequências nos municípios de Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú, trazendo o conceito de paisagem apresentado nos Planos Diretores. Os **resultados** direcionam para as seguintes constatações: a paisagem, apesar de ser mencionada em muitos planos, tem o termo utilizado de forma restritiva ou preservacionista, apenas cumprindo uma obrigatoriedade legal.

1 INTRODUÇÃO

"A paisagem não é a natureza (em si) nem o humano (para si), mas o ponto de encontro de homem e natureza" (Serrão, 2014, p.26), portanto, este trabalho abordará as consequências da convergência homem e natureza, onde os processos de urbanização dos últimos séculos têm mostrado um cenário de urgência no planejamento das cidades contemporâneas e apresentam um desequilíbrio do homem sobre a natureza.

O padrão de urbanização brasileiro que valorizava o desenvolvimento a qualquer custo, desencadeou uma série de consequências para as das cidades, transformando rios, desmatando a vegetação nativa, ocupando e impermeabilizando o solo. Tais consequências podem ser constatadas a partir dos muitos questionamentos acerca dos impactos ambientais causados pelo padrão de urbanização, e têm se tornado relevantes mediante as problemáticas que assolam os centros urbanos nas últimas décadas.

O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023, p.30) mostrou que "a urbanização intensifica ainda mais as temperaturas elevadas extremas". Tais questões mobilizaram organizações do mundo todo, incluindo a Organização das Nações Unidas (ONU), que apresentou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), buscando promover cidades e comunidades mais sustentáveis. Desse modo, o tema de cidades sustentáveis e resilientes tem surgido principalmente como conceito norteador para projetos mitigadores das degradações causadas durante todos esses anos.

Portanto, é argumentado que para haver uma mudança do paradigma atual, é necessário olhar para o ponto de encontro de homem e natureza - **a paisagem** - pois, em sua polissemia e multiplicidade de aplicações, é apresentada como um meio promissor para o equilíbrio entre as ações humanas e a natureza.

Uma das formas de aplicação e gestão da paisagem se exemplifica através da Carta Brasileira da Paisagem (2012), cujo documento se apresenta como instrumento fundamental para o planejamento ambiental e econômico do país. Uma Carta da Paisagem representa um conjunto de princípios éticos que abarcam a ecologia, a justiça social e as políticas culturais e econômicas de desenvolvimento. Seu propósito é fomentar o reconhecimento, a avaliação, a proteção, a gestão e o planejamento sustentável das paisagens em cada nação. Isso é alcançado por meio da adoção de convenções, como leis e acordos, que reconhecem a diversidade paisagística e os valores locais, regionais e nacionais. Essas convenções também abraçam os princípios e processos relevantes para preservar os recursos da paisagem.

Neste documento também são abordados os "Doze princípios da Carta Brasileira da Paisagem", entre eles, e de maior relevância para este artigo está o princípio 4 - A paisagem como instrumento de Planificação do Desenvolvimento Sustentável do País. Neste princípio são apresentadas as seguintes questões:

> A leitura, o reconhecimento e o diagnóstico da paisagem devem preceder a elaboração de planos, projetos e intervenções para a implantação de novos empreendimentos e infraestruturas. Os planos diretores municipais e regionais devem prever obrigatoriedade de estudos prévios sobre a paisagem local e nas diversas escalas abrangidas, reconhecer os principais compartimentos, biomas e domínios morfoclimáticos e fitogeográficos, levando em conta as relações entre os habitantes e as paisagens e a participação dos mesmos e do seu conhecimento nativo na discussão e processo de planificação. As paisagens de reposição voltadas aos programas internacionais de baixo carbono devem levar em conta as especificidades de cada domínio morfoclimático e fitogeográfico do Brasil, utilizando, prioritariamente a flora original para suas recomposições. Os estudos ambientais previstos em lei para obras e empreendimentos de grande porte devem observar as especificidades dos impactos sobre a paisagem e prever processos contínuos de monitoramento das suas transformações, visando proceder às correções e ajustes necessários nos instrumentos de regulação e gestão locais, visando a eficácia da proteção e conservação das paisagens (Carta Brasileira da Paisagem, 2012, p.08).

As considerações apresentadas no documento fomentam formas legais de se planejar com a paisagem e no contexto do planejamento urbano e regional, a paisagem é concebida como um sistema que engloba amplos territórios. Logo, para este trabalho será utilizado a Bacia Hidrográfica, que é uma unidade de planejamento historicamente estabelecida.

Segundo Ribeiro (2004), desde a década de 70, a urgência de restaurar o ambiente e preservar recursos naturais preciosos, como a água, impulsionou a disseminação e consolidação do conceito de Bacia Hidrográfica como uma unidade de planejamento em todo o mundo. No Brasil, para lidar com os desafios relacionados à água doce, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou uma medida que segmenta as grandes bacias do país em regiões hidrográficas, levando em conta as características e dinâmicas dos principais rios. No estado de São Paulo, a gestão das águas segue o mesmo princípio das bacias hidrográficas, e desde 1991 está em vigor o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos. Esse sistema divide o estado em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI's), conhecidas como comitês de bacias hidrográficas (Figura 1).

A área territorial objeto deste trabalho é a Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (BH-TJ), representada pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 (UGRHI 13), localizada na região central do Estado de São Paulo (Figura 1).



Fig. 1 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos com destaque para a UGRHI 13 (Tietê-Jacaré). Fonte: GeoSeade, adaptado e editado pelas autoras (2024).

De acordo com dados do Relatório de Situação da Bacia (2023) a taxa de urbanização atinge 96,5% na UGRHI 13, refletindo uma vasta gama de atividades econômicas, caracterizando-a como uma região altamente industrializada. Em linhas gerais, a utilização e ocupação do solo na BH-TJ não foram realizadas com o devido planejamento, resultando em uma série de problemas ambientais, tais como erosão do solo, desmatamento, acúmulo de águas pluviais, exploração descontrolada dos aquíferos, assoreamento dos cursos d'água, disposição inadequada de resíduos sólidos e contaminação dos corpos d'água por efluentes, entre outros desafios. Grande parte das erosões ocorre em áreas rurais, sendo crucial a recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em áreas críticas, uma vez que as erosões e o assoreamento têm impactos negativos significativos nos corpos hídricos, tanto em termos de qualidade quanto de quantidade. A reduzida cobertura vegetal nativa também contribui para esses impactos adversos nos corpos hídricos, diminuindo a capacidade de drenagem da região.

A UGRHI-13 abrange três principais cursos d'água: o Rio Tietê, estendendo-se por 150 km desde a barragem de Barra Bonita até a barragem de Ibitinga; o Rio Jacaré-Guaçu; e o Rio Jacaré-Pepira, juntamente com seus afluentes. A bacia está subdividida em seis sub-bacias e possui uma área de drenagem de 11.749 km². Em relação à quantidade e qualidade da água subterrânea, a bacia enfrenta sérios desafios, seja devido à sua exploração excessiva ou à contaminação resultante das atividades superficiais. As águas subterrâneas desempenham um papel significativo tanto na captação para diversos fins quanto na reserva hídrica.

Em relação à qualidade dos recursos hídricos, é importante destacar que as principais fontes de poluição são os resíduos domésticos, efluentes industriais, resíduos sólidos provenientes de residências, indústrias, serviços de saúde e atividades agrícolas.

A UGRHI 13 engloba 34 municípios: Agudos, Araraquara, Arealva, Areiópolis, Bariri, Barra Bonita, Bauru, Boa Esperança do Sul, Bocaina, Boracéia, Borebi, Brotas, Dois Córregos, Dourado, Gavião Peixoto, Iacanga, Ibaté, Ibitinga, Igaraçu do Tietê, Itaju, Itapuí, Itirapina, Jaú, Lençóis Paulistas, Macatuba, Mineiros do Tietê, Nova Europa, Pederneiras, Ribeirão Bonito, São Carlos, São Manuel, Tabatinga, Torrinha e Trabiju (Figura 2).

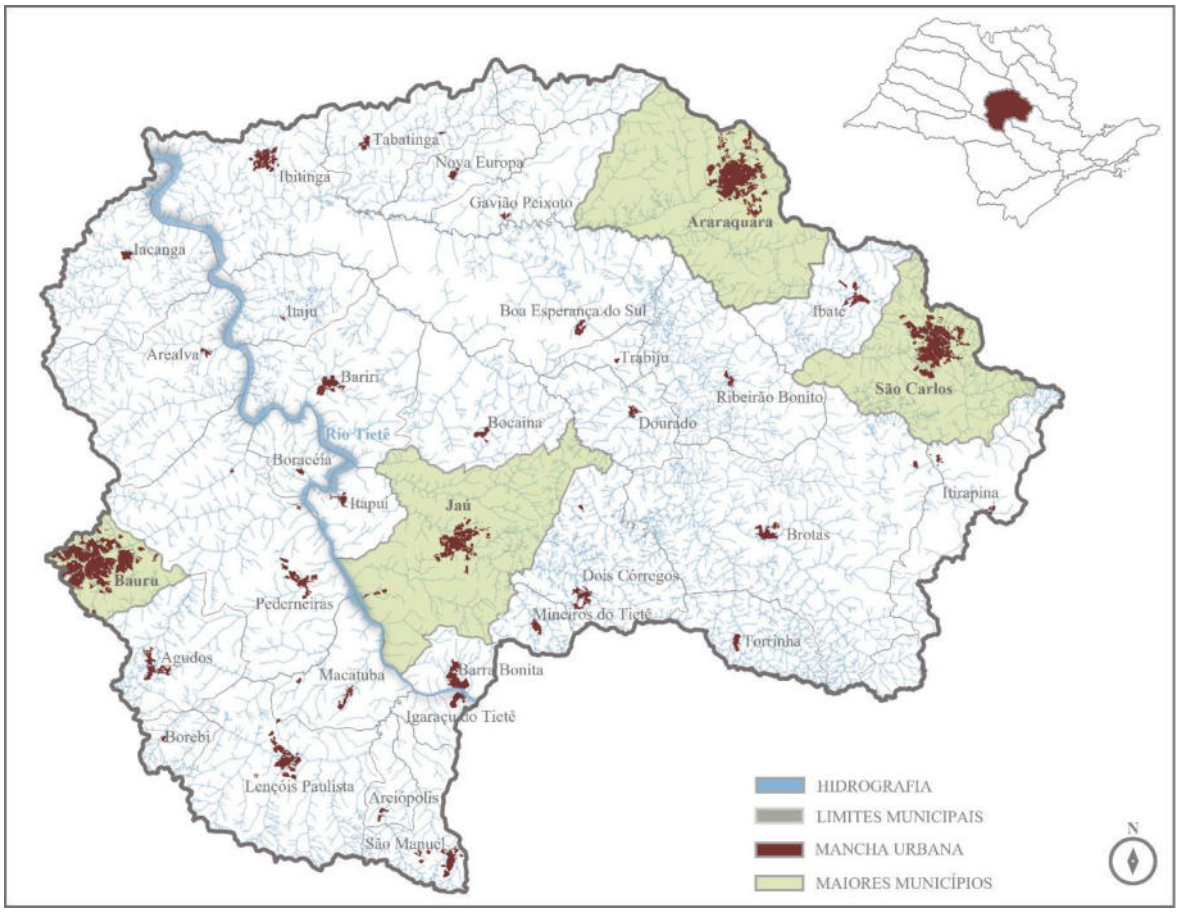


Fig. 2 Hidrografia e municípios da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré.
Fonte: DataGeo, adaptado e editado pelas autoras (2024).

As bacias hidrográficas são sistemas complexos, onde a interação entre a urbanização e os recursos hídricos pode resultar em mudanças significativas na qualidade da água, no equilíbrio ecológico e na disponibilidade de recursos naturais. É nesse contexto que essa pesquisa se insere, buscando a partir da perspectiva da paisagem, compreender não apenas a história da região e as interações entre a sociedade e o meio ambiente ao longo do tempo, mas também o modo de aplicação das políticas públicas incidentes nesse contexto. Ao analisar a paisagem em sua totalidade é possível mitigar impactos ambientais, planejar o desenvolvimento urbano de forma sustentável e promover a conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Além disso, compreender a relação entre o homem e a natureza permite refletir sobre os desafios ambientais contemporâneos e buscar soluções sustentáveis para o futuro, assim como na formação de cidades resilientes de acordo com os ODS.

2 A PAISAGEM COMO REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

A paisagem aqui descrita é fundamentada nos conceitos de Jean-Marc Besse, filósofo francês conhecido por desenvolver as cinco abordagens paisagísticas chamadas de "portas", conforme apresentado em seu livro "O gosto do mundo - exercícios de paisagem", publicado em 2014. Neste artigo, vamos explorar quatro das cinco perspectivas epistemológicas da paisagem: "A paisagem como representação cultural e social"; "A paisagem como território fabricado e habitado (segundo a leitura de John Brinckerhoff Jackson)"; "A paisagem como meio ambiente material e vivo das sociedades humanas" e "A paisagem como projeto".

Na primeira abordagem, a paisagem é vista como um reflexo das atividades mentais humanas, interpretada, compreendida ou expressa por meio de uma linguagem particular. Dentro desse contexto, a paisagem é sempre uma expressão humana, seja em forma de discurso, imagem individual ou coletiva, levando em consideração tanto a subjetividade da percepção quanto os códigos culturais. Entre os exemplos dessa perspectiva está a própria obra de arte, que introduziu a ideia de paisagem na pintura renascentista por meio da inovação da "janela" enquadrada na tela do artista. Sob essa visão, a paisagem não possui uma existência objetiva, mas é moldada pelo pensamento humano sobre ela (Besse, 2014).

Através da segunda abordagem, Besse (2014) procura elucidar a ideia da paisagem como um território formado e utilizado pelas sociedades humanas, que vai além de ser apenas uma representação mental e revela suas conexões com as esferas econômicas, políticas e culturais. Segundo a teoria de Jackson (1984), a paisagem é uma "criação cultural" intrinsecamente ligada à vida quotidiana, um "espaço organizado" que é construído e delineado pelos seres humanos na superfície terrestre; é uma "obra conjunta das sociedades" que altera o substrato natural. Nesta perspectiva, destaca-se a abordagem projetual da paisagem, onde é possível "interpretar a paisagem", e para Besse (2014), aquele que deseja estudar as paisagens terá como primeira responsabilidade ler e compreender as formas e as dinâmicas paisagísticas para adquirir conhecimento sobre o projeto da sociedade que tem moldado essas paisagens.

A terceira abordagem introduz o ambiente como ponto central. Besse (2014) começa sua análise com a definição de "ecúmeno", um termo geográfico que delineia a região habitada pelo ser humano em contraste com o restante do planeta Terra. Nesta perspectiva, a paisagem é vista como um conjunto intricado e interdependente de elementos, representando um domínio da realidade material mais amplo e profundo do que suas representações sugerem. Ela vai além das interpretações subjetivas e sociais para abarcar um conjunto complexo e interconectado de componentes, tais como o vento, a chuva, a água, o calor, o clima, as rochas, a vida selvagem - tudo o que cerca os seres humanos. Em suma, trata-se de todo um ambiente cujas mudanças são influenciadas, de forma mais ou menos direta, pela ação, emoção e pensamento humano.

Por último temos a quinta porta, em que o autor explora "a paisagem como projeto", onde a paisagem surge da reflexão sobre os espaços habitados, levando em conta as interações e a integração com o solo, o território e o meio natural. Nesse contexto, conceber um projeto paisagístico implica em criar algo que, embora já exista, permanece invisível, pois o projeto dá forma a um território ao representá-lo e descrevê-lo. Essa é a maneira pela qual o ser humano direciona sua inteligência para contribuir com o movimento do mundo, destacando certos elementos e restabelecendo suas conexões, como se estivesse participando ativamente de sua própria criação.

Utilizando as perspectivas de paisagem delineadas por Besse (2014), o Quadro 1 apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e os resultados esperados.

Quadro 1 – Procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO (BESSE, 2014)	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	RESULTADOS
I PORTA: paisagem como representação cultural **II PORTA:** paisagem como território fabricado e habitado	Pesquisa bibliográfica histórica; Memorialistas; Levantamento iconográfico.	Levantamento bibliográfico e documental → **embasamento teórico da história das cidades e do território**
III PORTA: paisagem como meio ambiente material e vivo das sociedades humanas	Análise de imagens do Google Earth e mapas de acervos e repositórios institucionais; Levantamento documental, da legislação e de mapas.	Elaboração de mapas com sobreposição de dados → **reconhecimento da paisagem**
V PORTA: paisagem como projeto	Análise dos Planos Diretores, Planos ambientais e de turismo; Legislações municipais.	Análise de planos e projetos relacionados com a área de estudo → **intervenções com/na paisagem**

Fonte: Produzido pelas autoras (2024).

Como **procedimentos metodológicos** a pesquisa utilizou-se da pesquisa bibliográfica histórica sobre as consequências da urbanização em quatro dos municípios da UGRHI 13 – Bauru, São Carlos, Jaú e Araraquara - e como as dinâmicas paisagísticas ocorreram. A pesquisa bibliográfica, envolveu artigos, sites de notícias e textos que se relacionavam, principalmente, a eventos adversos ocorridos nas cidades objeto do estudo, a partir de notícias, mapas e dados que incluíssem questões ligadas à urbanização e ao desequilíbrio entre o homem e a natureza. Após o embasamento teórico, foram selecionados momentos recentes na história das cidades em que o ciclo natural da água desencadeou cheias e alagamentos por conta da ação humana na ocupação de várzeas e tamponamento de rios e córregos, decorrentes do processo de urbanização. Em um segundo momento, a pesquisa buscou levantar os Planos Diretores (PD) dos 34 municípios presentes na UGRHI 13 a fim de identificar o uso do conceito de paisagem nas leis vigentes atualmente.

A partir do exposto, o **objetivo** do presente artigo é apresentar o panorama geral de urbanização da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, pontuando suas consequências nos municípios de: Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú, buscando convergir com o conceito de paisagem apresentado nos planos diretores (PD's) e seu uso como política pública atualmente. Os objetivos serão atingidos a partir das seguintes etapas:

I. Apresentar algumas consequências da urbanização nas 4 cidades elencadas;
II. Levantar os Planos Diretores dos 34 municípios das UGRHI 13;
III. Quantificar as citações do termo paisagem e seus derivados a partir dos PD's;
IV. Qualificar os termos relacionados a paisagem a partir do contexto dos PD's.

Como **resultados**, o trabalho buscou apresentar os municípios de forma teórica e iconográfica. A partir dos dados levantados nos PD's sobre a paisagem, os materiais foram compilados e transformados em gráficos, a fim de sistematizar as ideias utilizadas sobre o conceito.

3 PAISAGENS EM TRANSIÇÃO: URBANIZAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS

Segundo Attanasio, *et al* (2014) a partir do século XIX, houve um significativo desenvolvimento na região da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré devido à construção e abertura de ferrovias para o escoamento das produções. As ferrovias desempenharam um papel crucial na consolidação do ciclo econômico e da rede urbana da região, promovendo o crescimento de cidades ao redor das estações. Com o término do ciclo cafeeiro, a rede urbana já estava estabelecida e concentrada nas principais áreas ferroviárias, como São Carlos, Araraquara, Jaú e Bauru. Embora o café tenha impulsionado o desenvolvimento regional, a ocupação desordenada resultou em degradação do solo e da vegetação nativa, causando impactos negativos nos recursos hídricos desde o início.

O modelo de desenvolvimento urbano dos municípios mencionados segue o padrão observado em muitas localidades do interior do Estado e do país. A formação desses centros urbanos sempre esteve intimamente ligada a motivos econômicos e à busca pelo progresso. Os recursos naturais como os rios, que um dia foram atrativos para o estabelecimento dessas comunidades, acabaram se transformando em obstáculos para a implantação das infraestruturas necessárias para atender ao espraiamento urbano. A construção de estradas, a pavimentação de vias, o crescimento de áreas residenciais e comerciais resultou na impermeabilização do solo em grande parte desses territórios, negligenciando o equilíbrio ambiental e o ciclo natural da água. A ocupação das várzeas, retificação, canalização e tamponamento de cursos d'água frequentemente acabam gerando conflitos, especialmente durante o período de chuvas, quando o ciclo hidrológico não se completa, resultando em inundações e alagamentos. Esse tipo de desastre é fato comum nas cidades elencadas, conforme observa-se nas Figuras 3, 4, 5 e 6.



Fig. 3 Centro da cidade de São Carlos após enchentes em 2020.
Fonte: G1/EPTV (2020).

Em novembro de 2020, após fortes chuvas a cidade de São Carlos sofreu com as enchentes, segundo informações do site de notícias G1, na área central da cidade, identificada como o local mais afetado (conforme Figura 3), as inundações causaram danos em 130 estabelecimentos comerciais, com o arrastamento de 33 veículos pelas águas. As enchentes e inundações atingiram uma altura de até 1,70 metros nas áreas mais baixas da cidade, em outros locais 32 residências foram impactadas, das quais três foram completamente destruídas, além de seis veículos terem sido arrastados pela correnteza.

Já na cidade de Araraquara, os danos foram irreversíveis. Após fortes chuvas em dezembro de 2022, uma cratera se abriu em uma das principais vias da cidade e engoliu o carro de uma família, causando a morte de 6 pessoas que estavam no veículo. Após o carro ter caído, ele foi levado pela correnteza das águas do Ribeirão das Cruzes (Figura 4).



Fig. 4 Cratera se abre após chuvas em Araraquara.
Fonte: G1/EPTV (2023).

Na cidade de Bauru, em fevereiro de 2024, conforme reportado pelo site de notícias G1, "uma forte chuva inundou a avenida Nações Unidas e transformou a via em um verdadeiro rio", a força das águas chegou a arrastar veículos e causar danos em diversos pontos da via (Figura 5). A contradição aqui, é que rio se tornou avenida, e não o contrário, já que o Córrego das Flores foi tamponado e flui sob as camadas de asfalto da via mais movimentada da cidade.



Fig. 5 Estragos em avenida de Bauru após chuva em 2024.
Fonte: G1/TV Tem (2024).

Em 2022, na cidade de Jaú, devido à enchente, um residente perdeu a vida afogado após sua residência ser invadida pelas águas da chuva. As inundações resultaram em alagamentos e danos em múltiplos locais pela cidade, impactando cerca de 500 famílias, e dentre elas 200 encontravam-se em situação de vulnerabilidade (Figura 6).



Fig. 6 Enchentes em Jaú no ano de 2022.
Fonte: G1/TV Tem (2022).

A partir do exposto é possível perceber as consequências da urbanização e do planejamento urbano que sempre buscou o "progresso" na formação das cidades, desconsiderando o meio ambiente e negligenciando os corpos hídricos presentes no território. Um dos principais meios de se planejar com a paisagem e aplicar conceitos que buscam o equilíbrio entre a sociedade e natureza, é através de políticas públicas. Portanto, este trabalho buscou levantar os Planos Diretores dos 34 municípios da UGRHI 13 a fim de analisar o uso do termo "paisagem" presente em suas redações. Do total, 16 cidades ou 47%, não possuem PD (Figura 7), uma das hipóteses que se justificou após o levantamento dos dados, é que todas elas possuem menos de 20 mil habitantes, e de acordo com a Constituição Federal de 1988, a obrigatoriedade de elaboração dos PD's é para as cidades acima desse total. A pesquisa então prosseguiu a partir dos municípios que possuíam o plano, 18 cidades ou 53% do total.

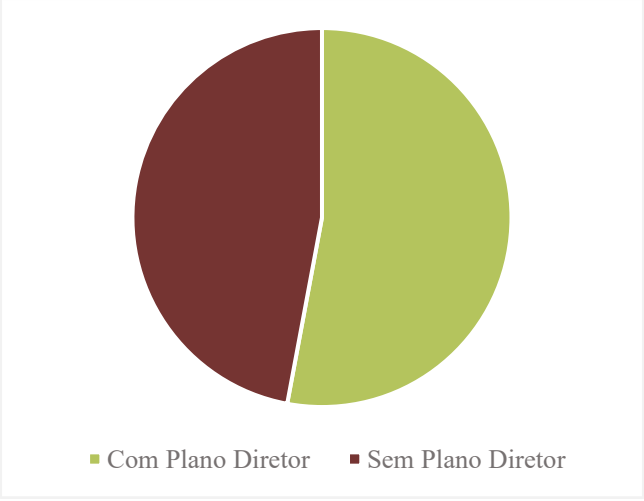


Fig. 7 Porcentagem de municípios que possuem e não possuem Plano Diretor.
Fonte: Produzido pelas autoras (2024)

O primeiro levantamento feito nos textos dos PD's buscou quantificar o uso do termo "paisag". Esse termo foi usado pois a palavra paisagem tem vários derivados, como: paisagismo, paisagístico, paisagens etc. Como podemos observar na Figura 8, o termo predominante encontrado foi o "paisagístico(a)", seguido de paisagem/ paisagens, paisagem urbana, paisagismo e paisagem natural.

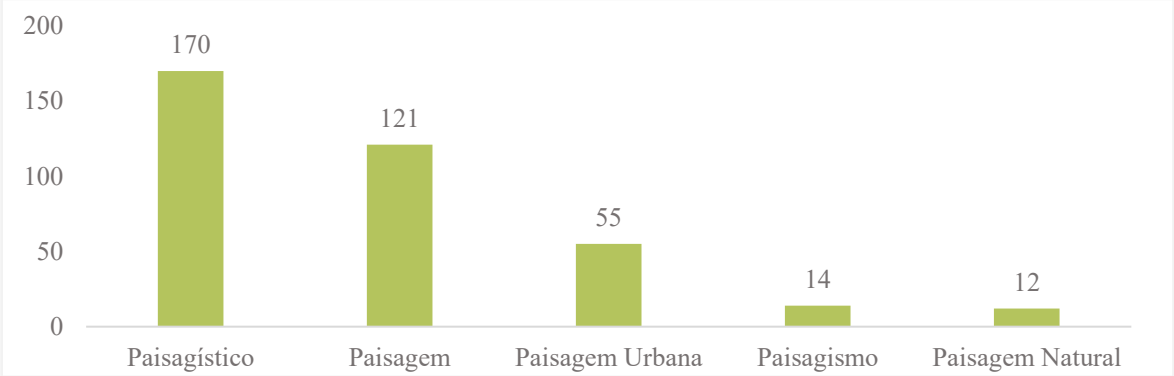


Fig. 8 Quantidade de citações do termo paisagem e derivados nos Planos Diretores. Fonte: Produzido pelas autoras (2024)

O segundo levantamento (Figura 9) buscou qualificar os termos a partir do contexto em que foram mais usados nos textos dos planos, resultando em 4 categorias: Preservação/Patrimônio, Unidades de Paisagem, Paisagem Urbana e Paisagismo.

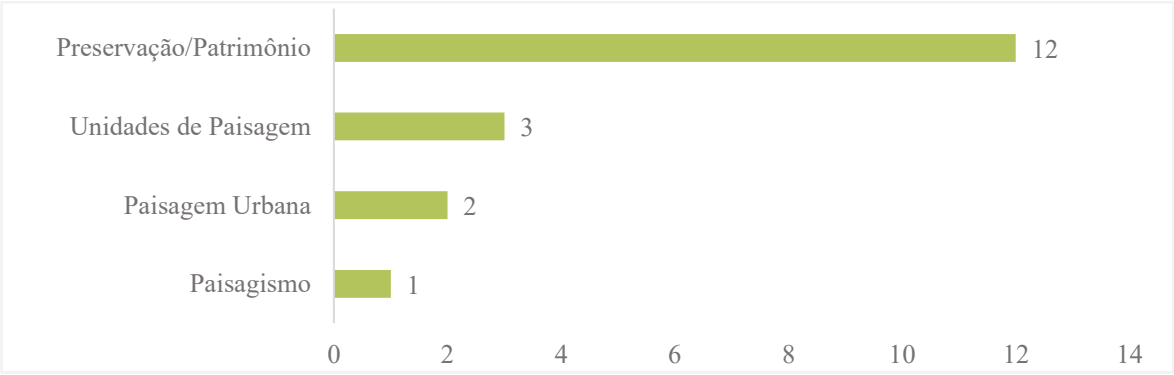


Fig. 9 Qualificação dos termos referentes à paisagem nos Planos Diretores. Fonte: Produzido pelas autoras (2024)

Os PD's dos municípios elencados de Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú, são exemplos de 3 das quatro categorias apresentadas. Começando pela categoria mais citada, onde as cidades de Bauru e São Carlos se inserem, temos Preservação/Patrimônio, remetendo à "preservação do patrimônio paisagístico" ou "zona de proteção paisagística". Foram também observadas citações do Estatuto da Cidade[1], Lei nº 10.257 (Brasil, 2001) como o Art. 2. parágrafo XII – "proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico", o Art. 26. (que fala do direto de preempção) parágrafo VIII – "proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico" e o Art. 35. (direito de construir) parágrafo II – "preservação, quando o imóvel for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social ou cultural".

[1] O Estatuto da Cidade estabelece normas para regular o uso da propriedade urbana visando o bem coletivo, segurança, bem-estar dos cidadãos e equilíbrio ambiental. No entanto, sua aplicação depende dos Planos Diretores, e, conforme constatado nesta pesquisa, cidades com menos de 20 mil habitantes não possuem esses planos e não são obrigadas a elaborá-los, resultando em uma falha na aplicação da lei em municípios menores.

A segunda categoria trata de “Unidades de Paisagem”, que foi muito utilizada no PD da cidade de Jaú. Cada unidade de paisagem é projetada para contribuir para a melhoria da qualidade ambiental e dos serviços urbanos e possibilita a criação de uma estrutura territorial que serve como ponto de referência para os elementos individuais, integrando os diferentes sistemas do plano. Isso permite o planejamento e a gestão de ações em direção a um objetivo comum, seja de conservação ou transformação, levando em consideração as características paisagísticas e ambientais, e respeitando a dinâmica específica de cada componente.

A terceira categoria é a de “Paisagem Urbana”, termo utilizado de forma a priorizar somente o território urbano, ou seja, apesar de alguns planos citarem outras formas de paisagem, a maior ocorrência era restrita à paisagem ou às paisagens urbanas. Essa categoria se insere do PD de Araraquara, por exemplo. A última categoria refere-se ao “Paisagismo”, e neste caso está ligado ao “embelezamento das cidades” e à “requalificação da paisagem da cidade”.

Os resultados obtidos direcionam para as seguintes constatações: a paisagem, apesar de ser mencionada em muitos planos diretores, tem o termo utilizado de forma restritiva e preservacionista, apenas reproduzindo as leis federais em suas redações. Os outros termos derivados se limitam ao contexto urbano, e alguns ao embelezamento de calçadas e das cidades. O termo mais promissor foi de Unidades de Paisagem, pois leva em consideração muitas das possibilidades de aplicação da paisagem, incluindo todos os elementos que a compõem, seu ambiente e território. Porém, apenas 3 municípios fazem o uso desse tipo de estrutura em seus planos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A urbanização e o uso da paisagem no planejamento urbano são questões complexas que têm impactos significativos no meio ambiente. O presente artigo explorou as consequências ambientais desse fato, destacando o uso da paisagem nos Planos Diretores Municipais. Contudo, é visto que a eficácia dos PD’s depende da sua implementação adequada e do comprometimento das autoridades locais, sendo crucial que os planos sejam flexíveis para se adaptar às mudanças das condições ambientais e urbanas ao longo do tempo.

O uso da paisagem no planejamento urbano pode ser uma ferramenta poderosa para mitigar os impactos ambientais negativos da urbanização, no entanto, é crucial reconhecer que o sucesso dessas iniciativas depende de uma abordagem holística e colaborativa, envolvendo prefeituras, universidades, profissionais da área e comunidades locais, refletindo nas políticas públicas a serem adotadas.

Conclui-se, portanto, a relevância dos debates acerca da difusão do conhecimento sobre a paisagem e suas potencialidades no planejamento urbano e regional, em suas diferentes escalas, de planos e projetos, e principalmente na relação homem e natureza, onde devemos ver a paisagem não apenas como um recurso a ser consumido, mas um aliado vital e dinâmico no desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e resilientes. Ao fazê-lo, podemos criar um futuro urbano onde o crescimento econômico e o bem-estar humano coexistam em equilíbrio com o meio ambiente.

5 REFERÊNCIAS

A Carta Brasileira da Paisagem (2012). Redação de: Kahtouni, S. (2011). [online]. Disponível em: https://encurtador.com.br/ioOQ5. [Acesso em: 05 mai. 2024].

Attanasio, C.M. (2014). **Guia de restauração de matas para a bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré (UGRHI N° 13)**. Instituto Pró-Terra.

Besse, J.M. (2014). **O gosto do mundo: exercícios de paisagem.** UERJ. Rio de Janeiro.

Brasil. (2001). Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Estatuto da Cidade.** Brasília, DF: Presidência da República. [online]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. [Acesso em: 11 mai. 2024].

DataGEO. Sistema Ambiental Paulista. (2024). **Catálogo de Dados Ambientais** [on-line]. Disponível em: https://datageo.ambiente.sp.gov.br/. [Acesso em: 01 mai. 2024].

G1. (2020). **Prejuízos causados pela enchente ultrapassam R$ 43 milhões, diz Defesa Civil de São Carlos.** [online]. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2020/12/01/prejuizos-causados-pela-enchente-ultrapassam-r-43-milhoes-diz-defesa-civil-de-sao-carlos.ghtml [Acesso em 09 mai. 2024].

G1. (2022). **Prefeitura estima 500 famílias atingidas pelas enchentes em Jaú; uma pessoa morreu.** [online]. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2022/01/31/prefeitura-estima-500-familias-atingidas-pelas-enchentes-em-jau-uma-pessoa-morreu.ghtml [Acesso em 10 mai. 2024].

G1. (2023). **Araraquara recebe R$ 5,5 milhões para obras emergenciais em pontos atingidos pela chuva.** [online]. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2023/01/11/araraquara-recebe-r-55-milhoes-para-obras-emergenciais-em-pontos-atingidos-pela-chuva.ghtml [Acesso em 09 mai. 2024].

G1. (2024). **Chuva transforma avenida em rio e carros e banheiro químico são arrastados pela água em Bauru**. [online]. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2024/02/14/chuva-transforma-avenida-em-rio-e-carros-e-banheiro-quimico-sao-arrastados-pela-agua-em-bauru.ghtml [Acesso em 08 mai. 2024].

IPCC. (2023). **Resumo para formuladores de políticas. *In*: Mudanças Climáticas 2023: Relatório Síntese.** [(Equipe Central de Redação, H. Lee e J. Romero (eds)] Genebra, Suíça: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Jackson, J.B. (1984). **Discovering the Vernacular Landscape**. Yale University Press, New Haven, USA.

Relatório de Situação dos Recursos Hídricos. (2023). **UGRHI 13 - Bacia Hidrográfica Tietê -Jacaré.** Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-TJ/26110/relatorio-de-situacao-2023.pdf. [Acesso em: 07 mai. 2024].

Ribeiro, M.L.T.B. (2004). **Observando o Tietê**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Núcleo União Pró-Tietê. Vários autores.

Seade Repositório (2024). **Infraestrutura e meio ambiente**. [online]. Disponível em: https://portalgeo.seade.gov.br/i3geo/interface/osm.php. [Acesso em: 01 mai. 2024].

Serrão, A. V. (2014). Paisagem e meio ambiente: uma distinção conceitual. **Enrahonar. Quaderns de Filosofia** .53. 15-28.

POLÍTICAS PÚBLICAS E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DO MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS POR MEIO DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SBN)

T. R. D. S. Pereira e L. M.Gonçalves

RESUMO

Diante das mudanças climáticas e eventos cada vez mais extremos, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) configuram-se como uma alternativa para o manejo sustentável da drenagem das águas pluviais cujo uso é incentivado pela existência de instrumentos legais e políticas públicas aplicáveis ao planejamento das cidades. Com a necessidade de identificar as SbN neste contexto, este trabalho apresenta como tem sido a sua abordagem dentro das principais políticas regulatórias brasileiras relacionadas ao planejamento urbano. Observou-se que grande parte das abordagens encontradas tratam de menções indiretas e focam nas escalas locais e ações pontuais e, apesar de existir arcabouço legal para implementação, ainda se identificam desafios para a sua referência explícita nas políticas regulatórias relacionadas ao manejo das águas pluviais urbanas.

1 INTRODUÇÃO

As chuvas intensas e seus impactos socioespaciais são reflexos do aumento nas ocorrências de eventos cada vez mais extremos em função da alteração dos processos climáticos em todo o mundo. Grande parte disto se deve ao processo de urbanização ao longo da história, que tem corroborado com a elevação dos índices de impermeabilização do solo, assim como também a remoção de cobertura vegetal e o afastamento dos corpos d'água da paisagem urbana. Estas ações contribuem diretamente para o aumento do escoamento superficial das águas pluviais, gerando inundações nas bacias e sub-bacias hidrográficas por não conseguirem drenar ou infiltrar o grande volume e intensidade de chuva, como era possível antes da urbanização. Para solucionar ou minimizar estes problemas, entre as alternativas possíveis, direciona-se para a utilização de abordagens de manejo sustentável de águas pluviais e das Soluções Baseadas na Natureza (SbN).

O manejo sustentável de águas pluviais surge como alternativa ao sistema clássico de drenagem, apontando para o uso tanto de Técnicas Compensatórias (TC) na década de 1970 (Souza *et al.*, 2012), quanto o uso do Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (Low Impact Development, LID, na década de 1980), Christofidis *et al*. (2019). Enquanto o sistema clássico de drenagem prioriza a rápida evacuação da água, baseado nos preceitos higienistas, através de condutos, preferencialmente subterrâneos (como a canalização dos

corpos d´água), o manejo sustentável corresponde ao uso de dispositivos e estratégias de drenagem como bacias de detenção, planos de infiltração, poços de infiltração, valas, trincheiras, biorretenção, ações como a reintegração dos cursos d'água à paisagem urbana, a manutenção dos córregos em seu leito natural e a integração dos dispositivos de drenagem à paisagem urbana por meio de projetos multifuncionais e paisagísticos, entre outros. Todas essas estratégias variam de nomenclatura ao longo do tempo e ao redor do mundo. Considerando os levantamentos feitos por Fletcher *et al.* (2015), Wu *et al.* (2019) e You *et al.* (2022), foi possível identificar 17 termos (em língua inglesa) utilizados mundialmente no manejo de água pluviais, contudo ambos convergem para a mesma direção. Os termos encontrados foram: *Best Management Practices (BMPs); Alternative Techniques (AT); Compensatory Techiques (CT); Stormwater Control Measure (SCM); Source Control (SC); Low Impact Development (LID);Low Impact Urban Design And Development (LIUDD); Water Sensitive Urban Design (WSUD);Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS);Sustainable Drainage Systems (SuDS);Integrated Urban Water Management (IUWM);* e *Integrated Urban Water Resource Management; Green infrastructure (GI); Natural Infrastructure; Green-Blue Infrastructure; Sponge Cities;* e por fim, *Nature-Based Solutions (NbS)* ou, em português, Soluções Baseadas na Natureza (SbN).

O termo SbN pode ser considerado o mais recente associado ao manejo sustentável. Embora tenha sido desenvolvido dentro de um grupo de trabalho da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sua primeira publicação data do final dos anos 2000. As SbN podem ser definidas como processos e ecossistemas naturais para adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (como risco da falta de água; diminuição do armazenamento de água no solo; aumento do escoamento superficial; aumento de enchentes e inundações), ao mesmo tempo em que gera melhorias na qualidade de vida da população (Fraga, 2020). Neste sentido é possível afirmar que se trata de um conceito polifônico ou guarda-chuva que engloba as demais estratégias já consolidadas, representando todas as soluções que de alguma forma foram baseadas em processos naturais e seus benefícios, inclusive estratégias de manejo sustentável de águas pluviais urbanas.

Apesar deste avanço conceitual na mudança de paradigma no manejo das águas pluviais urbanas, a consolidação de sua aplicação no planejamento urbano ainda enfrenta a resistência gerada pelo pragmatismo deixado pelo sistema clássico de drenagem. Uma das formas de garantir a utilização das SbN no planejamento urbano é por meio da regulamentação normativa, ou seja, por meio de instrumentos legais e políticas públicas que podem induzir seu uso nas escalas federal, estadual, regional e municipal como também na escala do lote urbano. Segundo Souza e Secchi (2015), as políticas públicas são um conjunto de decisões, projetos, objetivos e metas para resolver problemas em áreas específicas e garantir o interesse público. Logo, as políticas públicas de drenagem, além de referir a leis específicas, envolvem um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem, escoamento, retenção para o amortecimento de vazões, tratamento e disposição final das águas das chuvas nas áreas urbanas.

No Brasil existe um amplo arcabouço normativo sobre o saneamento, compartimentado em quatro grandes áreas: abastecimento, esgoto, resíduos sólidos e drenagem. Considerando a área da drenagem das águas pluviais, é possível incluir dentro deste arcabouço a Política Nacional de Parcelamento de Solo, as Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, o Estatuto da Cidade, os Planos Diretores Municipais, os Planos de Bacias Hidrográficas e demais instrumentos de gestão urbana específicos.

Assim, ao considerar que a consolidação do manejo sustentável das águas pluviais urbanas pode ser facilitada especialmente por meio de políticas públicas regulatórias, torna-se imperativo identificar se essas políticas contemplam os princípios das Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Portanto, este estudo apresenta uma revisão sistemática das principais políticas públicas regulatórias de drenagem no Brasil, com o intuito de identificar a integração de uma abordagem sustentável.

2 PRINCIPAIS POLÍTICAS PÚBLICAS REGULATÓRIAS BRASILEIRAS

Contextualizando o desenvolvimento da drenagem das águas pluviais urbanas no Brasil, historicamente é possível afirmar que os conflitos socioambientais que encontramos na atualidade, especialmente aqueles relacionados ao uso e ocupação solo urbano, são resultantes de um passado não muito distante culminados em meados do século XIX pelo padrão de urbanização oriundo da organização da sociedade industrial. Pinheiro e Santos (2019) apontam que esse modelo de desenvolvimento foi adotado de forma mais contundente a partir de meados do século XX, tanto no Brasil como também em outros países periféricos, porém sem a extensão necessária de infraestrutura e serviços urbanos, os quais deveriam ser garantidos pelo Estado. A falta de infraestrutura urbana combinada com fatores socioambientais, como a desigualdade social e consequentemente a degradação ambiental, geraram um cenário no qual a conexão entre a malha urbana e as águas pluviais foi desconsiderada.

Silveira (1998), a partir do tratamento brasileiro para a drenagem urbana, descreve este afastamento através de três etapas históricas:

i. Etapa higienista: com a implantação das primeiras canalizações de águas pluviais e esgoto em importantes cidades brasileiras, a partir de meados do século XIX. Estas intervenções de drenagem estavam alinhadas aos princípios higienistas e positivistas, onde se preconiza a evacuação rápida das águas pluviais e servidas, levando à redução progressiva e até mesmo a supressão cursos de água na paisagem urbana;
ii. Etapa da racionalização: marcada pelo desenvolvimento e aplicação do Método Racional e pela normalização dos cálculos hidrológicos para dimensionamento de obras hidráulicas. Essa segunda etapa não altera o conceito de evacuação rápida das águas pluviais, mas se dedica a conferir com mais precisão aos cálculos, possibilitado pelo acesso a novos instrumentos de medição nas primeiras décadas do século XX;
iii. Etapa da hidrologia urbana: representa o questionamento do modelo de desenvolvimento predominante diante da preocupação ambiental surgida na década de 1960. Esta etapa aborda a mitigação dos impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico e no país surgiu em meados dos anos 1970, principalmente a partir do contato de técnicos e acadêmicos com pesquisas de outros países. A atualidade tem se caracterizado como uma tentativa de mudança de paradigma.

Observa-se que estas três etapas históricas, apontadas por Silveira (2018), estão predominantemente relacionadas à elaboração projetual, como cálculos e intervenções na malha urbana, ou seja, à execução de obras apenas, seguindo o paradigma do higienismo ou sistema clássico de drenagem, que prevalece até o momento. Entretanto, com relação ao aspecto regulamentar é possível reclassificar a abordagem em dois níveis. Para Tucci (2016), o primeiro nível diz respeito à regulação nacional, estadual ou pelo Plano de Bacias Hidrográficas; enquanto o segundo nível envolve a regulação na cidade sobre os impactos dentro da mesma. Em outras palavras, ao se tratar de políticas regulatórias, existem critérios

estabelecidos a partir de uma regulamentação federal e estadual, e outra municipal, onde a primeira compreende uma escala maior de planejamento, (a exemplo das bacias hidrográficas tomadas como unidade de gestão), enquanto a outra atende critérios de escala local, ou seja, dentro do próprio município e até mesmo na escala do lote.

2.1 Políticas regulatórias: primeiro nível

As políticas regulatórias de primeiro nível no Brasil, com interface direta ou indireta ao tratamento das águas pluviais começam a ser desenvolvidas principalmente a partir da década de 1970, conforme Figura 1. Notadamente, é neste período que o país passa a ter mais da metade da sua população vivendo nas cidades. Como consequência deste aumento populacional nas áreas urbanas, vários problemas socioespaciais se deflagram, como a ocupação do espaço urbano em áreas e mais periféricas e de risco, com baixo ou nenhum acesso à infraestrutura (espraiando cada vez mais a malha urbana), e também problemas como inundações e alagamentos.

Apesar da existência de TC, LID e SbN, o sistema clássico de drenagem urbana ainda é amplamente adotado como resposta aos desafios enfrentados. Embora várias leis tenham sido promulgadas no país, ainda carecem de revisão para incluir explicitamente a gestão sustentável.

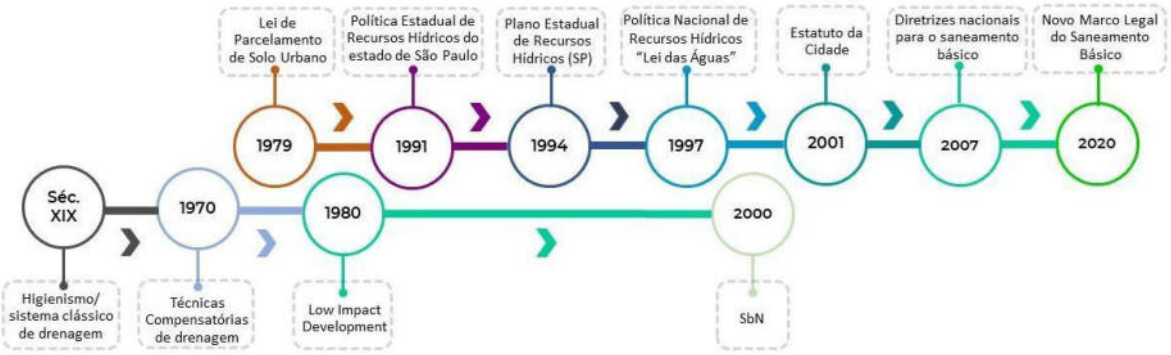


Figura 1: Linha temporal das principais políticas regulatórias no Brasil e dos paradigmas de manejo das águas pluviais. Fonte: as autoras

Considerando o principal instrumento de ordenamento do espaço urbano e de garantia de sua qualidade, a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, nº 6.766/1979, desempenha um papel central. Inovadora para sua época, reconhece os dispositivos urbanos para escoamento das águas pluviais como parte da infraestrutura básica dos loteamentos, juntamente com equipamentos culturais, de lazer, saúde e afins. Dessa forma, diversos aspectos desta lei podem ser associados à abordagem sustentável do manejo das águas pluviais urbanas, como: a proibição de parcelamento do solo em áreas alagadiças e sujeitas a inundações (antes de realizar a implementação de medidas para garantir o escoamento adequado das águas); a reserva de áreas nos loteamentos para instalação de equipamentos urbanos e comunitários, bem como espaços livres de uso público (incluída na lei apenas em 1999); e a regulamentação da largura das faixas marginais de cursos d'água naturais em áreas urbanas consolidadas. É evidente que essa legislação expressa uma preocupação com a gestão das águas pluviais, ao exigir dispositivos de drenagem como requisito básico para a aprovação de um parcelamento do solo, provavelmente devido aos impactos negativos causados pelas chuvas, já evidentes à época. Muitos destes dispositivos que tem uma abordagem mais sustentável como jardins de chuva, bacias de detenção, planos de infiltração entre outros,

podem ser considerados equipamentos urbanos ou comunitários, além de atender a característica da multifuncionalidade (agregando a função de cultura, saúde e ou lazer à coleta de águas pluviais) e ser implantados em espaços livres do município. Dado que é responsabilidade do município estabelecer diretrizes para o uso do solo, o traçado dos lotes, o sistema viário, as áreas verdes e as zonas reservadas para equipamentos urbanos e comunitários, é essencial que seus usos sejam compatíveis com a implementação de sistemas de drenagem pluvial. Portanto, cabe às autoridades locais incorporar, nas diretrizes de saneamento urbano, o uso de SbN, em vez de priorizar exclusivamente o sistema convencional de drenagem.

Pioneiramente foi estabelecida no estado de São Paulo a Lei nº 7663/1991, que define a Política Estadual de Recursos Hídricos. Dada a época de sua promulgação, não havia referência direta às SbN; no entanto, estabelece diretrizes essenciais para a gestão sustentável das águas pluviais. Nesta lei, um dos principais embasamentos é a definição da bacia hidrográfica como unidade de gestão, configurando a necessidade de um planejamento integrado, independente de fronteiras, divisas ou limites territoriais. Ainda é definido que esta gestão também deve ser descentralizada, participativa e reconhecer as características particulares de cada região. Um dos objetivos delineados é a necessidade de defesa contra eventos hidrológicos críticos, envolvendo a recorrência de chuvas extremas capazes de causar danos socioespaciais e econômicos significativos. Neste sentido, as considerações sobre as inundações dispõem sobre o combate e prevenção das mesmas, a implantação de sistemas de alerta e defesa civil para garantir a segurança e a saúde públicas, a articulação de estados, nação e municípios para o controle de cheias, da drenagem e da correta utilização das várzeas. Desta maneira, a lei estabelece a necessidade de zoneamento das áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas áreas sujeitas à inundações frequentes e manutenção da capacidade de infiltração do solo.

Além destas abordagens, na própria Política Estadual de Recursos Hídricos também foram criados instrumentos para garantir cumprimento das mesmas, como:

i. O Plano de Recursos Hídricos*:* através da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), do Plano de Bacias Hidrográficas e do Relatório de Situação. O Plano Estadual deve ser periodicamente atualizado e ser baseado pelos Planos de Bacias Hidrográficas, pelas normas relativas à proteção do meio ambiente, e também pelas diretrizes de planejamento e gerenciamento ambiental (definidas mediante processo interativo entre demais planos regionais e setoriais, devidamente compatibilizado com as propostas de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos do estado). Nos Planos de Bacias Hidrográficas as diretrizes gerais também podem orientar os planos diretores municipais, no que diz respeito aos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento. Para avaliação da eficácia de ambos os planos deve ser realizado um relatório anual sobre a "Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo";
ii. O Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH): que visa a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, além da formulação, atualização e aplicação do PERH. Para isto, cria órgãos colegiados, consultivos e deliberativos estaduais, municipais e da sociedade civil. Dentre estes órgãos estão o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), os Comitês de Bacias (CBHs) e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI). Estes órgãos também são responsáveis por promover a articulação com o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, com os estados vizinhos e com os municípios do próprio estado;

iii. Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO): é a instância econômico-financeira do SIGRH, criada para dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e das ações na área de recursos hídricos, promovendo a melhoria e a proteção dos corpos d'água e de suas bacias hidrográficas, por meio do financiamentos de programas.

É importante ressaltar ainda sobre a regulamentação paulista, que em 1994 foi criada a lei que dispõe sobre o PERH (Lei Estadual nº 9.034), sendo substituída pela lei 16.337/2016 que, entre as demais disposições, faz divisão hidrográfica do estado de São Paulo, compreendendo 22 unidades hidrográficas, denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), conforme Figura 2. É a partir das UGRHIs e a atuação de seus respectivos CBHs que surgem as citações diretas sobre SbN em seus programas de capacitações.

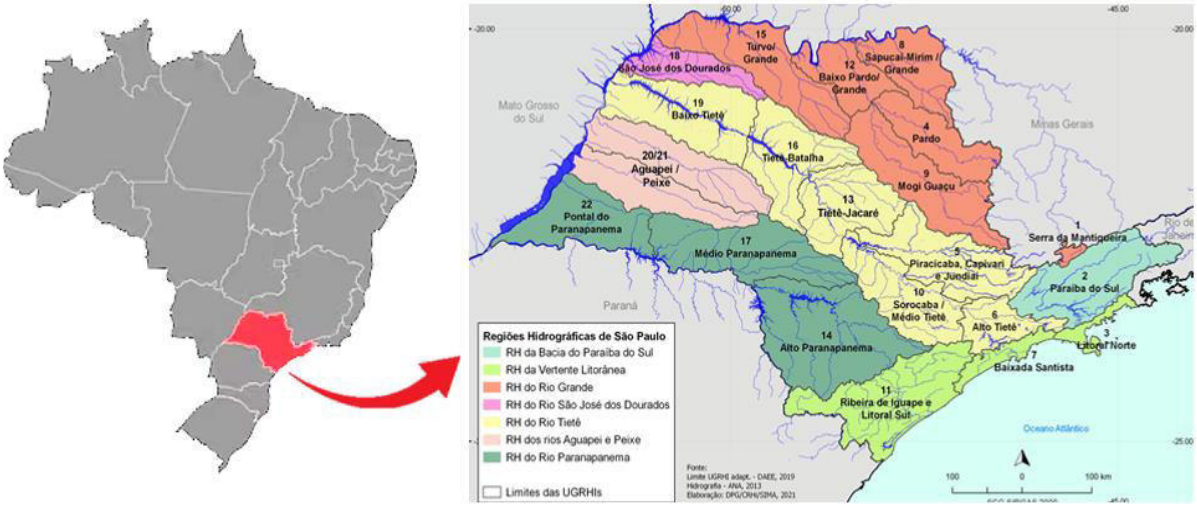


Figura 2: UGRHIs do estado de São Paulo, Brasil. Fonte: Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH).

Contudo foi apenas em 2021, que houve uma deliberação específica do CRH (nº 246/2021) onde consta especificamente o termo SbN, sendo um subprograma dentro dos Programas de Duração Continuada de Proteção dos Recursos Hídricos. Basicamente, este subprograma abrange projetos (básicos e/ou executivos), serviços ou intervenções contemplando SbN que subsidiem a proteção e recuperação de corpos d'água e as práticas de conservação de solo e água ou que resultem em aumento de áreas permeáveis, redução do escoamento superficial e aumento da resiliência de sistemas estuarino-lagunares.

Após a promulgação da lei paulista, foi estabelecida a Lei nº 9433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), comumente referida como Lei das Águas. Diferentemente da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo, esta Lei federal é mais superficial em relação à abordagem sustentável das águas pluviais. Podemos destacar como principais fundamentos o mesmo entendimento da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política, assim como também a gestão descentralizada dos recursos hídricos, somadas à participação do poder público, juntamente com a comunidade. Entre os objetivos da lei é possível destacar a utilização integrada dos recursos hídricos, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos e, acrescentado apenas no ano de 2017 por lei específica, o incentivo e promoção da captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. Como diretrizes há o apontamento para a adequação às diversidades socioespaciais, econômicas de cada região, assim como a sua articulação ao uso do solo. Neste contexto, ressalta que cabe ao poder público (inclusive na escala

municipal) promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos, reforçando assim a compatibilização das políticas nas várias escalas de gestão e a adaptação às características locais.

É importante ressaltar que entre os instrumentos da PNRH estão:

i. Os Planos de Recursos Hídricos: são planos de longo prazo que visam a fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos e são elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o país; e
ii. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e demais fatores relacionados à sua gestão, assim como também divulga os dados e informações sobre a situação quali-quantitativa dos recursos hídricos em todo o território nacional e fornecendo subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

A estrutura de governança instituída para a gestão dos recursos hídricos é denominada Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). O SINGREH é integrado por organismos colegiados consultivos e deliberativos, como também órgãos administrativos, são eles: Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Agência Nacional de Águas (ANA), Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal (cerhs), Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH); os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água.

A Lei 10.257/2001, denominada "Estatuto da Cidade", que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelece diretrizes gerais da política urbana e também determina elaboração do Plano Diretor Urbano (PD) como o principal instrumento para o ordenamento territorial (obrigatório para municípios com mais de 20 mil habitantes), encarregando os municípios da responsabilidade de gestão e planejamento urbano. Nele, o direito às cidades sustentáveis é apresentado como diretriz, englobando com isso, o saneamento ambiental e a infraestrutura urbana, mas não apresenta nenhum instrumento ou diretriz específica para um planejamento urbano baseado na sustentabilidade, como as SbN. Pode-se afirmar que a questão da drenagem das águas pluviais é abordada superficialmente e as menções existentes se resumem ao: mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações bruscas ou processos hidrológicos; ao planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre; à elaboração de medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres; à identificação de diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais, com vistas à redução da impermeabilização das cidades: à compatibilizar o plano diretor com os planos de recursos hídricos; e ao tratamento prioritário às obras e edificações de infraestrutura de saneamento.

Outro importante instrumento neste âmbito é a lei 11445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, recentemente alterada pela lei 14026/2020, conhecida como Novo Marco legal do Saneamento Básico, atribui à ANA a competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Os serviços públicos de saneamento básico abrangem o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Nesta lei, o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas é definido como o conjunto de atividades que compreendem a infraestrutura e instalações

operacionais para drenagem, transporte, detenção ou retenção de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais, incluindo limpeza e fiscalização preventiva das redes de drenagem. São abordadas questões como aproveitamento de águas pluviais, promoção de pesquisas científicas e tecnológicas em desenvolvimento sustentável, conservação e gestão de recursos hídricos, gestão eficiente de recursos hídricos e manutenção de estruturas relacionadas.

A partir das exigências legais, desde a lei 11.445/2007, as imposições para que os municípios realizem o diagnóstico do planejamento do saneamento básico contribuíram definitivamente para a criação ou aperfeiçoamento dos sistemas de drenagem urbana, exigindo assim que todos os municípios brasileiros elaborem seus planos de saneamento, resultando assim nos Planos Municipais de Saneamento e nos Planos Diretores de Drenagem Urbana, que devem ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas e com os planos diretores dos municípios e revisados periodicamente, a cada 10 anos no máximo. Em outras palavras, após considerar a bacia hidrográfica como unidade de gestão, as demais diretrizes e instrumentos devem ser elaboradas na escala do município, ou seja, no segundo nível das políticas regulatórias.

2.2 Políticas regulatórias: segundo nível

A elaboração de Planos Diretores (PDs) como instrumentos de planejamento do uso do solo urbano no Brasil é reconhecida desde a década de 1930 (à exemplo o Plano Agache, no Rio de Janeiro). Contudo, foi pelo atendimento à lei do Estatuto da Cidade, em 2001, que cada município desenvolveu sua legislação específica definindo o seu respectivo Plano Diretor (PD). Com isto, são obrigados a elaborar o PD os municípios que tenham alguma das seguintes características: possuir mais de vinte mil habitantes, integrar regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, que pretenda utilizar os instrumentos previstos do artigo 182 da Constituição Federal, se for integrante de áreas de especial interesse turístico, se estiver inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional, e por fim, se estiver incluídas no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

O PD pode ser o plano central das políticas para uma cidade mais sustentável, inclusive do ponto de vista do manejo de águas pluviais, porque introduz o uso do solo e as legislações ambientais, porém dificilmente trata a drenagem urbana. Guerra e Gonçalves (2019) afirmam que quando realizada, a abordagem das águas pluviais no PD é, em sua maioria, extremamente superficial, tornando visível a falta de instrumentos urbanísticos para o controle ambiental e especialmente da drenagem no planejamento das cidades. Da mesma forma, Silva e Hora (2013) ao analisarem os PDs das cidades de Belo Horizonte-MG (precursora neste processo com seu PD realizado em 1996), Porto Alegre-RS (com um primeiro plano em 1959, PD aprovado em 1999 e revisado em 2010) e Goiânia-Go (2007), inferiram que embora tenham encontrado diretrizes, instrumentos, ações e programas com interface em drenagem urbana, em diferentes proporções e forma (ressaltando que no PD de Porto Alegre as medidas de SbN, como as técnicas compensatórias, são indicadas), as abordagens técnicas constam de modo bastante genérico, apontando para a necessidade de elaboração dos planos específicos de macro e micro drenagem urbana.

Os Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) ou, mais recentemente, Planos de Manejo de Águas Pluviais (PMAP), conforme Oneda (2018), são fundamentais para a gestão da

drenagem urbana, por meio da subdivisão da cidade em sub-bacias e da sua compatibilização com o sistema de administração da mesma. Os PDDUs são um conjunto de diretrizes que determinam a gestão do sistema de drenagem, isto é, gestão da infra-estrutura urbana relacionada com o escoamento das águas pluviais, e os corpos d'água em áreas urbana, visando minimizar o impacto ambiental causado pelo escoamento das águas pluviais e eventos extremos. É importante ressaltar que na elaboração do PDDU deve ser mantida a sua coerência e integração com as outras normas urbanísticas do município como o PD e o Plano de Saneamento Básico, além dos instrumentos da Política Urbana e da Política Nacional de Recursos Hídricos.

As leis de Uso e Ocupação do Solo, assim como os Códigos de Obras ou de Edificações municipais também corroboram com o manejo sustentável da drenagem, especialmente em se tratando de novos loteamentos, ou também na escala do lote. Muitos municípios já têm determinado que os novos loteamentos implantem bacias de detenção ou retenção como medida mitigatória, para não aumentar o impacto do novo empreendimento, como o aumento das áreas impermeáveis e suas consequências na sub-bacia em que está inserido, diminuindo assim o aumento da vazão de pico e do volume a jusante.

Da mesma maneira, com relação as medidas na escala do lote, conforme a definição e mapeamento do zoneamento urbano, a gestão municipal determina para cada zona índices urbanísticos específicos. Entre os índices podemos destacar a permeabilidade, a cobertura vegetal, a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento. A determinação de área mínima livre nos lotes para permeabilidade do solo de cobertura vegetal auxilia na retenção da água da chuva diretamente na sua fonte, minimizando o volume de escoamento superficial. A taxa de ocupação representa a área de projeção da construção no lote, logo, quanto maior o valor da taxa permitida, maior será a área impermeabilizada no lote, gerando maior escoamento superficial. Com relação ao coeficiente de aproveitamento, quanto maior o coeficiente, maior será a quantidade de área construída no lote (mesmo que verticalizada), contudo muitos municípios já homologaram que a partir de determinada metragem quadrada de área construída deve ser implantado uma medida de controle de volume de água da chuva no lote, onde os mais comuns adotados são os poços de infiltração e cisternas.

Nas políticas regulatórias de segundo nível, além dos exemplos citados, existem uma variedade de planos setoriais, como arborização, mobilidade urbana, implantação de projetos, entre outros. Ao considerar a arborização urbana, é importante compreender o impacto positivo que a presença de vegetação, especialmente arbórea, tem na evapotranspiração, relacionada diretamente ao ciclo hidrológico. O planejamento da mobilidade envolve a pavimentação das áreas de circulação, aumentando a quantidade de solo impermeabilizado. Portanto, é recomendável, sempre que possível e de acordo com as características do solo, utilizar pavimentos porosos, sistemas de vaga verde, jardins de chuva e trincheiras de infiltração ao longo da faixa de serviço do passeio público, entre outras medidas. Muitos projetos específicos têm sido implantados, mesmo sem fazer parte de nenhum plano municipal, como jardins de chuva e projetos piloto de parques com áreas inundáveis.

3 ANÁLISE DA ABORDAGEM SBN NAS POLÍTICAS REGULATÓRIAS

Desde a promulgação da primeira lei analisada neste estudo, a expressão "manejo das águas pluviais" só foi incorporada em 2007, por meio da Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Isso indica que, embora as primeiras abordagens de manejo, como as

TCs e o LID, tenham surgido nas décadas de 1970 e 1980, no Brasil, essa preocupação legislativa surgiu quase 40 anos depois. Quanto ao termo "SbN", ele só foi introduzido em 2021, por deliberação do Comitê de Bacias, ou seja, duas décadas após a concepção do termo.

De modo geral, a drenagem é reconhecida como parte da infraestrutura urbana, e seus dispositivos são classificados como equipamentos urbanos e comunitários. No entanto, é possível identificar algumas referências nas leis que indicam e fomentam o desenvolvimento do manejo sustentável das águas pluviais urbanas e a utilização de SbN:

i. Inicialmente é determinado não fazer o parcelamento de solo em terrenos alagadiços, e são recorrentes as menções a um planejamento urbano integrado, tendo como pioneira a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão na lei do estado de São paulo em 1991, seguida 6 anos depois pela lei nacional, de 1997;
ii. A maioria das leis citadas abordam a importância da participação social e a preocupação com as características locais, reforçando o princípio de que cada município deve elaborar um planejamento próprio e específico para as suas necessidades, sendo possível inferir, que para a elaboração dos planos, a participação e consulta social deve ser incluída;
iii. Um dos temas unânimes nas leis é a preocupação com a recorrência de chuvas extremas, que podem gerar prejuízos socioespaciais e econômicos. Possivelmente isto se deve ao fato das mudanças climáticas e da intervenção contra seus impactos através das metas e objetivos estipulados nas Conferências e Agendas Globais. Com isto, a defesa contra eventos hidrológicos críticos envolve o combate e prevenção das mesmas, o mapeamento de áreas suscetíveis, a implantação de sistemas de alerta e defesa civil, intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre, além da elaboração de medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos;
iv. Também é relevante o entendimento da necessidade de preservação das áreas verdes municipais corroborando para a permeabilidade das cidades, assim como também o aproveitamento das águas da chuva;
v. A necessidade de compatibilizar os vários planos existentes (como o plano de bacias, com o plano diretor e com o plano de drenagem, entre outros planos) para que haja um planejamento holístico e integrado, levando em consideração toda a bacia hidrográfica, independente de limites, divisas e até mesmo fronteiras;
vi. Por fim, o apontamento para a necessidade de capacitação técnica e divulgação do conhecimento na área quando aborda o fomento e promoção de pesquisas científicas e tecnológicas.

É importante ressaltar que até o momento nenhuma destas leis aborda especificamente sobre o uso de SbN, ou qualquer outro paradigma de manejo sustentável. Contudo, todas essas associações mostram que existe uma interface que possibilita, mudar a forma como o país e a sociedade tem lidado com as águas da chuva no território urbano.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das deliberações dos Comitês de Bacias e da existência de projetos pilotos, é fundamental que os Planos Diretores utilizem as Soluções Baseadas na Natureza como diretriz principal do planejamento urbano. Embora muitas cidades brasileiras tenham adotado iniciativas de compensação para áreas impermeabilizadas ou incentivado o uso de águas pluviais, relacionadas à legislação de uso do solo e índices urbanísticos, a maioria

ainda reproduz o sistema tradicional de drenagem, sem a sua regulamentação nos Planos Diretores.

Além disso, é crucial garantir a compatibilidade entre os diversos planos, de primeiro e segundo nível (como de Bacias, de Drenagem, de Mobilidade, de Arborização, etc.), por meio da interação entre as secretarias municipais. Compreende-se que a gestão da drenagem envolve múltiplas áreas (departamentos e secretarias) dentro de um mesmo município, inclusive nos níveis estadual, regional e federal. Dessa forma, apenas com a interconexão das mesmas é possível realizar uma gestão holística e integrada, tendo sempre como base a bacia hidrográfica como unidade de gestão.

A tentativa de implementação prática ou projetos piloto de SbN evidencia que a prática brasileira se difere da legislação existente. Assim, os avanços no país começam pela prática e posteriormente refletem em mudanças legislativas. Esse fato reforça a necessidade de avanços significativos nas políticas públicas regulatórias nacionais relacionadas ao manejo sustentável das águas pluviais.

Com base neste estudo, recomenda-se a inclusão das Soluções Baseadas na Natureza em diversas políticas regulatórias, especialmente nos Planos Diretores. Considerando que esses planos passam por revisões periódicas, é possível que, em um futuro próximo, o paradigma do manejo sustentável das águas pluviais seja cada vez mais consolidado no território brasileiro.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

6 REFERÊNCIAS

Brasil. **Lei nº 9.433 de 1997, de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

_____**Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

_____**Lei nº10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da Cidade – Política Urbana. Brasília, 2001.

_____ **Lei nº 11.445, de 5 janeiro de 2007**. Estabelece Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.

_____ **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico

Christofidis, D.; Assumpção, R. Dos S. F. V.; Kligerman, D. C. (2019) A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde Debate**. Rio De Janeiro, V. 43, N. ESPECIAL 3, P. 94-108.

Fletcher, T.D. *et al.* (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, 2015. Vol. 12, No. 7, p. 525–542.

Fraga, R. G. (2020) **Soluções baseadas na Natureza:** elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras. 173f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília.

Guerra, R. A.; Gonçalves, L. M. (2019) **Águas pluviais urbanas: integração da drenagem sustentável ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDU)**. In: II Simpósio Nacional De Gestão E Engenharia Urbana: SINGEURB, 2019, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC.

Pinheiro, C. B.; Dos Santos, R. E. (2019) **Trajetória da drenagem urbana no Brasil: uma perspectiva a partir da análise de políticas públicas recentes de Belo Horizonte**. XVIII ENANPUR.

São Paulo (Estado). **Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
_____ **Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH.
_____ **Lei Nº 16.337, De 14 De Dezembro De 2016.** Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos

Silva, G. F. N.; Hora, K.E.R. (2013) O plano diretor municipal e sua interface com a drenagem urbana. **Revista Labverde** n°7.

Silveira, A.L.L. (1998) **Hidrologia Urbana no Brasil**. In: BRAGA, B. et al. Drenagem Urbana: Gerenciamento, Simulação, Controle. ABRH Publicações, nº 3. Porto Alegre: Editora da Universidade.

Souza, C. F. Cruz, M. A. S.; Tucci, C. E. M. (2012) Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 17n.2-Abr/Jun 2012, 09-18

Souza, Y. H.; Secchi, L. (2015) **Extinção de políticas públicas síntese teórica sobre a fase esquecida do policy cycle**. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, São Paulo, v. 20, n. 66, Jan./Jun. 2015

Tucci, C. E. (2016) Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 13(1), 29-42

Wu, J.; Wu, X.; Zhang, J. (2019) Development trend and frontier of stormwater management (1980–2019): a bibliometric overview based on Citespace**. Water,** 11. https://doi.org/10.3390/w11091908

You, J.; *et al.* (2022). A Systematic Bibliometric Review of Low Impact Development Research Articles. **Water,** 14. https://doi.org/10.3390/ w14172675.

INDICADORES DA SAÚDE QUE CONTRIBUEM PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

B. de A. Alcantara, M. C. de Souza,
I. A. de S. Lima e M. M. A. Samed

RESUMO

O desenvolvimento urbano enfrenta desafios crescentes, exigindo estudos para garantir o bem-estar humano e a sustentabilidade das cidades. Uma cidade sustentável precisa adotar modelos contemporâneos de gestão, que contemplem uma etapa de diagnóstico capaz de guiar as ações futuras. Os modelos de maturidade, amplamente utilizados no setor empresarial, podem ser adotados pelos gestores municipais como uma ferramenta de diagnóstico que ajude a promover o desenvolvimento de estratégias e ações para alcançar níveis superiores de sustentabilidade. Neste artigo, 3 modelos de maturidade são analisados à luz da ISO 37120 e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3(ODS 3). Um ranqueamento é realizado e, com isso, é possível evidenciar que não há um modelo de maturidade ideal para gestão de saúde no contexto de cidades sustentáveis, dentre os modelos analisados. Os resultados do ranqueamento apontam um caminho para a elaboração de um modelo de maturidade para cidades sustentáveis e saudáveis.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, metade da população vive em cidades. Estima-se que até 2030 mais de 60% das pessoas ocupem os centros urbanos e até 2050 a ocupação chegue à 70% da população morando em cidades (PCS, 2012). Na busca para tornar as cidades mais sustentáveis e equitativas, bem como proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), os quais estão alinhados a uma agenda para cumprimento até 2030, em conjunto com todos os países que fazem parte da cúpula das nações (ONU, 2015).

Os ODS constituem um conjunto global de metas para promover o desenvolvimento sustentável, estabelecido pela ONU, sendo composto por 17 objetivos distintos. Cada ODS possui uma série de alvos específicos a serem atingidos até 2030. Para avaliar o avanço em direção a esses objetivos, foram criados indicadores específicos que abrangem áreas como erradicação da pobreza, melhoria da educação, promoção da saúde, garantia

da igualdade de gênero, adoção de energias limpas e combate às mudanças climáticas, entre outros aspectos (ONU, 2015).

Dentre os objetivos propostos pela ONU, o ODS 11 foi estabelecido com intenção de tornar as cidades mais inteligentes e sustentáveis, um desafio global para os gestores das cidades, o assunto se estende diante dos pesquisadores, com ramificações diretas de sustentabilidade às localidades (Duivenvoorden *et al*., 2021). A partir do desafio de tornar as cidades mais inteligentes e sustentáveis, sugiram alguns estudos, com destaque para as pesquisas de Angelidou (2015), Caragliu *et al*. (2015), Duran e Perez (2015), Bouskela *et al*. (2016) e Vida e Jesus-Lopes (2020).

De acordo com a ONU (2015), o objetivo geral das cidades e comunidades sustentáveis é garantir cidades e assentamentos inclusivos à todas as pessoas, com espaços seguros para a sobrevivência humana, resilientes e ao mesmo tempo sustentáveis. Isso significa que a população passa a ter acesso aos serviços básicos de urbanização, sistema de transporte público, aumento de patrimônio cultural, entre outras assistências básicas para a sobrevivência e dignidade humana.

Com o intuito de suprir a crescente demanda por ferramentas que permitam avaliar e monitorar os pontos críticos das cidades e auxiliar em decisões e planejamento urbano, foi desenvolvida a norma 37120, intitulada ABNT NBR ISO 37120:2018 - Desenvolvimento sustentável em comunidades - indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida (Stefani *et al*., 2023). De acordo com os autores, a norma consiste na adaptação e tradução para o contexto brasileiro, compreendendo um conjunto de 100 indicadores distribuídos em 17 seções que abrangem aspectos sociais, ambientais e econômicos das cidades. Esses indicadores são classificados como essenciais ou de suporte, o objetivo principal de avaliar o desempenho dos serviços urbanos oferecidos e a qualidade de vida da população.

Os indicadores essenciais são definidos como aqueles que devem ser seguidos à risca para a aplicação da norma, enquanto os indicadores de suporte dão o alicerce para sua aplicação (NBR ISO, 2018). Essa norma tem se destacado como uma ferramenta crucial para avaliar e comparar o progresso das cidades em relação aos ODS, especialmente o ODS 11, que visa tornar os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Sua ampla adoção global padroniza a coleta de informações sobre o desempenho urbano, possibilitando comparações entre localidades e facilitando a identificação de melhores práticas e áreas que necessitam de melhorias (Cruz; Figueiredo; Castro, 2020).

Para além das cidades sustentáveis, e ainda com viés voltado à população, o ODS 3 é direcionado à saúde e bem-estar populacional, cujo objetivo consiste em garantir que todas as pessoas tenham acesso a saúde básica, principalmente aquelas em situação de vulnerabilidade social. O ODS 3 é formado por treze metas a serem atingidas, todas voltadas para a promoção da saúde para as pessoas (ONU, 2015). O ODS 3 também enfatiza a redução da mortalidade materna, extinção das mortes evitáveis à menor de cinco anos de idade, combate às doenças transmissíveis, redução da mortalidade por doenças não transmissíveis, promoção da saúde mental, prevenção e tratamento de abuso

de substâncias, redução de lesões e mortes na estrada, acesso universal a cuidados sexuais e reprodutivos, planejamento familiar e educação, entre outros (ONU, 2015).

Desta forma, surge um novo conceito de cidade, a cidade sustentável e saudável. Assim, é imprescindível para as cidades a adoção de modelos para diagnosticar o estado atual e, com base nesses resultados, estabelecer medidas, objetivos e ações para contribuir nas tomadas de decisão em direção ao objetivo de sustentabilidade aliado à saúde. Um modelo de diagnóstico que vem ganhando relevância no contexto da gestão das cidades é o modelo de maturidade, que consiste em uma progressão hierárquica de níveis que guiam um percurso do estágio inicial ao estágio final de maturidade.

Com base no exposto, a pergunta de pesquisa que guia este artigo consiste em: como definir um modelo de maturidade e seus respectivos indicadores para contribuir com a gestão de cidades sustentáveis e saudáveis? Assim, este artigo tem como objetivo analisar o estado atual dos modelos de maturidade para cidades sustentáveis e identificar quais os indicadores que podem cooperar para a promoção do setor da saúde em níveis maiores de maturidade.

De acordo com o objetivo estabelecido, o artigo demonstra a adequação dos modelos de maturidade para cidades sustentáveis aos indicadores da ISO 37120 e ODS 3 e, por meio de um ranqueamento. Desta forma, define-se o modelo mais adequado, bem como é proposto um modelo que incorpora as melhores práticas que colaboram com a gestão pública na promoção da de cidades mais saudáveis e sustentáveis. Assim, os resultados deste artigo se justificam, seja pela contribuição para a gestão das cidades e para os cidadãos, quanto para as pesquisas no contexto de cidades sustentáveis e saudáveis.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma breve fundamentação teórica sobre modelos de maturidade; a seção 3 apresenta a metodologia; a seção 4 apresenta os resultados e a seção 5 apresenta as considerações finais.

2 MODELOS DE MATURIDADE

Nesta seção são apresentados alguns fundamentos sobre modelos de maturidade.

O *Capability Maturity Model* (CMM), foi criado em meados dos anos 90 pela *Carnegie Mellon University*, em parceria com o *Systems Engineering Institute* – SEI, visando amparar os avanços das atividades e com intenção de alcançar maiores níveis de amadurecimento, seja em cidades ou em setores empresariais. O CMM pode ser definido como uma ferramenta de gestão, disponibilizada aos líderes e gestores. Essa ferramenta de gestão é utilizada para determinar o nível de maturidade do ambiente de trabalho e, com base nesse diagnóstico, são planejadas ações necessárias para progredir para os próximos estágios de maturidade (Rocha; Vasconcelos, 2004).

O modelo de maturidade é uma ferramenta de gestão fornecida aos tomadores de decisões e gestores, como instrumento para que determinem em qual estágio de maturidade se encontra o seu ambiente de trabalho e, com esse diagnóstico, é possível planejar ações necessárias para que avancem para próximos níveis de maturidade (Rocha; Vasconcelos,

2004). Os modelos de maturidade se baseiam na ideia de evolução com o passar do tempo, através da aplicação de ações para aprimoramento de suas atividades, são elaboradas com a intenção de crescimento em direção a uma maior maturidade permeada por níveis de progresso (Burn, 1994).

Para alcançar o nível de maturidade desejado é necessário passar por um processo evolutivo contendo início meio, fim e possuir hierarquia (Wendler, 2012). Além disso, é um processo, de acordo com uma sequência organizada de etapas, demonstrando o progresso efetivo do desenvolvimento, desde o início até um estágio mais avançado. O desenvolvimento gradual da capacidade das organizações é um sinal de progresso em seu processo evolutivo (Becker; Knackstedt, 2009).

Neste contexto, os modelos de maturidade oferecem às organizações um plano claro e sequencial, que ajudam a identificar os objetivos a serem alcançados em cada fase do processo, bem como a ordem cronológica das políticas para avançar de uma etapa para outra (Rocha; Vasconcelos, 2004).

No ambiente empresarial, destaca-se o Modelo Hierárquico de Lowell, uma ferramenta desenvolvida pelo Centro Lowell para a Produção Sustentável, que visa avaliar o nível de maturidade em sustentabilidade dentro de uma empresa (da Rocha, Mendes, da Silva, 2013). De acordo com os mesmos autores, o objetivo do Modelo de Lowell consiste em analisar os indicadores de sustentabilidade já em uso para determinar a viabilidade do modelo e sua eficácia, como instrumento para promover o desenvolvimento sustentável. O Modelo Hierárquico de Lowell categoriza os indicadores em cinco níveis e os resultados revelam uma visão geral dos indicadores existentes e daqueles necessários para abranger as três dimensões da sustentabilidade.

Os indicadores de saúde usados para o ambiente empresarial podem ser facilmente replicados para o ambiente de cidades sustentáveis e inteligentes, visto que os indicadores de sustentabilidade e os que são englobados nele, têm se mostrado ferramentas eficazes para todos os níveis de organizações e podem servir como fundamentos para mudanças em âmbitos regionais ou industriais (Amano; Ebihara, 2005).

Em outro contexto ligado às decisões de cidades sustentáveis e inteligentes, destaca-se o *Smart Grid Maturity Model* (SGMM) (SEI, 2011). O SGMM é uma ferramenta de gestão que estabelece cinco níveis (iniciante, capacitado, integrado, otimizado e pioneiro), com o propósito de auxiliar instituições a planejarem suas redes elétricas inteligentes e avaliar o progresso em termos de maturidade. O modelo foi desenvolvido, testado e validado em situações reais pelo *Software Engineering Institute* (SEI), que atualmente oferece consultoria para ajudar empresas e cidades interessadas em avaliar seu nível de maturidade nesse segmento.

A *International Telecomunication Union* desenvolveu um modelo de maturidade, denominado *Smart Sustainable Cities* (ITU, 2019), com o propósito de facilitar o desenvolvimento de uma linguagem comum entre as cidades e partes interessadas, melhorar a colaboração tanto dentro, quanto entre as cidades na definição e implementação de estratégias de desenvolvimento urbano e promover o uso de

tecnologias e soluções emergentes. Este modelo de maturidade identifica os diferentes níveis, medidas-chave, objetivos e ações recomendadas para que as cidades possam progredir efetivamente através desses estágios. Isso envolve examinar a situação atual e determinar as capacidades críticas necessárias para avançar em direção ao objetivo de longo prazo.

No que tange a realidade das cidades brasileiras, um modelo de maturidade foi desenvolvido pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, uma unidade de pesquisa vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Esse modelo tem o objetivo de promover o desenvolvimento de cidades mais maduras no contexto de cidades inteligentes e sustentáveis. Esse modelo é fundamentado nos conceitos dos ODS e é analisado através dos indicadores de desempenho das cidades (DE Marco Pereira; Muniz; Alves, 2021).

3 METODOLOGIA

Este artigo se caracteriza como um estudo de caso. Para Yin (2015), essa metodologia se define como um fenômeno de investigação de um assunto em um contexto de um mundo real e, além disso, o artigo se caracteriza com abordagem quali quantitativa, pois analisa dados qualitativos referente aos ODS´s e ISO 37120, bem como interpreta quantitativamente o resultado dos modelos investigados. De acordo com a Figura 1 é possível identificar as etapas de desenvolvimento da pesquisa descrita neste artigo.

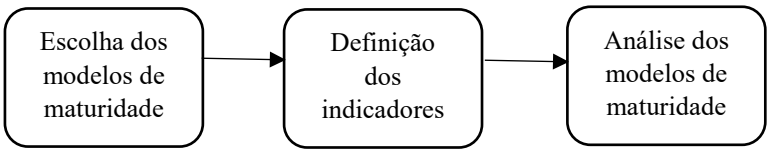


Fig. 1 Etapas de desenvolvimento

As etapas de desenvolvimento apresentadas na Figura 1 são descritas a seguir.

3.1 Escolha dos Modelos de Maturidade

Nesta etapa foram selecionados alguns modelos de maturidade para se extrair os indicadores da saúde. Para identificação dos indicadores, foram analisados três modelos de maturidade já descritos na seção 2, a saber:

- Modelo de Maturidade de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (ITU);
- Avaliação do Nível de Maturidade em Sustentabilidade (Modelo Hierárquico de Lowell);
- Modelo de Maturidade para Cidades Inteligentes e Sustentáveis Brasileiras (MMCISB).

Esses modelos foram escolhidos, pois apresentam indicadores relevantes no âmbito da saúde, os indicadores possuem abordagens distintas e, desta forma, complementares. Dois

modelos de maturidade escolhidos são específicos para o contexto de cidades sustentáveis, ITU e MMCISB. O terceiro modelo de maturidade é específico para o ambiente empresarial, Modelo de Lowell. Entretanto, esse modelo foi selecionado para que pudesse complementar os indicadores da saúde, visto que apresentou boas métricas para o ambiente empresarial.

O Quadro 1 apresenta os modelos de maturidade selecionados e seus respectivos indicadores para a saúde.

Quadro 1 Modelos de maturidade e indicadores para saúde

	Modelos		
Indicadores para a saúde abrangido no modelo	Modelo de Maturidade de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (ITU)	Avaliação do Nível de Maturidade em Sustentabilidade pelo Modelo Hierárquico de Lowell	Modelo de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para Cidades Sustentáveis Brasileiras (MMCISB)
	Acesso a serviços de saúde de qualidade (ITU-1)	Qualidade do ar (LW-1)	Leitos hospitalares na rede pública (MMCISB-1)
	Práticas de saúde preventiva (ITU-2)	Acesso a espaços verdes (LW-2)	Disponibilidade de médicos (MMCISB-2)
	Implementação de tecnologias inteligentes (ITU-3)	Sistemas de transporte sustentáveis (LW-3)	Índices de risco e proteção à saúde dos recém-nascidos (MMCISB-3)
	Segurança pública em emergências (ITU-4)	Segurança alimentar (LW-4)	Prontuário eletrônico (MMCISB-4)
	Saúde mental (ITU-5)	Gestão de resíduos (LW-5)	Serviços online de saúde (MMCISB-5)
	Monitoramento contínuo dos indicadores de saúde populacional (ITU-6)	-	Telemedicina (MMCISB-6)

Analisando-se o Quadro 1, nota-se que existe complementariedade entre os indicadores de cada um dos modelos de maturidade analisados. O modelo ITU aborda mais questões de saúde voltadas a saúde pública e monitoramento psicológico. O modelo de maturidade de Lowell aborda mais questões de saúde voltados à sustentabilidade. Por fim, o modelo de maturidade do MMCISB tem um foco maior na implementação tecnológica da saúde para acesso informacional da população.

3.2 Definição dos Indicadores da Saúde

Nesta etapa são definidos os indicadores da saúde presentes na ISO 37120 e ODS 3 como parâmetro para as análises dos modelos de maturidade selecionados. De uma forma resumida, esses indicadores são dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 Indicadores da saúde, conforme ISO 37120 e ODS 3

	ISO37120	ODS 3
Indicadores	Esperança média de vida	Redução de mortalidade materna
	Número de camas hospitalares	Redução de mortalidade infantil
	Número de médicos	Combate a doenças transmissíveis
	Mortalidade de menores de cinco anos	Redução de mortes por doenças transmissíveis
	Número de enfermeiros e obstetras	Promoção de tratamento por uso de substâncias químicas
	Taxa de suicídio	Redução de mortes em estrada
		Acesso universal a cuidados sexuais
		Cobertura universal de saúde
		Redução de doenças e mortes por produto químico
		Controle de tabaco
		Desenvolvimento universal de vacinas
		Aumento de financiamento para saúde
		Melhor sistema de aviso prévio de risco de saúde

Os indicadores apresentados no Quadro 2 serão utilizados para promover o ranqueamento dos modelos de maturidade. Uma análise dos indicadores acima, demonstra que a norma e os ODS apresentam visões distintas, uma vez que a norma estabelece parâmetros para a certificação e a ODS 3 apresenta metas a serem cumpridas.

3.3 Análise dos Modelos de Maturidade

Na etapa de análise dos modelos, desenvolveu-se um quadro comparativo, construído de acordo com a escala Likert. Deste modo, os indicadores identificados na ISO 37120 e ODS 3 foram colocados à esquerda do quadro, na forma sequencial, para serem utilizados como parâmetros. Nas colunas subsequentes, foram alocados os modelos de maturidade e seus respectivos indicadores. O intuito é promover a verificação dos indicadores dos modelos analisados em relação aos parâmetros estabelecidos. O ranqueamento foi obtido por meio da análise de pontuação da escala crescente de Likert, considerando de 1 a 5.

4 RESULTADOS

A análise dos modelos de maturidade à luz da ISO 37120 e ODS 3 foi realizada pelos próprios autores deste artigo, com base na leitura, compreensão, comparação e julgamento dos indicadores. O Quadro 3 foi desenvolvido seguindo a descrição da etapa 3.3. Foram atribuídos valores da escala Likert, de 1 a 5, demonstrando o grau crescente de concordância entre os parâmetros.

Quadro 3 Análises dos Modelos de Maturidade

Modelo	Modelo de Maturidade de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (ITU)						Avaliação do Nível de Maturidade em Sustentabilidade pelo Modelo Hierárquico de Lowell					Modelo de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para Cidades Sustentáveis Brasileiras					
Indicadores	ITU-1	ITU-2	ITU-3	ITU-4	ITU-5	ITU-6	LW-1	LW-2	LW-3	LW-4	LW-5	MMCISB-1	MMCISB-2	MMCISB-3	MMCISB-4	MMCISB-5	MMCISB-6
Esperança média de vida (ISO37120)	3	2	1	1	1	4	2	2	1	4	1	1	2	4	1	1	1
Número de camas hospitalares (ISO37120)	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	5	3	3	1	1	1
Número de médicos (ISO37120)	4	4	1	4	5	1	1	1	1	1	1	4	5	3	1	1	1
Mortalidade de menores de cinco anos (ISO37120)	5	1	4	4	1	4	1	1	1	4	1	5	5	5	1	1	1
Número de enfermeiros e obstetras (ISO37120)	5	5	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1
Taxa de suicídio (ISO37120)	5	1	1	5	5	2	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1
Redução de mortalidade materna (ODS 3)	5	5	2	2	5	2	1	1	1	2	1	5	5	1	1	1	1
Redução de mortalidade infantil (ODS 3)	5	1	1	4	3	1	1	1	1	5	1	5	5	1	1	1	1
Combate a doenças transmissíveis (ODS 3)	5	5	2	2	5	2	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1
Redução de mortes por doenças transmissíveis (ODS 3)	5	5	1	3	5	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1

Quadro 3 Análises dos Modelos de Maturidade (continuação)

Promoção de tratamento por uso de substâncias químicas (ODS 3)	5	5	1	1	5	2	1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	1
Redução de mortes em estrada (ODS 3)	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Acesso universal a cuidados sexuais (ODS 3)	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cobertura universal de saúde (ODS 3)	5	4	2	2	2	2	1	1	1	5	1	5	5	4	2	2	2
Redução de doenças e mortes por produto químico (ODS 3)	4	2	2	1	5	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1
Controle de tabaco (ODS 3)	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1
Desenvolvimento universal de vacinas (ODS 3)	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aumento de financiamento para saúde (ODS 3)	5	1	5	4	4	5	4	4	3	5	2	5	1	5	4	4	5
Melhor sistema de aviso prévio de risco de saúde (ODS 3)	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5
TOTAL	**313**						**128**					**236**					

No Quadro 3, os indicadores na coluna à esquerda são identificados conforme ISO 37120 e ODS3. Ainda com relação ao Quadro 3, conforme descrito na etapa de 3.1, cada indicador recebeu uma abreviação. Por exemplo, os indicadores do modelo ITU estão definidos por ITU-1, ITU-2, ..., ITU-6 e, analogamente, para os demais modelos, LW-1, LW-2, ..., LW-5 e MMCISB-1, MMCISB-2, ..., MMCISB-6. Os indicadores com melhor avaliação (4 e 5) foram destacados no Quadro 3. Realizou-se o julgamento par a par dos parâmetros, atribuindo-se valores de 1 a 5 de acordo com a concordância e após, promoveu-se a soma, indicando o total obtido por cada modelo.

Por meio do Quadro 3 é possível observar que o modelo de maturidade de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (ITU) foi o que melhor pontuou na avaliação dos indicadores da ISO 37120 e do ODS 3. Em seguida, o MMCISB que é o modelo de maturidade adaptado para a realidade brasileira. Outra importante análise que pode ser feita dos resultados obtidos é que o modelo de maturidade desenvolvido para o ambiente empresarial foi o que se encontra menos adequado aos fundamentos da ISO 37120 e do ODS 3.

Pode-se compreender que nenhum modelo é visto como ótimo, dado que muitos indicadores obtiveram pontuações igual 1, o que significa que não contemplam os indicadores da ISO 37120 nem do ODS 3. Este resultado indica que ainda não há um modelo ideal que contemple os indicadores da saúde para cidades sustentáveis. Um modelo que relacione os indicadores com avaliação 4 e 5 no Quadro 3 seria uma proposta para um modelo de maturidade para cidades sustentáveis de saudáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo demonstrou uma análise que pode ser usada na formulação de políticas e alocação de recursos para melhorar a saúde da população e promoção da sustentabilidade urbana. De forma inédita, foram considerados, simultaneamente, os indicadores da ISO 37120 e da ODS 3, as quais abordam respectivamente, indicadores para certificação de cidades sustentáveis e um dos objetivos de desenvolvimento sustentável voltado para a saúde.

Foram identificados os indicadores de saúde que permitem aos governos locais e outras partes interessadas monitorem o progresso em direção às metas de saúde e sustentabilidade estabelecidas, ajudando a identificar áreas ou grupos populacionais que estão em maior risco de problemas de saúde, permitindo intervenções direcionadas e eficazes.

Um ranqueamento realizado por meio da avaliação de três modelos de maturidade demonstrou que é possível identificar os modelos que estão mais adequados aos parâmetros estabelecidos na ISO 37120 e ODS 3. Os resultados evidenciaram que não há um modelo de maturidade ideal para gestão de saúde no contexto de cidades sustentáveis, dentre os modelos analisados. Porém, o resultado da avaliação dos indicadores pode apontar um caminho para a elaboração de um modelo de maturidade para cidades sustentáveis e saudáveis por meio da incorporação dos indicadores que obtiveram avaliação 4 e 5 nos três modelos avaliados.

A análise dos indicadores de saúde para cidades sustentáveis revela a importância de considerar a qualidade de vida e o bem-estar dos habitantes como pilares fundamentais do desenvolvimento das cidades. As integrações de modelos de maturidade apresentados oferecem uma estrutura sólida para avaliar e promover a saúde nas cidades de forma sustentável. Por fim, as abordagens dos indicadores de saúde em cidades sustentáveis representam um passo significativo em direção a um futuro mais equitativo, resiliente e saudável para todos os cidadãos.

6 REFERÊNCIAS

Amano, K. e Ebihara, M. (2005) Eco-intensity analysis as sustainability indicators related to energy and material flow, **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 16(2), 160-166.

Angelidou, M. (2015) Smart cities: A conjuncture of four forces. **Cities**, 47, 95-106.

Becker, J., Knackstedt, R. e Pöppelbuß, D.I.J. (2009) Developing maturity models for IT management, **Business & Information Systems Engineering**, vol. 1, no. 3, p. 213- 222.

Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). **La ruta hacia las smart cities:** Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente. Inter-American Development Bank.

Burn, J. (1994). A revolutionary staged growth model of information systems planning.

Caragliu, A., Del Bo, C. e Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. **Journal of urban technology**, 18(2), 65-82.

Cruz, C. M. R., Figueiredo, E.S. M. e Castro, L. F. P. (2020) Análise dos Indicadores ISO 37120 e a Qualidade de Vida nas Cidades Inteligentes. **Journal of Information Systems and Technologyn Management**, vol. 17.

Da Rocha, K. E., Mendes, J. V. e Da Silva, M.V.A. (2013) Avaliação do nível de maturidade em sustentabilidade através do Modelo Hierárquico de Lowell. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)**, n. 30, p. 68-78, 2013.

De Marco Pereira, C., Muniz, C. R. e Alves, A. M. (2021) **Cidades Inteligentes Sustentáveis no Brasil.**

Duivenvoorden, E., Hartmann, T., Brinkhuijsen, M., e Hesselmans, T. (2021) Managing public space–A blind spot of urban planning and design. **Cities**, 109, 103032.

Duran, J. e Pérez, V. (2015) Smart, innovative and sustainable cities for the future income: Caracas city. **In 2015 IEEE Thirty Fifth Central American and Panama Convention (CONCAPAN XXXV)** p. 1-6.

ITU - International Telecommunication Union, (2019) **Smart sustainable cities maturity model.** Disponível em <https://handle.itu.int/11.1002/1000/13864> acesso em 17 de janeiro de 2024.

Nações Unidas, (2015) **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**, Disponível em: < https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em 05 de maio de 2023.

NBR ISO 37120 (2018) **Normas Brasileiras Regulamentadoras** Disponível em <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/11880/nbriso37120-cidades-e-

comunidades-sustentaveis-indicadores-para-servicos-urbanos-e-qualidade-de-vida> Acesso em 05 de abril de 2024.

ONU – ODS (2015) **The Global Goals**, disponível em <https://www.globalgoals.org/> acesso em 21 de março de 2024.

PCS - Programa De Cidades Sustentáveis (2012), **Sobre o PCS**, Disponível em: < https://www.cidadessustentaveis.org.br/paginas/pcs>. Acesso em 05 de maio de 2023.

Rocha, Á. e Vasconcelos, J. B. (2004) **Os modelos de maturidade na gestão de sistemas de informação**.

SEI - Software Engineering Institute, (2011) **Smart Grid Maturity Model Update**, vol.3. Disponível em <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/brochures/SGMM_2011.pdf> Acesso em 05 de abril de 2024.

Stefani, S. R., Procidonio, A. L. B., Raifur, L., e Chiusoli, C. L. (2023) Cidades sustentáveis e ISO 37120: a visão dos munícipes. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, 15(43), 452-478.

Vida, E. T. e Jesus-Lopes, J. C. (2020) Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma análise sistemática da produção científica recente. **Revista E-Locução**, [s.l.], v. 1, n. 17, p. 193-213.

Wendler, R. (2012b) The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 12, p. 1317–1339.

Yin, R. K. (2015) **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora.

BASES CONCEITUAIS PARA A PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE JUSTIÇA AMBIENTAL URBANA

F. M. Bueno e W. R. Santos Junior

RESUMO

A partir de um levantamento bibliográfico sobre a emergência das crises ambientais contemporâneas relacionado com a produção do meio urbano, este artigo discute o conceito de Justiça Ambiental à luz do Planejamento Territorial visando mudanças estruturantes para enfrentá-las. O objetivo é consolidar uma base teórica para a criação de um Índice de Justiça Ambiental Urbana (IJAU) como uma ferramenta potente de análise que auxilie no estabelecimento de ações e diretrizes para políticas públicas territoriais que sejam capazes de responder à injustiça ambiental presente na sociedade brasileira, em que parcerias entre atores locais – Estado, cidadãos e empresas – sejam eficazes no enfrentamento das condições e contradições socioambientais. O resultado esperado é alcançar, no campo desta discussão, um horizonte teórico comum para a construção de uma política territorial voltada a enfrentar as contradições da justiça ambiental para que no campo político sejam efetivadas ações diretas que produzam mudanças estruturantes.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Planeta Terra está passando por mudanças importantes na constituição dos seus meios, seja atmosfera, oceano e a porção terrestre. A área do conhecimento sobre a geologia tem discutido os limites planetários e como estes são importantes características a serem preservadas para a manutenção da vida. Estão colocando em xeque visões que ainda negam tal conjuntura apesar da comunidade científica ainda não ter consenso sobre já estarmos vivendo em uma nova era geológica após o Holoceno. O conceito de Antropoceno tem ganhado força desde que foi cunhado pela primeira vez, porém ainda não é importante o suficiente para uma comoção mundial capaz de impedir um desastre para a humanidade e outras formas de vidas atuais (Richardson *et al*., 2023).

A crise climática é real e atualmente ocorrem tragédias de diversos tipos em todos os continentes. Os casos são numerosos e cada vez mais recorrentes e o pior, com intensidade crescente a cada ano que se passa. São casos impactantes de eventos incomuns que em algumas regiões não aconteciam. São períodos de estiagem extrema secando rios perenes, alguns seguidos de queimadas generalizadas, outros períodos com chuvas torrenciais de mais de cem milímetros em algumas horas com alagamento, em que o nível da água sobe ou desce vários metros do padrão, tufões e ciclones onde até então não existiam. Tais eventos ocorrem em todos os continentes, sem exceção, nos últimos 5 anos é possível encontrar casos da crise climática tanto nos países do sul global assim como do norte global, independentemente do

grau de desenvolvimento dos países onde ocorrem. A diferença está na capacidade de responder aos agravos e de se recuperar dos mesmos.

A questão das crises climáticas está relacionada diretamente com a cidade e com a população urbana. É neste espaço que se concentra a maior parte da população mundial e que possui o poder de impactar severamente no desequilíbrio ambiental devido suas funções. O impasse é que as cidades atuais, principalmente as médias e grandes cidades já são insustentáveis, a qualidade do ambiente urbano construído está vinculada diretamente com o sistema produtivo, o qual produziu circunstâncias urbanas distintas entre as cidades do norte global e as do sul global. Há cidades com maior capacidade de responder aos agravos da crise ambiental assim como há localizações dentro das cidades capazes de responder melhor aos danos e essa diferença repercute diretamente no número de óbitos. Quanto mais precário e pobre é o ambiente urbano, maior o número de óbitos decorridos desses desastres ambientais. Esses danos causados nas cidades e no sistema produtivo são distribuídos desigualmente, sendo estes os objetivos de avaliação a serem apontadas pelo Índice de Justiça Ambiental Urbana (IJAU).

2 JUSTIÇA AMBIENTAL E O URBANO

O conceito de Justiça Ambiental (JA), surgido na década de oitenta nos Estados Unidos da América ganhou força com o tempo e possui importante posição na discussão sobre as diferenças entre quais populações sofrem mais com a poluição e os danos ambientais. A Justiça Ambiental, está totalmente vinculada à justiça social somada à dimensão da natureza, ou melhor, é a relação entre a desigualdade social e a degradação ambiental. Os estudos se aprofundaram sobre tal desigualdade do ônus ambiental apontando que as populações ocupadas pelas minorias segregadas por raça, etnia, religião e gênero também são atributos determinantes fundamentais para que estejam mais vulneráveis aos problemas ambientais. A JA tem mostrado que a poluição, as infraestruturas indesejáveis e até mesmo os desastres naturais possuem ligação direta com a diferença socioeconômica das sociedades em geral, independente da Nação. Mesmo em países do norte global, que possuem um histórico socioeconômico mais favorável também praticam uma divisão irregular de recursos públicos prejudicando populações menos possuidoras de poder político e econômico (Cook e Swyngedouw, 2014; Acselrad, *et al.*, 2009).

A principal demanda exigida pela Justiça Ambiental é visar a mudança estrutural na distribuição de poder sobre os recursos ambientais, construindo uma "resistência global às dimensões mundiais da reestruturação espacial da poluição" (Acselrad, 2002 pag.54). O cerne do movimento por JA é a busca por uma distribuição justa tanto do bônus quanto do ônus ambiental, de forma equalitária pelo espaço de forma a evitar concentrações dispares principalmente em comunidades vulneráveis. O foco dos estudos resulta de uma análise sobre os padrões de desigualdade socioespacial ambiental, mesmo não objetivando uma análise sobre o motivo de haver tal disparidade e segregação, e acaba não ilustrando quais processos produzem as disparidades socioambientais. A diferença de concentração de poder político e econômico foi o cerne que impossibilitou o movimento por JA de grandes conquistas estruturais (Cook e Swyngedouw, 2014). O processo de vulnerabilização social/ambiental é um processo histórico, é uma "relação historicamente determinada" e construída (Acselrad, 2015 pag.58).

Há vertentes como a "modernização ecológica" e a "sociedade de risco", que não consideram a relação entre a degradação ambiental e a injustiça social e respondem aos problemas

ecológicos no campo da tecnologia, através de uma lógica de mercado, econômica, na qual a degradação ambiental é resolvida "economizando" o meio ambiente e desenvolvendo técnicas sustentáveis e tecnologias ditas limpas, acreditando-se que as preocupações ecológicas podem ser resolvidas em conciliar o crescimento econômico e a resolução dos problemas ambientais (Acselrad, *et al*., 2009). Tais movimentos cooptaram o conceito de sustentabilidade, utilizado para a reprodução de mercadoria, sem adentrar nas questões estruturantes das desigualdades socioambientais, o que resultou na falha de entender e resolver as estruturas da injustiça e da exploração resultantes das relações contemporâneas entre cidade e natureza (Cook e Swyngedouw, 2014). A vulnerabilidade aos riscos relacionados à degradação ambiental e consequentemente às mudanças climáticas está diretamente associada aos recursos individuais e comunitários, variando com a localidade, disponibilidade e qualidade de infraestrutura, do acesso à serviços públicos e existência de redes de proteção tanto públicas como sociais. (Martins, 2010 pag.10).

Os grupos sociais se arvoram o direito de distribuição dos recursos urbanos e ambientais necessários para responderem aos danos das crises climáticas. Porém tais recursos são disputados de maneira desigual pela diferença de poder político e econômico, são disputas interligadas com as desigualdades sociais e com a degradação ambiental, ou seja, com o conceito de Justiça Ambiental. Pode-se insuflar que a degradação ambiental também extrapola os limites físicos dos territórios devido as ações do capital global, transferindo os danos ambientais para Nações fora do centro do capital e populações/comunidades fracamente organizadas ou ignoradas como o caso dos indígenas brasileiros. O Memorando Summers de 1991, documento do Banco Mundial, sugere o deslocamento de indústrias poluentes para centros menos desenvolvidos pois as vidas nos países pobres valem menos que as dos países ricos (Acselrad, 2015).

Comprovação desta transferência é a exportação/importação de resíduos sólidos (lixo), dinâmica em que os países centrais do capitalismo exportam seus lixos para países da periferia (Oliveira, 2023), dentro da divisão internacional do trabalho. A China, desde a década de 80, processava quase a metade dos produtos reciclados de todo o mundo. Contudo os Estados-nações que se livravam facilmente de um problema ambiental e dos agravos causados passaram a pressionar outros países pobres a receberem a antiga demanda chinesa, que são países que não possuem a mesma capacidade de processo de reciclagem e decidem apenas estocar o lixo sólido (Liy, 2020). A pegada ecológica é exportada dos países no norte global para os do sul global (Cook e Swyngedouw, 2014).

Não é assertivo ignorar os demais autores que são diretamente responsáveis pelo sistema de produção e pelas dinâmicas humanas em relação ao meio ambiente e a sustentabilidade. Apesar das ações serem setoriais, há a necessidade de políticas públicas territoriais que incorporem a Justiça Ambiental em seus escopos, políticas de desenvolvimento que visam a mudança do espaço geográfico e que atuam simultaneamente sobre o econômico e o social, e consequentemente na injustiça ambiental, desempenhando um papel importante na definição do uso do espaço geográfico, nas dinâmicas territoriais orientando e regulando as demais políticas.

O pensamento político e a ação política devem estar organizados na busca por uma justiça ambiental requerendo uma transição mais justa, em que não haveria deslocamento espacial da poluição para populações menos favorecidas socioeconomicamente, muito menos agravos ambientais para nenhuma população. É importante entender as relações que produz a cidade, as relações entre o território das microbacias hidrográficas, o meio urbano

produzido dentro do atual sistema de produção, as leis que pretendem regular tais territórios e as ações dos atores interligados com o território (Mazenod, *et al.*, 2016), podendo assim desvendar os problemas ambientais consequentes dessas relações, para então propor um possível índice que viabilize uma leitura sobre a Justiça Ambiental.

O Indice de Justiça Ambiental Urbana pretende avaliar e apontar no espaço urbano as diferenças socioambientais fundamentais de serem resolvidas na sociedade brasileira para o enfrentamento das crises ambientais e impedir o esgotamento dos limites planetários. Pretende ser uma ferramenta para o suporte de políticas públicas territoriais capazes de atuar estruturalmente e direcionar as ações no espaço urbano em um caminho mais sustentável.

3 ESPAÇO E MERCADO

Atualmente, apesar dos estoques de recursos naturais se localizarem em sua grande parte nos países do sul global, esse fator não é suficiente para a superação do subdesenvolvimento por parte dos mesmos. No âmbito mundial, o que ocorre é a permanência e o agravamento na discrepância entre o desenvolvimento; no âmbito local, a diferença nos níveis de consumo. A vantagem de possuírem os recursos naturais não reflete em desenvolvimento e melhores condições de vida (Ávila e Monte-Mor, 2011).

É importante identificar as estruturas que impedem os países que mais possuem recursos naturais de não se desenvolverem e principalmente de não responderem à sustentabilidade urbana. Tais estruturas não são evidenciadas através de visões favoráveis ao status quo, a economia e o mercado - ou seja, o desenvolvimento sustentável - estes não são os instrumentos que levarão à superação das desigualdades ambientais. Os objetivos econômicos permanecem intrinsecamente centrais no modelo atual de cidades, sobrepujando os aspectos sociais e ambientais (Bibri, *et al.*, 2020), o crescimento econômico e o mercado não apresentam a intenção de resolver os problemas sociais e ambientais.

O crescimento econômico, através da diversificação da economia, tem a possibilidade de reduzir a utilização de recursos naturais conforme se amplia a produção e o nível de renda, pautado pelas novas tecnologias sustentáveis, porém tal possibilidade não se faz realidade quando considerados em termos absolutos as quantidades de recursos naturais utilizados. As novas tecnologias ecológicas ainda não têm sido suficientes para cumprir o que prometeram e pior, podem acarretar o agravamento da distribuição internacional, em que a elevação do consumo nos países tecnologicamente avançados, se dá através da utilização dos recursos naturais extraídos em territórios cada vez mais distantes e menos desenvolvidos e que fundamentam na base da sua economia a exportação de commodities (Ávila e Monte-Mor, 2011).

A política econômica sobre a edge do Neoliberalismo impossibilita que os países do sul global – subdesenvolvidos – alcance os mesmos níveis de desenvolvimento que os do norte global. É uma ferramenta que impede aos demais países a utilização de políticas econômicas para o desenvolvimento socioeconômico (Chang, 2004), essencial para alcançarem a sustentabilidade urbana. O Consenso de Washington que prevê medidas econômicas neoliberais aos países “emergentes”, resulta em problemas estruturais aos países que adotam tal política, de consequências como a perda do controle sobre os mecanismos de produção de políticas públicas e a capacidade de desenvolvimento. No Brasil tem efeitos como a geração de desemprego e maior precarização do trabalho com diminuição recorde no salário mínimo repercutindo em uma crise social; o aumento vertiginoso das privatizações e

concepção conservadora de “estabilidade fiscal”; geração de superávits fiscais primários, apreciação cambial e juros altos, que gerou o crescimento vertiginoso da dívida pública; perda de capacidade produtiva dos setores de maior complexidade tecnológica e assim um menor acesso a inovações tecnológicas; estabilidade macroeconômica incapaz de promover o crescimento, gerando lucros preponderantemente para os capitais financeiros e endividamento do Estado, além do engessando do orçamento público (Vaz e Merlo, 2020) o que impede do Estado brasileiro de investir em medidas estruturais para o enfrentamento das crises climáticas.

É preciso desvendar a relação lógica entre injustiça social e degradação ambiental, ou seja, desvendar a natureza do conflito ecológico (Acselrad, 2002), fato importante para o enfrentamento da degradação ambiental do mundo. Os estudos que visam responder focam na relação socioeconômica, no processo econômico político e ecológico, para além das disparidades socioespaciais (Cook e Swyngedouw, 2014). O desenvolvimento econômico se apresenta como um aliado ao combate da degradação ambiental quando se trata de questões locais, porém quando avaliado na escala global, essa lógica se inverte e passa a ser o principal responsável pelos danos ambientais. Neste contexto, a questão da sustentabilidade é vista como o privilégio de uma parcela da população que se identifica a manter as necessidades materiais futuras para essa mesma parcela (Ávila e Monte-Mor, 2011) desconsiderando as populações que mais sofrem com a crise climática.

Na era da Globalização, o dinheiro rompe tanto com os limites físicos do território como também a noção do tempo, com a velocidade da produção. O dinheiro é fluido e o território fragmentado, causando disputas de interesses conflituosos entre a população local, o Estado e as empresas hegemônicas do capital globalizado (Santos, 2022). A dinâmica do sistema produtivo pelo território não tem fronteira, ao inverter sua lógica de não ser mais o capital que visa o espaço para a sua reprodução e sim o espaço que visa angariar capital, em uma dinâmica espacial para atrair investimento para a produção e reprodução social, em que há uma disputa pelo espaço e por meio do próprio espaço, uma disputa dos fluxos e interações físicas/materiais (Harvey,1992), assim não respeitam as fronteiras das jurisdições administrativas e normativas, sendo essencial o saber sobre os aspectos regionais e setoriais (Bueno, 2007) para o enfrentamento das disparidades socioeconômicas ambientais pelo espaço.

“Portanto, acredita-se que a injustiça ambiental cessará apenas com a contenção do livre-arbítrio dos agentes econômicos com maior poder de causar impactos ambientais, ou seja, pelo exercício mesmo da política, nos marcos de uma democratização permanente.” (Acselrad, *et al*., 2009, pag.30)

A mercadoria e suas relações de produção, distribuição, circulação e consumo, constrói relações sociais que ocorrem dentro, através e no espaço urbano. O espaço urbano faz parte desta perda de identidade como mercadoria resultante de relações sociais além de ser o espaço que concentra a dinâmica das demais mercadorias. Se, o produto urbano sendo uma mercadoria resultante de relações sociais, dentro da lógica em que a mercadoria é o que se consome e não resultado de reações sociais, a sociedade se torna objeto da mercadoria, e a mercadoria passa a ter valor apenas de uso e troca, criando uma máscara que esconde a realidade social na produção de mercadoria (Chauí, 2006), transformando assim o espaço urbano em um bem consumível, perdendo sua característica de espaço das relações sociais.

Se cria assim uma versão da realidade social que não expressa a verdade sobre a sociedade, das relações sociais, do território, do espaço urbano e das interrelações entre si. Essa ideia coerente como um todo, esconde a verdade dos motivos que a maior parcela da população não usufrui dos potenciais socioeconômicos ambientais da sociedade. Se faz coerente através da organização, do planejamento e da administração em uma ideia em que o principal é a competência, que repercute como ciência, moral, tecnologia, como ação, entre outros aspectos (Chauí, 2006).

O pensamento dominante atua tanto nas ideias e valores como nas normas e regras, influenciando a sociedade no seu pensar, nos sentimentos, nas ações e no que e como valorizar algo, se traduzindo como verdade, porém escondendo sua origem e seus vácuos explicativos para sua coerência. É explicativo e prático, de condição normativa e reguladora com função de possibilitar a dominação social mesmo com as disparidades latentes sociais, políticas, culturais e econômicas, camuflando tais diferenças e normalizando-as, exprimindo um sentimento de identidade social à toda sociedade (Chauí, 2006).

Tal dominação social se faz "legítima", pois nesta é introduzida o discurso do bem comum. Os interesses dos privilegiados são "oferecidos" ao restante da população como se fosse do interesse comunitário, com benefício de alcance total. Esta atividade se inicia ainda quando o Brasil era colônia, no embrião das cidades, onde uma minoria chamada de "homens bons" administrava a cidade, exigindo esforço do povo para sua manutenção. Manipulavam o Estado para obterem certa autonomia sobre a Coroa, criando condições para o enriquecimento pessoal, utilizando-se dos interesses particulares como interesse de todos (Silva, 1984).

Há a necessidade de se mudar essa realidade através da verdade, e não da ideologia. Esta é uma imposição de via única, pois o contrário é a verdade, a ideologia é dominação social, não havendo a ideologia do oprimido (Chauí, 2006). O Indice de Justiça Ambiental Urbana, para fazer jus ao nome, tem por necessidade desvendar este véu que normaliza uma grande parcela da sociedade brasileira vivendo em assentamentos precários e favelas e precisa expressar a verdade das comunidades que são vulneráveis, das sociedades que sofrem as maiores mazelas das tragédias climáticas, em um movimento de baixo para cima, do local para o global, articulando com "o pensamento livre e não o discurso único" (Santos, 2008, pag. 14), somente assim haverá a possibilidade de mudanças estruturais urbanas capazes de transformar as cidades em espaço sustentáveis, considerando em seu escopo a dimensão da natureza como espaço existente de ser vivido e não apenas ser usufruído como suporte natural de produção dos meios de subsistências.

Os governos locais são os que devem assumir a responsabilidade sobre a parcela da população mais suscetível aos problemas causados pelas mudanças climáticas (Martins, 2010). Os governos de menores instâncias estão responsáveis diretamente por ações interligadas ao processo de adaptação para se atingir o equilíbrio sustentável nos meios antropizados, tanto no urbano quanto no rural, principalmente ao que se refere ao planejamento urbano. Estes, possuem o poder de articular medidas e leis efetivas capazes de enfrentar os desastres ambientais devido às mudanças climáticas e pressionar as instâncias superiores por projetos eficazes de redução de riscos socioambientais.

4 PLANEJAMENTO TERRITORIAL

O Brasil tem criado leis e planos que buscam enfrentar a democratização da terra urbana, contando com instrumentos que possibilitam o enfrentamento dos problemas urbanísticos. O Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257/01), lei de política urbana, regulamenta o capítulo sobre política urbana originalmente aprovada na Constituição Federal de 1988. O conjunto de leis urbanas fundamentaram os direitos coletivos dos espaços urbanos, que para além da propriedade privada, constitui a responsabilidade e obrigações sociais do imóvel. Houve o esforço de aprovação de diversos Planos Diretores, obrigatórios em cidades grandes e médias, constituindo uma ordem institucional sobre política urbana com uma rede de leis jurídicas-urbanísticas, em todas as instâncias governamentais, que, apesar de ser uma conquista social, não foram suficientes para impedir o desencadeamento do crescimento da especulação imobiliária, de processos de segregação sociespacial e de impacto socioambiental, do aumento de conflitos fundiários com despejos e remoções que agravaram a informalidade urbana (Fernandes, 2016).

O pensamento Neoliberal reduziu as políticas públicas para o sentido de gestão e após a Segunda Guerra o conceito de gestão vem assumindo o lugar do planejamento urbano. O Planejamento remete ao futuro, na tentativa de prever a evolução de um fenômeno, precavendo possíveis problemas ou tirar partido de prováveis benefícios. Já a Gestão se remete ao presente, visando as necessidades imediatas, com capacidade de adaptação e resolução de questões imprevisíveis. Ambos se diferem na atuação e devem se complementar para uma ação efetiva no espaço urbano. O desafio é planejar de modo flexível, não racionalista, adotar modelos menos centralizados não significa renegar ao mercado, mas é uma alternativa de enfrentar a submissão ao mercado, é uma necessidade econômica e política (Souza, 2010).

O Estatuto da Cidade possui uma natureza de planejamento territorial, obrigando o Poder Público a cumpri-la, o que pode gerar improbidade administrativa pelo seu não cumprimento. Delega a atuação no espaço ao poder municipal, de regulamentar os planos sobre uso e ocupação do solo para reorganizar o mercado imobiliário. Possibilitando maior autonomia ao poder local por este ter maior capacidade de redistribuir a riqueza. “Assim ele precisa de ter canais e poder de influir os mecanismos econômicos estaduais federais que capturam valores gerados na ação da produção capitalista industrial e financeira no território da região onde se insere o município” (Bueno, 2007) “Além de reconhecer e promover a valorização da posse, cabe também ao planejamento territorial determinar as condições de cumprimento da função social da propriedade pública (Fernandes, 2016, pag 28).

Ao nível municipal os Planos Diretores não foram, e continuam não sendo, suficientes para a solução dos problemas urbanísticos. Não foram capazes de mudar estruturalmente a forma da produção do espaço urbano que continua seguindo as regras do mercado. Os planos, por mais que sugerem uma participação comunitária, não garantem ações de mesma abrangência. A Lei de Zoneamento, de uso e ocupação de solo, possui mais força nas ações referentes ao espaço urbano do que o Plano Diretor, pois reforça a lógica de acúmulo de capital em oposição ao bem-estar comum da sociedade (Villaça, 2005). As ações sobre o espaço urbano continuam até hoje, a seguir as lógicas de mercado, muito devido à disparidade de poder político e econômico da sociedade brasileira. Através da utilização do discurso de “interesse público” e “urgência” para o desrespeito às leis por parte das administrações públicas, objetivando a mercantilização dos espaços das cidades, em que o valor de troca prevalece sobre o valor de uso (Fernandes, 2016).

O processo de substituição do planejamento pela gestão, sobrepõem o zoneamento ao plano, e ocupa o lugar deste, o plano não assume a posição devida, sendo inviabilizado dentro a administração pública. O zoneamento assume tamanha importância que se torna independente do plano e das demais políticas setoriais e se torna o instrumento da prática, como controle dos lugares mais valorizados do urbano. "Estabelece-se estreita relação entre plano e zoneamento – o zoneamento é visto como elemento inseparável do plano – e difunde-se a ideia do zoneamento abrangente ao conjunto da cidade, articulando, em cada zona, diferentes índices urbanísticos" (Feldman, 2005, pag. 278) sendo esta prática um dos cernes da segregação socioespacial nas cidades brasileiras.

A disputa política através da equidade social é fundamental para o enfrentamento dos problemas ambientais. Os espaços urbanos precários são os espaços com piores condições de infraestrutura e onde residem as pessoas com déficit de renda para consumir as mercadorias urbana. São esses espaços que ilustram os problemas estruturais do sistema pelo território urbano, havendo a necessidade de investimento massivo em infraestrutura somados com ações de regularização fundiária e urbanística. O município passa a ser um ente federativo autônomo, mas não nas suas finanças, fica dependente da concentração de recursos em nível federal e estadual, pois os meios produtivos são móveis através do território (Bueno, 2007).

O processo social é a estruturação, desestruturação e reestruturação da práxis coletiva dentro da estrutura social. Assim a Planificação aparece como um controle social, onde se pode ter ações conservadoras, tradicionais, inovadoras ou racionais (com relação a valores) (Pereira, 1970). Cooptado pela ideologia dominante e de dominação, as leis de planejamento territoriais não têm como objetivos resolver os problemas sociais, mas de manter o controle, como oposto de mudança, ou seja, se impõem como mantenedor, pois o discurso se subverte à ação impedindo as alterações socioambientais para o alcance de uma cidade sustentável, mantendo, ampliando e intensificando a segregação socioespacial.

5 SEGREGAÇÃO SOCIOESPACIAL

Focando nos espaços urbanos, os problemas estruturais socioeconômicos e ambientais se traduzem principalmente através da segregação. Há o necessário cuidado em não transformar os problemas sociais decorrentes das discrepantes diferenças entre parcelas da sociedade, do sistema produtivo e do consumo e suas oportunidades - que repercutem pelo espaço urbano - como sendo problemas de origem do espaço urbano (Bueno, 2007). Contudo, a sociedade está diretamente interligada com o espaço, em que somente a visão espacial é capaz de iluminar certos processos sociais (Villaça, 2001).

"Subliminarmente, a ideologia inculca nas mentes da maioria a ideia de que a cidade é aquela parte constituída por onde estão os dominantes. Essa ideologia facilita a ação do Estado, que privilegia esta parte. Ao investir nela, o Estado está investindo na cidade; ao protegê-la através da legislação urbanística, o Estado está protegendo a cidade" (Villaça, 2001, p.350). A segregação espacial não pode mais ser entendida como o mito que seria algo natural do humano (Brain e Sabatini, 2008), as dimensões da segregação por classe, raça, etnia, religião e gênero estão condicionadas a atuação de quem controla os meios de produção e dominação das cidades do que por autossegregação de quem sofre tal dominação, e a Justiça Ambiental tem pontuado tais localizações.

O controle da produção do espaço urbano por uma parcela dominante, através da produção material e direta, como por ações do Estado, através das ideias de dominação, não mostram objetivamente as relações entre a segregação e o restante da estrutura urbana (Villaça, 2001), as disparidades de poder político e econômico da sociedade são os motivos reais da segregação socioespacial da sociedade brasileira que reproduz a segregação na lógica da espoliação urbana (Kowarick, 1983) pelo território com a perpetuação da segregação socioespacial e a condição de vulnerabilidade social. Habitar moradia irregular e ilegal, retira a cidadania desta parcela da sociedade, sendo vista como "usurpador que pode ser destituído sem a possibilidade de defesa, pois contra ele paira o reino da legalidade em que se assenta o direito de expulsá-lo" (Kowarick, 1983, pag.91) ainda nos dias atuais em grandes cidades e regiões metropolitanas.

Uma das principais característica da segregação é a tendência da parcela da população segregada no espaço urbano de ter maiores dificuldades de acessar as localizações melhores produzidas tratadas como mercadoria de alto valor agregado, munidas de infraestrutura capazes de enfrentar os agravos das crises climáticas. A segregação "limita a possibilidade de acessar redes sociais e certos capitais sociais e simbólicos que promovem o avanço ou a integração social" (Guevara, 2015, P. 11) e para se alcançar a justiça social, é imprescindível que as questões apontadas sejam solucionadas.

6 CONCLUSÃO

A sociedade contemporânea tem criado cidades espacialmente desiguais com disparidade na concentração das infraestruturas. As estruturas socioeconômicas se reproduzem através do espaço geográfico impedindo a mesma sociedade de viver em harmonia, em resiliência e de forma mais sustentável. São essas estruturas socioeconômicas que impedem a justiça socioambiental, pois há a parcela que se beneficia desta disparidade em detrimento da parcela que sofre.

A crise climática, os agravos ambientais, seriam uma forma de dominação social ou seriam apenas consequências da atual situação do sistema produtivo relacionados ao meio urbano? A resposta não está no campo da arquitetura e urbanismo, provavelmente não está em apenas um campo de conhecimento, ela se dará através da junção de diversas áreas. O Índice de Justiça Ambiental Urbana seria apenas um prelúdio dessa análise territorial.

O Índice de Justiça Ambiental Urbana não pode ser mais uma mercadoria com o selo de sustentabilidade, em que, não se leva em consideração as relações e as consequências socialmente produzidas assim como ignorar os agravos desigualmente distribuídos. Não deve se transformar em um simples produto de negócios para a reprodução socioeconômica do urbano. O conceito de sustentabilidade foi cooptado pelo mercado, perdendo seu principal objetivo de enfrentamento das ações e produções responsáveis por alterar drasticamente as condições de vida do Planeta, fundamentais para a sobrevivência. O Estado, a sociedade e as empresas precisam atuar em direção à mudança radical da atual conjuntura para que haja um futuro possível de manter a vida.

O IJAU tem por objetivo identificar e apontar no espaço urbano as localizações em que há a necessidade de maior investimento tanto para garantir uma produção sustentável como uma relação harmônica dos espaços antropotizados e a natureza, possível de operar um caminho preservando as características atuais da Terra buscando reverter os limites planetários já extrapolados.

Por fim, o IJAU pautando uma Política Pública Territorial poderá ser um instrumento fundamental desde que responda aos problemas estruturais e do urbano. A política territorial pode ser organizada para a manutenção do "status quo" através da ideologia dominante, a qual não visa responder aos limites planetários e a crise climática com a devida seriedade. A Política precisa ser pautada pelas necessidades sociais e pelos interesses da maioria.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com a LelloLab Inovação Urbana LTDA

7 REFERÊNCIAS

Acselrad, H. (2002) **Justiça Ambiental e construção social de risco, Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.5, p. 49-60, jan./jun., Editora UFPR.

_____. Mello, C. C. A. e Bezerra, G.N. (2009) **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond.

_____. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana**. O social em Questão**, ano XVIII, n. 33, p. 57-67, 2015.

Ávila, J. L T. e Monte-Mor, R. L. M. (2011) Subdesenvolvimento sustentável? Velhas e novas contradições na periferia do capitalismo, **Revista de Economia Política**, vol. 31, nº 3 (123), pp. 381-396.

Brain, I. e Sabatini, F. (2008) La segregación, los guetos y la integración social urbana: mitos y claves**. Revista Eure**, Vol. XXXIV, Nº 103, pp. 5-26.

Bibri, S. E., Krogstie, J. e Karrholm, M. (2020) Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. **Developments in the Built Environment**, vol. 4, Article 100021.

Bueno, L. M. M. (2007) Inovações para a concretização dos direitos à cidade: limites e possibilidades da lei e da gestão, in Bueno, L. M. M. e Cymbalista, R. (orgs), **Planos diretores municipais: novos conceitos de planejamento territorial**, São Paulo: Annablume.

Chang, H. J. (2004) **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**, São Paulo: Editora Unesp.

Chauí, M. (2006) **O que é ideologia**. São Paulo: Brasiliense.

Cook, I. R. e Swyngedouw, E. (2014) Cities, Nature and Sustainability, in Paddison R, McCann E (eds) **Cities & social change**. Sage, Thousand Oaks, pp 168–185.

Feldman, S. (2005) **Planejamento e Zoneamento**. São Paulo: 1947- 1972. São Paulo: Editora de Universidade de São Paulo.

Fernandes, E. (2016) Estatuto da Cidade, 15 anos depois: razão de descrédito ou razão de otimismo?, in: Rossbach, A. C (Org.) **A velha e a nova agenda urbana: Uma análise de 15 anos da lei**. São Paulo.

Guevara, T. (2015) Abordajes teóricos sobre las transformaciones sociales, económicas y territoriales en las ciudades latinoamericanas contemporâneas. **Revista EURE**, vol. 41, nº124, p. 5-24.

Harvey, D. (1992) **Condição Pós-Moderna**, Ed. Loyola, SP.

Kowarick, L. (1983) **Espoliação Urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Liy, M. V. (2020) **China fecha definitivamente suas fronteiras ao lixo de outros países**. El País. Disponível em https://brasil.elpais.com/economia/2020-12-16/china-fecha-definitivamente-suas-fronteiras-ao-lixo-de-outros-paises.html. Acesso em: 04 dez. 2023.

Martins, R. D'A. (2010) Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.4, n.2.

Mazenod, F., Teixeira, V. M. L. e Fonseca, C. M. (2016) Produção da cidade: quais dados para quais questões? **Revista Instituto de Estudos Bresileiros**, n. 65, (p. 159 – 176).

Oliveira, L. (2023) Má gestão de resíduos sólidos transforma países em lixões do mundo. **Jornal da USP**. Disponível em https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/atualidades-paises-sao-transformados-em-lixoes-do-mundo-gracas-a-ma-gestao-de-residuos/. Acesso em: 04 dez. 2023.

Pereira, L. (1970) **Ensaios de sociologia do desenvolvimento**. 3ed. São Paulo: Pioneira.

Richardson, K. *et al*.. (2023) **Earth beyond six of nine planetary boundaries**, Sci. Adv.9, eadh2458. DOI:10.1126/sciadv.adh2458.

Santos, M. (2022) **Por uma outra Globalização: do pensamento único à consciência universal**. 33 ed. Rio de Janeiro. Record.

Silva, J. T. (1984) **São Paulo: 1554- 1880: discurso ideológico e organização espacial**. São Paulo: Editora Moderna.

Souza, M. L. (2010) **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Vaz, V. R. C., e Merlo, E. M. (2020) O Consenso de Washington no Brasil – Estabilização Conservadora e Estagnação, **Aurora, Marília**, v.13, n. 1, p. 37-58, https://doi.org/10.36311/1982-8004.2020.v13n1.p37-58.

Villaça, F. (2001) **Espaço Intra-Urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, Fapesp, Lincoln Institute.

_____. (2005) **As Ilusões do Plano Diretor**. São Paulo.

EFICIÊNCIA DE SOLUÇÕES MITIGADORAS DE VAZÃO NA ESCALA DO LOTE EM REGIÕES A MONTANTE DE UMA MICROBACIA URBANA

G. Izidro, C. C. Pezzuto, L. T. M. Mota, M. F. Carvalho e G. T. N. P. Lima

RESUMO

As mudanças no ciclo hidrológico, devido a impermeabilização das cidades, geram aumentos do escoamento superficial e alagamentos. Paralelamente, as alterações climáticas e seus impactos vêm tomando proporções catastróficas, sendo necessário estudos com soluções sustentáveis no manejo de águas pluviais. Este estudo visa analisar a eficácia de estratégias de mitigação na escala do lote, em diferentes períodos de retorno para área situada a montante de uma microbacia, na cidade de Jundiaí, São Paulo, Br. O software *PCSWMM* foi utilizado no cálculo de Vazão de Pico e Volume Acumulado. Em seguida, foram propostos dois cenários com variações do percentual mínimo de áreas permeáveis nos lotes (30% e 20%), resultando em reduções da vazão de pico entre 9,53% e 0,77% e reduções do volume acumulado entre 13,85% e 0,81% conforme cenário e parâmetros hidrológicos. O estudo mostra também a importância dos parâmetros hidrológicos em estudos similares.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado, sem um devido planejamento adequado, traz diversos problemas devido a alterações no ciclo hidrológico das bacias contribuintes, com o aumento das áreas impermeáveis, diminuindo consideravelmente a capacidade de infiltração do solo e trazendo um aumento significativo do escoamento superficial. Este desequilíbrio, atrelado às alterações climáticas que apresentam aumento das precipitações históricas, provoca o aumento de ocorrência de enchentes urbanas, gerando prejuízos das mais diversas ordens como econômica, ambiental e social (Sureshi, 2023; Ferreira, 2019).

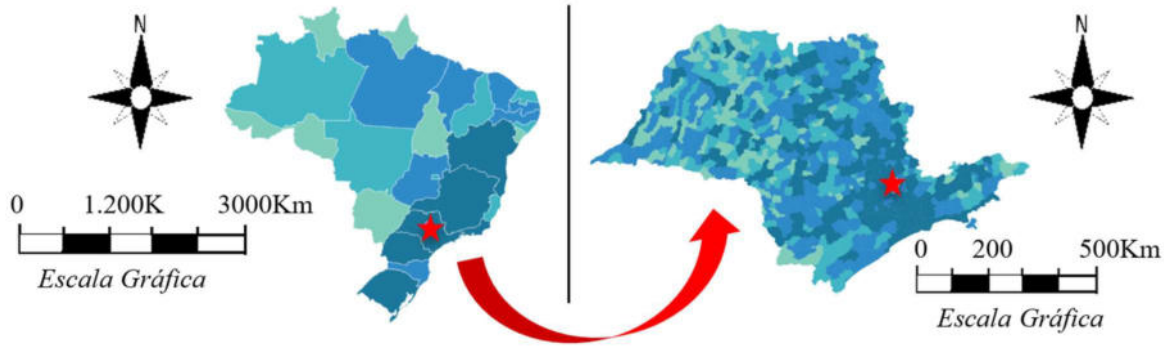
Historicamente, os sistemas de drenagem urbanos são projetados com a premissa de afastar o excesso de escoamento superficial o mais rápido possível do local atingido pelas precipitações. Essa premissa não se mostra eficaz, pois acumula o escoamento superficial excedente nas regiões mais baixas da bacia de contribuição, onde a ocorrência de enchentes torna-se comum, devido à alta urbanização atrelada a quase inexistência de áreas permeáveis (Canholi, 2014).

Visando combater esses fenômenos, diversos estudos buscam soluções mitigadoras com utilização de técnicas compensatórias sustentáveis, como a implantação de pavimentos permeáveis, jardins de chuva, valas de infiltração, canteiros pluviais ou até mesmo variações nos percentuais de áreas permeáveis na escala de lote (Ferrans, 2023). A escolha da utilização destas soluções mitigadoras envolve diversas variáveis e, para avaliação da

eficiência de sistemas mitigadores, atualmente são utilizadas modelagens hidrológicas podendo avaliar diferentes cenários, tanto para os parâmetros hidrológicos quanto para os parâmetros das diferentes soluções aplicadas. A realização de simulações computacionais pode auxiliar na tomada de decisão para escolha da solução mitigadora mais adequada ao local de estudo (Arjenaki et. al, 2020). Com base nisso, o presente artigo tem como objetivo avaliar a eficiência de soluções mitigadoras de vazão na escala do lote, em diferentes períodos de retorno, em regiões a montante de uma microbacia urbana para um recorte realizado na cidade de Jundiaí, São Paulo, Brasil.

2 METODOLOGIA

O local de estudo encontra-se no município de Jundiaí, São Paulo, Brasil. Apresenta uma altitude média de 762 metros e área territorial total de 431,204 km². Possui uma população total de 443.221 habitantes, representando uma densidade demográfica de 1.027,87 hab./Km² (IBGE, 2022). Com a definição do local do estudo, foram analisadas as bacias de contribuição e vias com potencial para realização do recorte de estudo. Foi escolhida a bacia contribuinte que engloba a Avenida Jundiaí que representa uma importante via para o município e traz as características necessárias para viabilização do estudo, sendo localizado no trecho entre a Avenida Comandante Videlmo Munoz, Avenida Amadeu Ribeiro e encerrando na Rua Professor Giácomo Itria. A figura 1 apresenta a localização do município de Jundiaí no estado de São Paulo e a figura 2 apresenta a localização do recorte de estudo.



a) b)

Fig 1 Localização do Estado de São Paulo (a) no Brasil e Município de Jundiaí (b) no Estado de São Paulo

Fonte: IBGE, 2022



a) b)

Fig 2 Localização da área do recorte no município de Jundiaí

Fonte: (a) PMJ, 2024; (b) Adaptado de Google Earth, 2024

2.1 Modelagem computacional com software PCSWMM

Para a modelagem dos cenários foi utilizado o software PCSWMM (*Personal Computer - Storm Water Management Model)*, desenvolvido pela empresa *CHI (Computational Hydraulics Inc.).* A base do *PCSWMM* utiliza o motor do software *SWMM* (*Storm Water Management Model),* desenvolvido pela *EPA US* (*United States Environmental Protection Agency).* Para modelagem, faz-se necessário a definição dos parâmetros hidrológicos, bem como parâmetros físicos da bacia de contribuição o que será demonstrado nos tópicos seguintes.

2.1.1 Parâmetros hidrológicos

O comportamento hidrológico da região, foi coletado dos dados pluviométricos do posto 2.346.097, integrante da RHN – Rede Hidrometeorológica Nacional, por meio da plataforma HIDROWEB apresentada no site da ANA – Agência Nacional de águas (SNIRH, 2024). Foram utilizados os dados históricos de chuva de 1938 a 2023. O posto localiza-se a uma distância em linha reta de 550m da área de estudo. Com os dados de precipitação, foi utilizado o sistema GAM-IDF (*Genetic Algorithm Methodology for IDF*), (GPHMHBH, 2024). Após processamento, foi realizada a obtenção da equação de intensidade, duração e frequência apresentada na Equação (1).

$$i = \frac{696{,}195 \times T^{0{,}386}}{(t + 9.201)^{0{,}706}} \quad (1)$$

Onde:
i = intensidade da chuva (mm/h)
T = tempo de retorno (anos)
t = duração da precipitação (minutos)

Para este estudo, foram considerados eventos com diferentes durações (10, 30, 60 e 120 min.) e tempos de retorno (2, 5, 10 e 25 anos). Realizou-se também a discretização das chuvas utilizando a metodologia dos blocos alternados, conforme apresentado por Silva, et. al (2019), na qual a precipitação total é distribuída no tempo da duração da chuva, considerando intervalos de análise de 2 minutos.

2.1.2 Parâmetros físicos das bacias contribuintes

Com o objetivo de realizar a caracterização física do recorte de estudo, foram realizadas vistorias na região. A vistoria possibilitou a delimitação refinada da bacia de contribuição, mediante a compreensão das contribuições externas provenientes dos terrenos vagos e imóveis do local. Esta vistoria, juntamente com a análise de plantas de levantamento topográfico e imagens aéreas, contemplou a caracterização das seguintes variáveis: delimitação das sub-bacias e obtenção das suas áreas, aferição da largura e declividade das sub-bacias e identificação das áreas permeáveis e impermeáveis. A figura 3 apresenta os limites da área de vistoria com a identificação de todos os pontos vistoriados.

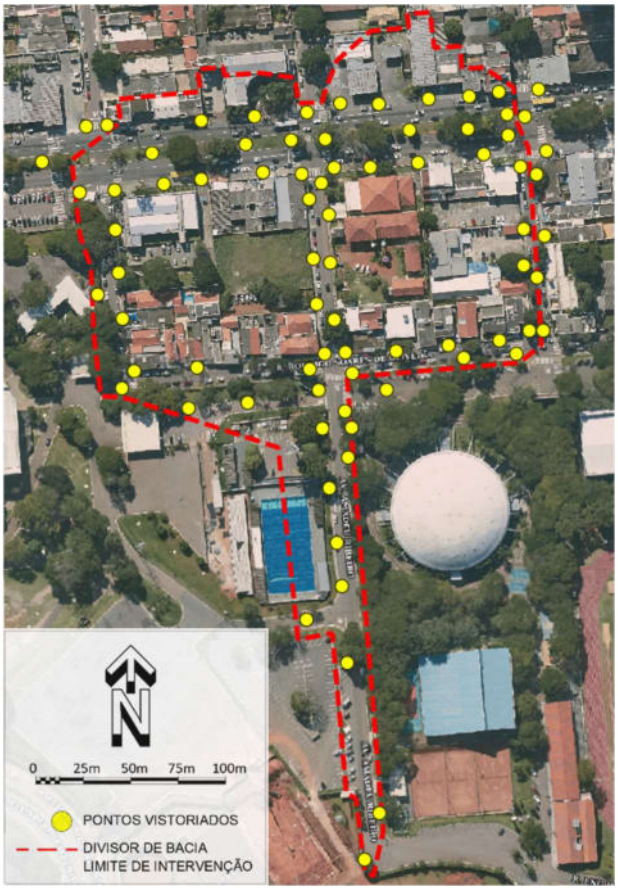


Fig 3 Identificação dos pontos vistoriados e limite de intervenção
Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

As bacias de contribuição foram digitalizadas com utilização do software *Autodesk Civil 3D* e desta forma, definiu-se os valores das áreas de contribuição de cada bacia.

Com a definição das posições das bacias contribuintes, sentidos de escoamento e contribuições, foram obtidas as áreas de contribuição totais, áreas permeáveis e impermeáveis. As bacias de contribuição foram categorizadas com base no tipo de revestimento sendo agrupados em duas divisões principais e divisões secundárias, sendo:

- Áreas de sistema viário: Subdivididas em áreas com pavimentação e circulação de veículos (faixas de rolamento), áreas de passeios/calçadas com circulação de pedestres e áreas permeáveis (jardins e canteiros).

- Áreas de lotes: Subdivididas em áreas impermeáveis para as construções e áreas ocupadas (passeios e caminhos pavimentados) e áreas permeáveis (jardins e áreas verdes localizadas no interior dos lotes).

A figura 4 apresenta a delimitações das bacias do local de estudo bem como a delimitação das áreas totais permeáveis e impermeáveis tanto para o trecho do sistema viário, quanto para o trecho dos lotes.

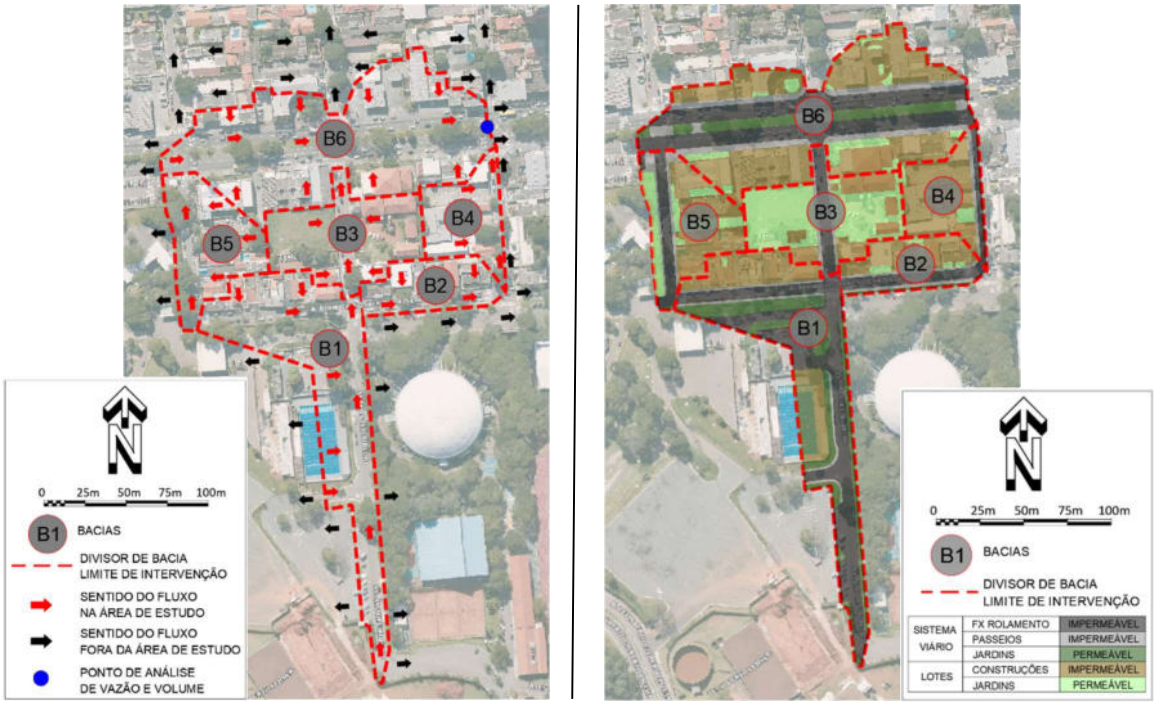


Fig 4 Bacias de contribuição e áreas permeáveis / impermeáveis

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

A largura e a declividade das bacias são necessárias para a modelagem. No presente estudo, como o recorte da bacia possui uma dimensão reduzida e geometrias homogêneas, foram utilizadas as larguras e declividades reais das bacias. Para definição da infiltração e runoff foi utilizada a metodologia do Curve Number (CN) do U.S. Soil Conservation Service (SCS), que define o coeficiente de permeabilidade denominado coeficiente ou número de deflúvio (CN). Com base na análise das áreas permeáveis e impermeáveis, definiu-se os parâmetros CN de cada um dos tipos de revestimento, sendo calculadas médias ponderadas entre os valores de CN e as áreas de cada bacia. A tabela 1 apresenta as diferentes áreas de diferentes tipos de revestimento bem como os valores de CN considerados e o CN médio ponderado de cada bacia sendo utilizado na modelagem junto ao *PCSWMM.*

Tabela 1 Áreas permeáveis, impermeáveis e coeficiente CN.

Bacia	Descrição		Área (m²)	Cn Médio Ponderado
B1	Sistema Viário	Fx Rolamento	5.366,83	98
		Passeios	534,70	89
		Jardins	2.730,47	74
	Lotes	Construções	3.150,11	98
		Jardins	24,10	74
	TOTAL		**11.806,21**	**92**
B2	Sistema Viário	Fx Rolamento	803,07	98
		Passeios	385,60	89
		Jardins	152,82	74
	Lotes	Construções	1.695,62	98
		Jardins	228,21	74
	TOTAL		**3.265,32**	**94**
B3	Sistema Viário	Fx Rolamento	786,12	98
		Passeios	357,36	89
		Jardins	0,00	74
	Lotes	Construções	1.457,88	98
		Jardins	3.606,15	74
	TOTAL		**6.207,51**	**84**

Bacia	Descrição		Área (m²)	Cn Médio Ponderado
B4	Sistema Viário	Fx Rolamento	436,23	98
		Passeios	216,36	89
		Jardins	0,00	74
	Lotes	Construções	2.692,57	98
		Jardins	191,65	74
	TOTAL		**3.536,81**	**96**
B5	Sistema Viário	Fx Rolamento	930,03	98
		Passeios	476,40	89
		Jardins	0,00	74
	Lotes	Construções	2.363,16	98
		Jardins	1.185,17	74
	TOTAL		**4.954,76**	**91**
B6	Sistema Viário	Fx Rolamento	5.048,39	98
		Passeios	2.023,16	89
		Jardins	1.267,15	74
	Lotes	Construções	7.292,27	98
		Jardins	910,76	74
	TOTAL		**16.541,73**	**94**

A partir dos valores das áreas permeáveis e impermeáveis, foram obtidos os valores finais do percentual de área impermeável de cada bacia, parâmetro necessário para modelagem no

PCSWMM. Considerando-se os parâmetros necessários para modelagem no *PCSWMM,* o coeficiente de manning deve ser definido em função dos diferentes tipos de cobertura e característica do solo. O presente estudo utilizará o valor de 0,024 para áreas impermeáveis e 0,15 para áreas permeáveis conforme proposto por Canholi (2014). Também é necessário considerar as condições de retenção de água em depressões junto a superfície das bacias durante a precipitação simulada. Na presente pesquisa, foram adotados os valores sugeridos no manual do software sendo 2,54mm para a altura de armazenamento em depressões nas áreas impermeáveis e 5mm para a altura de armazenamento em depressões nas áreas permeáveis.

2.1.3 Modelagem do cenário base no software PCSWMM

A modelagem do cenário base tem como objetivo verificar as vazões e volumes atuantes, no exutório final. A figura 5 apresenta o ponto de análise, localizado ao final da Bacia 06.

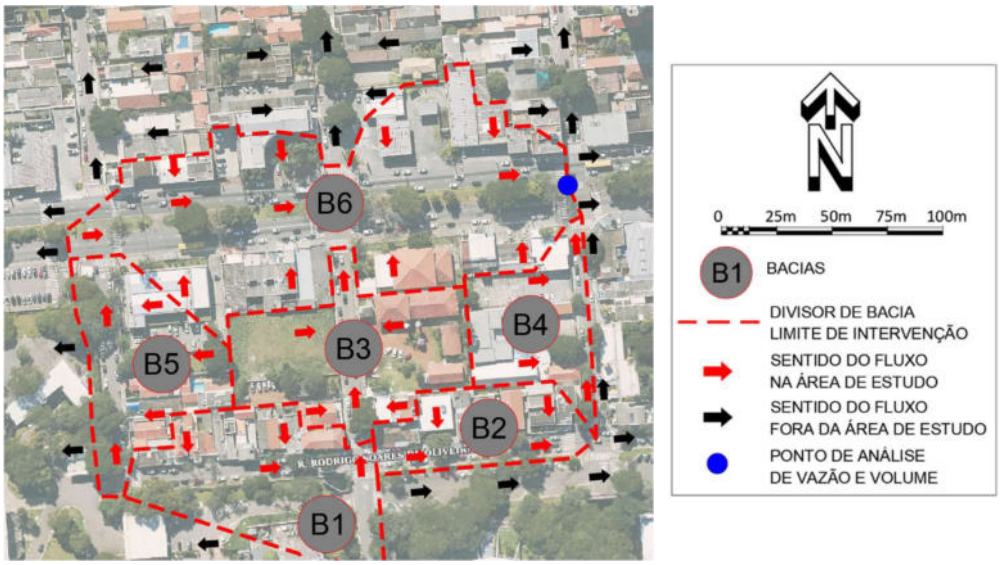


Fig 5 Identificação do ponto de análise
Fonte: Adaptado de Google Earth

Ainda é possível identificar a sequência de contribuição das bacias, partindo da Bacia B1, seguindo para a Bacia B3 e depois atingindo a Bacia B6. A Bacia B5 contribui para a Bacia B6, que segue para o ponto final (exutório). Juntamente a sequência descrita, a bacia B2 contribui na Bacia B4, que segue para o ponto de análise completando a contribuição no exutório final.

2.1.3.1 Dados de Input do cenário base no software PCSWMM

Para inserção dos parâmetros no cenário base junto ao PCSWMM, foram definidos diversos parâmetros ao longo da metodologia apresentada, e as tabelas 2 e 3 apresentam uma síntese dos parâmetros gerais, bem como parâmetros individuais de cada bacia.

Tabela 2 Parâmetros gerais para modelagem no PCSWMM.

Parâmetro PCSWMM	Parâmetro geral considerado
Períodos de retorno	2, 5, 10 e 25 anos
Durações da chuva	10, 30, 60 e 120 minutos
Modelo de infiltração	Método CN – SCS
N-Imperv e N-Perv (manning)	0,024 e 0,15
Dstore-imperv e Dstore-perv	2,54mm e 5,00mm

Tabela 3 Parâmetros específicos das bacias para modelagem no PCSWMM.

Bacia	Área total (m²)	Largura (m)	Declividade média (%)	Percentual da área impermeável (%)	Coeficientes CN (média ponderada)
B1	11.806,21	38,00	6,60%	76,67%	92
B2	3.265,32	37,00	4,40%	88,33%	94
B3	6.207,51	112,00	9,80%	41,91%	84
B4	3.536,81	56,00	8,20%	94,58%	96
B5	4.954,76	66,00	8,90%	76,08%	91
B6	16.541,73	97,00	3,00%	86,83%	94

2.1.4 Modelagem dos cenários derivados 01A e 01B com software PCSWMM

O cenário 01 simula uma solução em escala de lote considerando o aumento do percentual da área permeável e, consequentemente, a diminuição das áreas impermeáveis. As bacias de contribuição do estudo revelaram que o local possui alta ocupação na região dos lotes, que possuem áreas permeáveis muito baixas, abaixo de 11,86%, com exceção para as bacias 03 e 05, que apresentam áreas permeáveis com percentual de 71,21% e 33,40%, respectivamente. Para estas bacias (03 e 05) serão mantidos os percentuais originais.

O cenário 01 apresenta a derivação dos cenários 01A e 01B, onde os lotes devem possuir áreas permeáveis mínimas fixadas em 30 e 20%, respectivamente. Consequentemente, os coeficientes CN, bem como os percentuais finais de áreas impermeáveis totais das bacias, serão adequados não apresentando variações nas áreas permeáveis do sistema viário, o cenário propõe alterações somente das áreas permeáveis dos lotes. O local do recorte de estudo faz parte da Zona de Desenvolvimento Urbano no município e, segundo o plano diretor (Lei 9321/2019. PMJ, 2024), a taxa de permeabilidade mínima exigida nesta localização é de 20% porém, outras regiões da cidade apresentam percentual mínimo de permeabilidade de 30%. Por este motivo, nos cenários 1A e 1B foram consideradas as áreas permeáveis mínimas dos lotes como 30 e 20%. A tabela 4 apresenta os valores finais de percentual impermeável total e valor de CN para o cenário 1A, e a tabela 5 apresenta os valores finais de percentual impermeável total e valor de CN para o cenário 1B.

Tabela 4 Resumo dos valores dos percentuais de área impermeável e coeficiente CN médio ponderado, no cenário 01A.

Bacia	Area m²	Área impermeável (%)	CN Médio Ponderado
B1	11.806,21	68,81	90
B2	3.265,32	77,64	92
B3	6.207,51	41,91	84
B4	3.536,81	75,54	92
B5	4.954,76	76,08	91
B6	16.541,73	77,46	91

Tabela 5 Resumo dos valores dos percentuais de área impermeável e coeficiente CN médio ponderado, no cenário 01B.

Bacia	Area m²	Área impermeável (%)	CN Médio Ponderado
B1	11.806,21	71,50	91
B2	3.265,32	83,54	93
B3	6.207,51	41,91	84
B4	3.536,81	83,69	94
B5	4.954,76	76,08	91
B6	16.541,73	82,42	93

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos resultados do Modelo hidrológico para o cenário base

A figura 6 apresenta os resultados de vazão de pico (VP), a tabela 6 os valores de vazão de pico (VP) e volume acumulado (VA), e a tabela 7 representa os percentuais de aumento na VP e na VA para diversos tempos de retorno (TR) e durações de chuva (DC) considerando o cenário base.

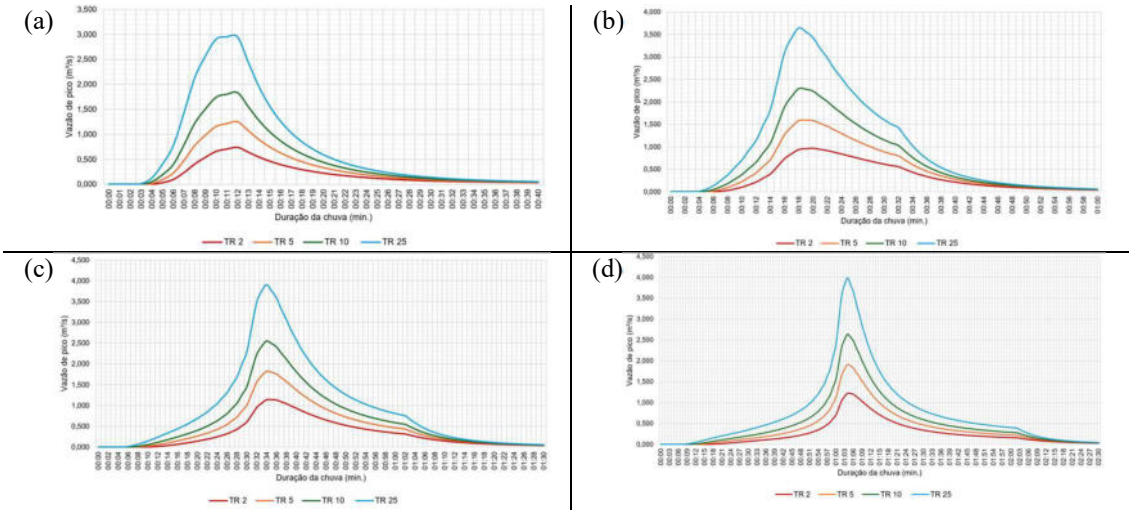


Fig 6 Resultados da vazão de pico (VP) para durações de chuva (DC) de 10 minutos (a), 30 (b), 60 (c) e 120 minutos (d) para o cenário base

Tabela 6 Resultados do cenário base para diversos tempos de retorno (TR) e durações de chuva (DC)

TR	2 Anos		5 Anos		10 Anos		25 Anos	
Resultados	**VP (m³/s)**	**VA (m³)**	**VP (m³/s)**	**VA (m³)**	**VP (m³/s)**	**VA (m³)**	**VP (m³/s)**	**VA (m³)**
DC: 10min.	0,74	527	1,25	854	1,83	1207	2,95	1867
DC: 30min.	0,97	1228	1,59	1871	2,29	2544	3,64	3773
DC: 60min.	1,14	1760	1,82	2633	2,55	3542	3,91	5196
DC: 120min.	1,23	2349	1,91	3480	2,64	4654	3,98	6788

Tabela 7 Aumento de VP e VA do cenário base para diversos tempos de retorno (TR) e durações de chuva (DC)

	DC 10	DC 30	DC 60	DC 120	DC 10	DC 30	DC 60	DC 120
	Aumento de TR 2 para TR 5				Aumento de TR 5 para TR 10			
VP	69,97%	63,98%	60,28%	55,65%	46,33%	44,05%	40,15%	38,03%
VA	62,26%	52,36%	49,60%	48,15%	41,29%	35,97%	34,52%	33,74%
	Aumento de TR 2 para TR 10				Aumento de TR 5 para TR 25			
VP	148,71%	136,21%	124,62%	114,84%	135,84%	129,03%	114,49%	108,55%
VA	129,25%	107,17%	101,25%	98,13%	118,54%	101,66%	97,34%	95,06%
	Aumento de TR 2 para TR 25				Aumento de TR 10 para TR 25			
VP	300,85%	275,56%	243,78%	224,61%	61,17%	59,00%	53,05%	51,09%
VA	254,61%	207,25%	195,23%	188,97%	54,68%	48,31%	46,70%	45,85%

Os resultados demonstram o aumento significativo quando os valores de TR e DC são modificados, evidenciando a importância na definição dos parâmetros hidrológicos a serem utilizados em estudos de manejo de águas pluviais.

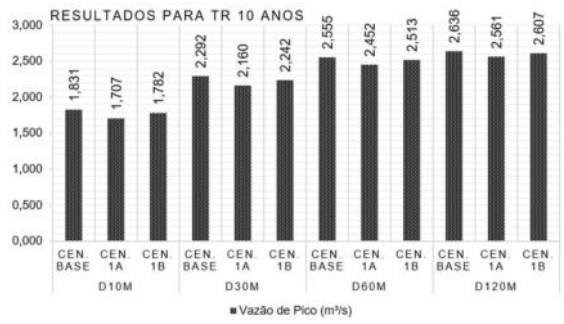
O aumento de VP e VA conforme a variação do TR para diferentes durações de chuva (DC) mostrou um baixo crescimento entre TR de 2 anos e TR 5 anos sendo mantido uma uniformidade de variação para os demais períodos de retorno e sendo mais significativo as variações para TR 2, 10 e 25. Por este motivo, para análises de resultados dos cenários derivados 1A e 1B foram fixados os TR em 2, 10 e 25 anos.

3.2 Análise dos resultados e reduções na vazão de pico e volume acumulado nos cenários 1A e 1B em comparação ao cenário base

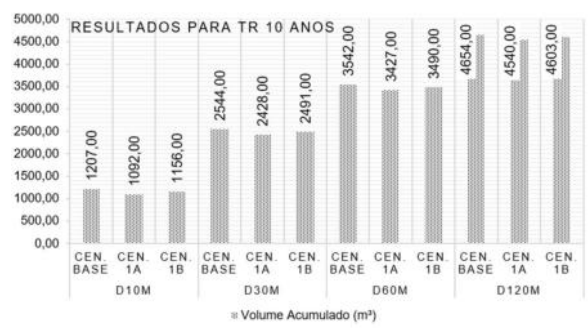
As figuras 7, 8 e 9 apresentam os resultados de VP e VA para os TR de 2, 10 e 25 anos, considerando o cenário base e cenários 1A e 1B. Os valores encontrados nas modelagens foram utilizados para avaliação da eficiência dos cenários, considerando os percentuais de redução final para VP e VA.



Fig 7 Resultados da vazão de pico (a) e volume acumulado (b) para tempo de retorno (TR) de 2 anos nos cenários base, 1A e 1B

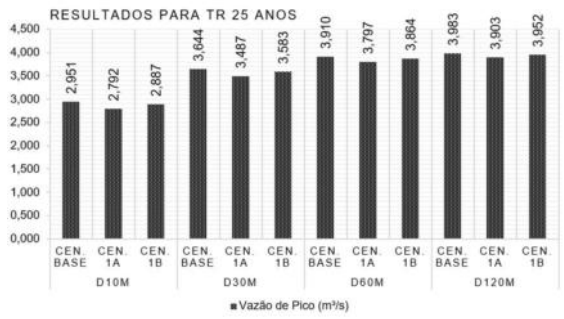


(a)

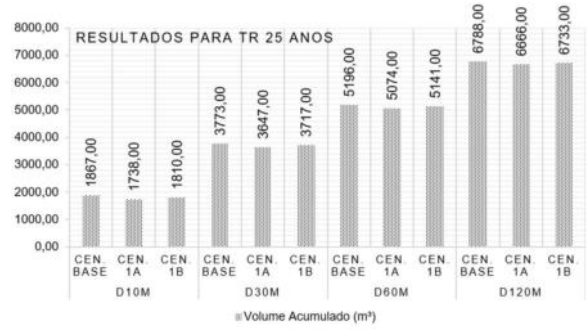


(b)

Fig 8 Resultados da vazão de pico (a) e volume acumulado (b) para tempo de retorno (TR) de 10 anos nos cenários base, 1A e 1B



(a)



(b)

Fig 9 Resultados da vazão de pico (a) e volume acumulado (b) para tempo de retorno (TR) de 25 anos nos cenários base, 1A e 1B

As figuras 10 e 11 apresentam os percentuais de redução dos resultados de VP e VA considerando a aplicação dos cenários 1A e 1B e DC de 10, 30, 60 e 120min. Para TR de 2 anos, no cenário 1A, a redução na VP ficou entre 9,53% e 5,11% e para o VA, entre 13,85% e 4,13%. No cenário 1B, a redução para o VP ficou entre 3,90% e 2,02% e para o VA, entre 6,53% e 1,92%. Para um TR de 10 anos, no cenário 1A, a redução na VP, ficou entre 6,78% e 2,86% e para o VA, entre 9,53% e 2,45%. Já no cenário 1B, a redução para o VP ficou entre 2,66% e 1,12% e para o VA, entre 4,23% e 1,10%. Para um TR de 25 anos, no cenário 1A, a redução na VP, ficou entre 5,39% e 2,00% e para o VA, entre 6,91% e 1,80%. No cenário 1B, a redução para o VP ficou entre 2,16% e 0,77% e para o VA, entre 3,05% e 0,81%.

Estes resultados demonstram que para soluções mitigadoras como as propostas nos cenários 1A e 1B, a redução de VP e VA é mais significativa para TR's e DC's menores, representando eficiência mais significativa para estas soluções, pois a eficiência desta solução está ligada à capacidade de infiltração do solo, que mostra-se menos eficaz para longas precipitações devido à perca de capacidade de infiltração do solo com chuvas mais intensas.

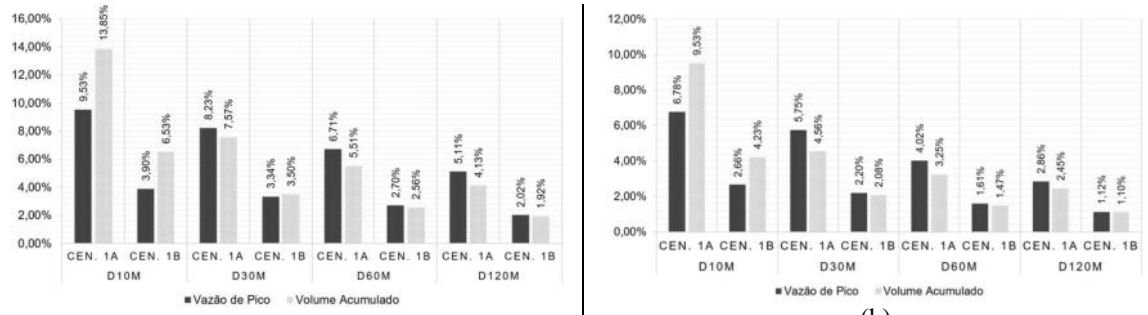


Fig 10 Percentual de redução da vazão de pico e volume acumulado para tempo de retorno (TR) de 2 anos (a) e TR de 10 anos (b) para os cenários 1A e 1B em comparação ao cenário base.

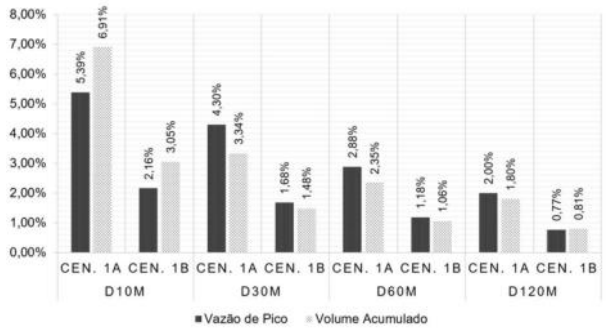


Fig 11 Percentual de redução da vazão de pico e volume acumulado para tempo de retorno (TR) de 25 anos para os cenários 1A e 1B em comparação ao cenário base.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou como a variabilidade do Tempo de Retorno (TR) e Durações da Chuva (DC) influenciam diretamente, e de forma significativa, nos valores de vazões de pico (VP) e Volumes Acumulados (VA) para microbacias urbanas, evidenciando a necessidade de estabelecer parâmetros técnicos seguros para escolha destas variáveis em estudos de planejamento e manejo de águas pluviais.

O estudo avaliou ainda a eficiência da aplicação de soluções em escala de lote como mitigador de vazão, considerando a variação do percentual mínimo de áreas permeáveis nos lotes (Cen.1A:30% min. e Cen 1B:20% min.) para um recorte de microbacia urbana, concluindo que a eficiência da solução de alteração dos percentuais de impermeabilização ocorre, mas é pequena sendo no máximo 9,53% para VA e 13,85% para VP. Estes resultados mais significativos foram obtidos para TR's e DC's menores, representando melhor eficiência para esta solução quando comparada a chuvas com maiores TR's e DC's. A eficiência desta solução está ligada à capacidade de infiltração do solo, que se mostra menos eficaz para longas precipitações devido à perca da capacidade de infiltração do solo com chuvas mais intensas e com maiores durações.

Este trabalho demonstrou que soluções simples, como o incentivo a implantação de áreas permeáveis no interior de lotes urbanos atendendo as legislações municipais, podem trazer reduções nos valores finais de VP e VA mesmo que pequena e podendo ser ampliado para toda a bacia de forma descentralizada reduzindo riscos de alagamentos nos exutórios principais das bacias urbanas. Não foi considerado no estudo a avaliação das redes de

drenagem existentes, pois o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto do escoamento superficial direto mediante utilização de variações do percentual permeável na escala de lote.

Para estudos futuros, recomenda-se a avaliação de outras microbacias urbanas com diferentes geometrias e características físicas, variando-se os percentuais de áreas permeáveis, coeficientes CN e parâmetros hidrológicos, avaliando, desta forma, a eficiência de soluções mitigadores em escala de lote como as utilizadas neste trabalho.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao apoio da PUC Campinas e CAPES / PROSUC II, a empresa CHI (Computational Hydraulics Inc.), Ontário, Canadá, no fornecimento da licença do software PCSWMM e ao Processo nº 2023/09875-1, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

6 REFERÊNCIAS

ARJENAKI, M. et. al., 2020. **Modeling and investigating the effect of the LID methods on collection network of urban runoff using the SWMM model (case study: Shahrekord City).** Model. Earth Syst. Environ., v. 7. https://doi.org/10.1007/s40808-020-00870-2

CANHOLI, A. P., 2014. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**, 2. Ed., São Oficina dos Textos: São Paulo.

FERRANS, P. et.al., 2023. **Flood Management with SUDS: A Simulation-Optimization Framework.** Water, v. 15. https://doi.org/10.3390/w15030426

FERREIRA, X. C., 2019. **Inundações urbanas: gestão de riscos com foco na prevenção de danos**, Ed. Lumen Juris, Rio de Janeiro.

GPHMHBH, 2024. **Grupo de Pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas. Universidade Federal de Pelotas.** 08 de Maio de 2024. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/gam-idf/

IBGE, 2022. **Cidades e estados, Jundiaí. [online].** 05 de Maio de 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/jundiai.html

PMJ, 2024. **Prefeitura Municipal de Jundiaí [online].** 01 de Maio de 2024. Disponível em: https://jundiai.sp.gov.br/

SILVA, C. M. et. al, 2019. **Avaliação de cenários com medidas de controle no escoamento no sistema de drenagem em uma área urbana.** XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ISSN 2318-0358. https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=6028

SNIRH, 2024. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. Portal Hidroweb.** 08 de Maio de 2024. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb

SURESH, A. et.al., 2023. **Quantifying the efficacy of Low Impact Developments (LIDs) for flood reduction in micro-urban watersheds incorporating climate change**. Sustainable Cities and Society, v.95. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104601.

TRANSECTOS VERDES: UM MODELO TEÓRICO-ESPACIAL PARA O PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

M. E. R. Mendes, S. A. M. G. Pina

RESUMO

O conceito diretivo das Contribuições da Natureza para as Pessoas aponta para perspectivas mais abrangentes em relação a abordagem anterior dos Serviços Ecossistêmicos, revelando caminhos relacionados ao pluralismo na coprodução do espaço para o enfrentamento dos desafios relacionados às mudanças climáticas. Este trabalho, a fim de vincular conceito e método, se propõe combinar as Soluções baseadas na Natureza (SbN) com a metodologia do Transecto a fim de operacionalizar respostas projetuais a serem usadas pelas cidades, por meio de um modelo teórico espacial de "Transectos Verdes". Como resultado, apresenta-se uma coleção de cenários nos quais as SbN são aplicadas de acordo com variáveis do contexto local na composição de zonas de transição entre o ambiente aquático e terrestre, juntamente com pistas e diretrizes para o planejamento urbano.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea vive a era do Antropoceno, tida como uma nova era histórica-geológica, na qual as atividades humanas têm modificado a Terra em sua essência, com destaque para as cidades, alterando processos que desregulam o sistema terrestre como um todo. Essas ações geram um impacto cumulativo que resulta em riscos múltiplos e incertos para a sociedade. Proveniente do desenvolvimento da sociedade industrial e acentuada pelo processo de globalização, a crise ecológica gera riscos ambientais intensos, que podem nos levar a imagens de futuros catastróficos (Ferreira, 2020).

Cidades em todo o mundo enfrentam desafios relacionados às mudanças climáticas. Diversos cientistas vêm estudando as probabilidades e projeções de cenários para o gerenciamento dos riscos; contudo essa temática foi considerada como parte de um plano abstrato e inerente ao cotidiano por muito tempo, fazendo com que os impactos fossem subestimados por fugir da percepção sensível e estigmatizados como invisíveis e incalculáveis. Em 2024, mês a mês os principais veículos de comunicação continuam anunciando recordes nas temperaturas globais, chegando a +1,58°C acima da média da era pré-industrial, segundo observatório europeu Copernicus (C3S).

Para além do aquecimento global, a pauta das mudanças climáticas remete ao processo evolutivo da relação entre as pessoas e a natureza, revelando um cenário complexo e multifacetado, pois envolve diversos aspectos, como cultural, social, econômico e ambiental.

A noção de que essa relação pode ser benéfica ou prejudicial para a qualidade de vida das pessoas, como exemplo a pandemia COVID-19, é relativamente recente e foi apresentada em 2018 pela Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), no Relatório Global de Avaliação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2019)

As Contribuições da Natureza para as Pessoas, do inglês *Nature's Contributions to People* (NCP), referem-se à maneira pela qual a natureza contribui para a sociedade humana, envolvendo diversas partes e conhecimentos para oferecer uma perspectiva mais abrangente do que a abordagem anterior, os Serviços Ecossistêmicos (SE), popularizado em 2005 pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MA), da Organização das Nações Unidas (ONU). Dessa forma, as NCP reconhecem o papel central e generalizado da cultura na definição das relações entre as pessoas e a natureza, além de enfatizar o papel do conhecimento dos povos tradicionais e comunidades locais para conservação da biodiversidade e gestão dos ecossistemas (Díaz *et al.*, 2018)

A conceituação detalhada e o trabalho prático sobre os SE após o MA foram dominados pelo conhecimento das ciências naturais e da economia. A primeira, em particular a ecologia, foi utilizada para definir as funções de produção ecológica a fim de determinar o fornecimento de serviços provenientes de ecossistemas. Já a segunda, foi utilizada para estimar o valor monetário desses serviços para identificar os *trade-offs* e seus impactos no bem-estar. Houve uma grande falha nessa metodologia, pois não foram incorporadas as perspectivas e ferramentas das ciências sociais e humanas, resultando num processo de alienação mútua, no qual os estudos e políticas inspiradas pelo MA se tornaram restritos, incompletos e excludentes. Nesse contexto, a primeira mudança significativa apresentada pelas NCP em relação aos SE, está na transição da terminologia de "serviços" para "contribuições" e que essas podem ser benéficas ou prejudiciais para a qualidade de vida humana, de acordo com as diferentes práticas e percepções.

Diversas das práticas humanas são moldadas tanto por fatores biológicos e tecnológicos quanto culturais, que podem influenciar diretamente a maneira como as pessoas percebem e interagem com o ambiente natural. De acordo com (Peterson *et al.*, 2018), a abordagem pluralista é essencial no reconhecimento da importância de integrar diferentes visões e discussões entre diversas perspectivas para promover a compreensão de que a relação entre as pessoas e a natureza é uma coprodução composta por lentes culturais que definem os vínculos entre esses dois elementos. Díaz et al (2018) salienta que a cultura é um elemento transversal que permeia todas as categorias das NCP, que se sobrepõe e se complementa, permitindo a análise através de duas perspectivas distintas: generalizante e contexto-específica, embora apresentadas como extremas, essas perspectivas geralmente se misturam na prática. A primeira busca a compreensão abrangente, identificando padrões, tendências e fatores comuns que se aplicam a diferentes contextos e populações. Já a segunda se concentra na compreensão das características e circunstâncias únicas de diferentes populações e/ou regiões.

Ao considerar o contexto cultural, amplia-se o entendimento sobre como diferentes comunidades interagem e dependem dos recursos naturais, permitindo incorporar diversas perspectivas na formulação de estratégias para conservação e uso sustentável desses recursos. Essas perspectivas são refletidas na estrutura das NCP, que se organiza em 3 principais grupos e 18 categorias que abrangem uma ampla variedade de contribuições diretas e indiretas para a humanidade, conforme Figura 1.

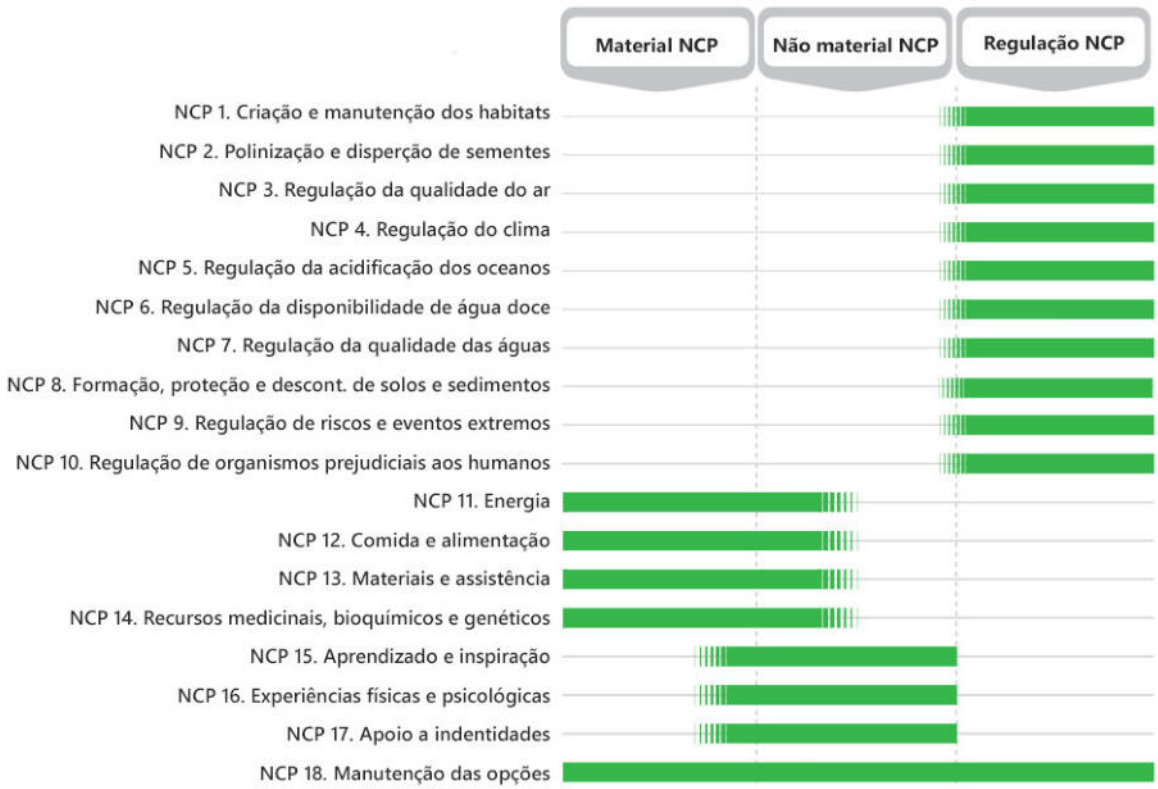


Fig. 1 Estrutura NCP- 18 categorias. Fonte: Tradução e adaptação de Díaz et al, 2018, pg. 6 (supplementary material).

Neste trabalho, a fim de vincular conceito e método, se apresenta proposta da combinação de duas metodologias existentes de aplicação de soluções adaptativas e mitigadoras às mudanças climáticas, capazes de operacionalizar a resposta projetual para o planejamento urbano alinhado aos princípios das NCP. São elas: as (1) Soluções baseadas na Natureza (SbN) e a (2) metodologia do Transecto. O diferencial deste trabalho está na sensibilidade para a construção de uma coleção de cenários, nos quais as metodologias são aplicadas de acordo com variáveis do contexto local, resultando em um modelo teórico espacial de "Transectos Verdes" com pistas e diretrizes para auxiliar a aplicação no planejamento urbano e periurbano.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento do modelo teórico espacial de "Transectos Verdes" apresentado neste artigo foi desenvolvido com o levantamento de dados físico-ambientais e sociais de dois projetos referenciais combinando as SbN com a metodologia do Transecto. As diversas informações foram *inputs* de *layers* sobrepostas para análise conjunta, resultando em novas configurações espaciais, ou tipologias de transectos, recomendações e diretrizes.

2.1 Soluções baseadas na Natureza (SbN)

As Soluções baseadas na Natureza (SbN) são definidas como *"ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios ao bem-estar humano e à biodiversidade"* pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2013). Seu potencial significativo para abordar diversos desafios globais de maneira integrada e sustentável ganha força para

respostas eficazes às questões como a regulação climática, ao mesmo tempo em que promovem benefícios à biodiversidade e fortalecem os direitos das comunidades locais sobre os recursos naturais (Eggermont *et al.*, 2015).

Nesse contexto é importante especificar que as SbN não são representadas por áreas verdes monofuncionais, pois sua essência está relacionada a intervenções de suporte e promoção da biodiversidade, cujas características permitem atingir múltiplos objetivos, como conforto térmico, gestão de águas urbanas, redução da poluição e melhoria da qualidade de vida. Dessa forma, as SbN visam aumentar a resiliência dos sistemas socioecológicos às mudanças climáticas e promover as NCP. Embora sua terminologia seja relativamente nova, se olharmos para a história da humanidade, soluções baseadas na natureza sempre estiveram presentes, como as práticas de gestão tradicionais na agricultura, silvicultura e aquicultura, reforçando a importância do conhecimento local e do pluralismo.

Na forte pauta atual das metas de redução de dióxido de carbono (CO2), as SbN ganham destaque por substituírem infraestruturas baseadas na queima de combustíveis fósseis, ampliando as fontes de energia renovável como solar e eólica, e serem soluções naturais de captura e armazenamento de carbono na vegetação e no solo. No entanto, o combate à crise climática deve ser acompanhado de mudanças nas formas de uso e ocupação da terra, considerando aprimoramento de práticas agrícolas como agrofloresta e silvicultura, planejamento urbano para melhor desempenho nas necessidades de deslocamento, construção, produção industrial e políticas de incentivo à implantação da Infraestrutura Verde.

Segundo (O'Hogain and McCarton, 2018), as SbN devem ser incorporadas adotando uma abordagem multidisciplinar e envolvendo diferentes partes interessadas para identificar oportunidades multifuncionais dentro do contexto do projeto. O valor das SbN para responder aos desafios atuais é notável, porém como aplicá-las de maneira sistemática e eficiente para colher seus multi-benefícios? Em busca dessa resposta, identificou-se na metodologia do Transecto possíveis diretrizes para a elaboração de um modelo teórico espacial que combina a aplicação das SbN em cenários urbanos.

2.2 Metodologia do Transecto

A metodologia do Transecto*,* proposta por (Duany and Talen, 2002), é uma abordagem de planejamento urbano que propõe o desenvolvimento do desenho urbano através da conexão entre o ambiente natural e o meio ambiente urbano considerando uma nova coordenação do espaço com gênese na escala humana, objetivando qualidade do espaço, continuidade espacial e harmonização com o contexto através da transição coerente entre as diferentes zonas.

Um transecto é uma extensão linear que atravessa determinada área geográfica, podendo variar de metros a quilômetros de acordo com o objetivo da pesquisa e da escala espacial, sendo utilizado como uma estratégia de amostragem sistemática para caracterizar e entender a variação espacial de diferentes aspectos. A divisão de uma área urbana ou periurbana em zonas distintas ao longo de um *continuum*, permite organizar características e identificar as diferentes funções e os seus potenciais benefícios para o contexto geral. Isso implica em considerar a distribuição e a conectividade de diferentes tipos de habitats, como áreas verdes, espaços naturais, corredores ecológicos e áreas construídas, ao longo de um transecto urbano-rural (Moreau, 2021).

A organização das zonas ao longo do transecto propõe que os ecossistemas funcionam de maneira mais equilibrada quando há uma variedade de condições, partindo das áreas urbanas centrais, nas quais deve-se priorizar a densidade populacional e uso misto do solo, até as franjas urbanas, onde deve-se fortalecer uma rede ecológica que de suporte a manutenção da biodiversidade e conservação dos recursos naturais. Esta metodologia visa, assim, promover um ambiente construído mais integrado e sustentável, adaptado às necessidades e preferências variadas dos seus habitantes e meio ambiente, seja no contexto urbano, rural ou suburbanos. Inspirado nos sistemas naturais de organização, o Transecto reproduz a ordem presente na natureza ao planejar ambientes urbanos. Essa abordagem reconhece que a ordem não significa simplificação, mas sim uma estrutura multifacetada que inclui a diversidade como componente intrínseco. Dessa forma, é possível estabelecer uma ordem urbana e incorporar a diversidade e a complexidade das ecologias naturais à estruturação do espaço, espelhando o equilíbrio natural em um todo coeso (Gleick, 1988; Talen, 2002)

Dessa forma, as SbN poderiam ser integradas em diferentes zonas dos "Transectos Verdes", de acordo com a sua organização espacial e funcional, como: (1) manejo e tratamento de água: jardins de chuva, biovaletas, lagoas de retenção, wetlands; (2) conectividade ecológica: corredores verdes, tetos verdes, estruturas de passagem de fauna; (3) atendimento às demandas de mercado e alimentares: hortas urbanas, agroflorestas, silvicultura; (4) bem-estar e lazer: parques, áreas de convívio e lazer para a população; (5) co-benefícios: melhoria da qualidade do ar/sequestro de carbono, conforto térmico, outros. Para validar a proposta dos transectos verdes, a metodologia é aplicada em exemplos referenciais, a seguir.

2.3 Parque Orla Piratininga (POP) – Niterói/RJ, Brasil

O Parque Orla Piratininga (POP), localizado em Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, abrange os bairros de Piratininga, Camboinhas e Imbuí, configurando-se como um parque linear em torno da Lagoa de Piratininga. Essa região faz parte do Sistema Costeiro/Lagunar do Parque Natural Municipal de Niterói (PARNIT), uma Área de Proteção Integral com aproximadamente 9,2 milhões de metros quadrados, que inclui o Morro da Viração e a Praia do Sossego. O POP emerge como um exemplo emblemático de SbN na região oceânica da cidade com objetivo principal de criar um ambiente de integração entre a população e a natureza, priorizando o sentimento de pertencimento da comunidade ao ecossistema. Um marco na requalificação socioambiental da região, o POP foi projetado com uma área total de 680 mil m², distribuídos em 10,6 km de orla, incluindo 3 Unidades de Conservação e 35.290m² de áreas filtrantes compostas por wetlands construídos, jardins de chuva e biovaletas, para o tratamento das águas urbanas. O Parque ainda possui: Centro Ecocultural, píers de pesca e contemplação, mirantes de contemplação da paisagem e áreas de convívio e lazer (PROSustentável, no date).

A região da Lagoa de Piratininga possui um histórico profundamente enraizado na herança indígena, particularmente evidenciado pela colônia de pescadores do Tibau, termo tupi que significa "entre dois rios", onde a colônia se estabeleceu na época. Além disso, o nome Piratininga, que dá título à lagoa, deriva também do tupi e significa "secagem de peixe", uma prática comum entre os povos indígenas da região para conservação dos alimentos. Estes termos não apenas identificam lugares, mas também revelam práticas culturais e de subsistência dessas comunidades.

Ao longo do tempo, a colônia de pescadores enfrentou desafios significativos devido ao processo de urbanização acelerada da região. Como é conhecido, as ocupações muitas vezes

realizadas de forma irregular e sem a devida infraestrutura de saneamento básico, resultou na poluição das águas da lagoa e dos rios que nela desaguam, trazendo impactos diretos sobre a vida aquática e, consequentemente, sobre a atividade pesqueira da colônia de pescadores que sobrevive até os dias atuais. Soma-se a isso, intervenções antrópicas na dinâmica hidrológica da lagoa, como a abertura de canais de conexão com o mar, que alteraram significativamente o ecossistema lagunar (Silva *et al.*, 2021). Estas mudanças afetaram os ciclos naturais de renovação e purificação das águas, fazendo com que os altos níveis de salinidade favorecessem a formação de mangues e zonas monoespecíficas, comprometendo ainda mais a qualidade de vida das comunidades dependentes desses recursos naturais. Além disso, a intensa poluição e sedimentação acelerada na lagoa contribuía para a redução do nível d'água e progressiva deterioração da qualidade da água, trazendo prejuízos a saúde pública e revelando um diagnóstico socioambiental preocupante.

Especificamente, o programa do projeto considerou jardins filtrantes para interceptação e tratamento das águas poluídas dos rios antes do desague na lagoa, conforme Figura 2a, biovaletas e jardins de chuva para manejo das águas pluviais, Figura 2f e renaturalização dos rios Jacaré e Arrozal e do Canal de Cintura, conforme Figura 2b (Ribeiro, Castro and Rocha, 2023). Diversas praças com espaços para feiras de peixe, píers de pesca, quadras esportivas, parquinho infantil, ginástica e áreas de estar e contemplação foram distribuídos pela orla, com destaque para o polo esportivo da Ilha do Tibau, Figura 2c e o Centro Ecocultural. Todas essas estruturas são conectadas por uma Via Parque, conforme Figura 2d, composta por passeios para pedestres, ciclovia de mão dupla, biovaletas e uma via local para carros no trecho residencial. O POP tem se estabelecido como um importante ponto de convívio e lazer para a Região Oceânica de Niterói e já apresenta resultados positivos na promoção da biodiversidade e melhoria da qualidade da água. Mesmo antes da conclusão de suas obras, o parque já conquistou o Prêmio Firjan de Sustentabilidade (2023) após a entrega do trecho1, Figura 2e, o que reforça o marco do projeto no Brasil (Município de Niterói, 2024).



Fig. 2 Jardins filtrantes [a]; Renaturalização do canal [b]; Polo esportivo Ilha do Tibau [c]; Via parque e praça 1 [d]; Vista aérea do trecho 1 [e]; Biovaleta [f]. Fonte: Parque Orla Piratininga – PROSustentavel.

Nesse contexto, o projeto do POP surge com o objetivo de compor uma paisagem de alto desempenho integrando a Infraestrutura Verde e a Ecogênese com o uso público, a fim de

otimizar o desempenho dos ecossistemas e melhorar a composição da paisagem para harmonizar as necessidades humanas com a preservação e recuperação dos sistemas naturais. Para tanto, foram traçados três pilares de atuação: a requalificação ecológica, regularização da infraestrutura viária e ocupação urbana da orla e, por fim, o manejo e tratamento das águas com SbN.

2.4 Wild Mile Floating Park – Chicago/IL, EUA

O Parque *Wild Mile*, situado ao longo do Canal *North Branch* do Rio Chicago nos Estados Unidos, representa um marco pioneiro na concepção de espaços verdes urbanos, sendo o primeiro parque flutuante do mundo. Estendendo-se por aproximadamente 1,6 km e abrangendo uma área de 17 acres, conforme Figura 3b, o projeto do parque é inteiramente composto por jardins flutuantes, também conhecidos como ilhas flutuantes. Devido à extensão projetada, a denominação "*Wild Mile*" alude ao propósito de transformar uma milha do Rio Chicago em um parque ecológico para vida selvagem. O grande diferencial desse projeto está no uso da lâmina d'água como área de intervenção, utilizando as paredes dos canais pré-existentes como uma estrutura de suporte para ancoragem dos módulos flutuantes, por sua vez, distribuídos em tipologias de jardins, passeios para pedestres e decks de convívio, conforme Figura 3a (*Parque Wild Mile / Skidmore, Owings & Merrill + Urban Rivers*, 2022).

Essa abordagem inovadora permite que o projeto maximize o espaço disponível sem necessitar de grandes intervenções construtivas, mantendo o equilíbrio com o ambiente urbano circundante e criando um espaço verde-azul que beneficia tanto a natureza quanto os habitantes da cidade. O projeto visa promover a ecologia urbana e oferecer espaços educacionais e recreativos para a comunidade local como forma de reabilitar o lugar. Para atingir esses objetivos, fazem parte do programa docas de caiaque e uma variedade de atividades para reaproximar as pessoas da água a fim de restaurar o rio como um espaço público acessível e vibrante, conforme Figura 3d e 3e.

No Canal *North Branch* do Rio Chicago a área que deveria compor a Zona Ripária é composta por uma margem canalizada, que encontra abruptamente a água, sendo que o muro de concreto elimina totalmente a interface natural entre terra e água. Dessa forma, essa ausência de zonas de habitat ripário exige uma expansão das condições de margem para reintroduzir as zonas vitais e preencher as lacunas entre a área terrestre e a aquática, atuando como um *buffer* para filtragem da água e desenvolvimento da biodiversidade, conforme Figura 3c. Historicamente, a região era caracterizada por indústrias, sendo que o canal serviu como um corredor industrial, abrigando barcaças e outras embarcações que transportavam madeira, carvão, grãos e outros produtos. Com o tempo, a área passou de industrial para comercial e, posteriormente, de comercial para residencial. Apesar de não ser mais utilizada para fins industriais, as vias navegáveis circundantes ainda apresentam infraestrutura projetada para barcos e foi abandonada após a desmobilização das atividades industriais, sendo negligenciada em termos de desenvolvimento urbano, apresentando oportunidades limitadas de acesso público (*Wild Mile: Framework Vision*, 2019).

O projeto teve apoio municipal de grandes incorporadoras privadas que colaboraram para o financiamento do projeto em larga escala e envolveu agências ambientais, grupos comunitários locais e voluntários, que desempenham um papel na pesquisa e catalogação da fauna e flora para o desenvolvimento do eco-parque. As obras da primeira fase do parque foram concluídas em 2019, com a implantação de 400 pés (equivalente a 120m), conforme

Figura 3f, com objetivo de atingir 700 pés implementados até o final de 2024 (Wild Mile, no date).

Além de compor a área verde, os módulos plantados foram projetados não apenas suporte físico para as plantas, mas também para formação de habitats ecológicos diversos, atraindo e sustentando a fauna silvestre acima e abaixo d'água, como insetos polinizadores, aves, peixes e outras formas de vida aquática. Soma-se aos benefícios, a capacidade natural de despoluição das plantas através da fitorremediação, que ocorre através do contato das raízes com a água, como parte da alimentação vegetal e microrganismos simbiontes, absorvendo os nutrientes em excesso na água e promovendo melhoria de sua qualidade.

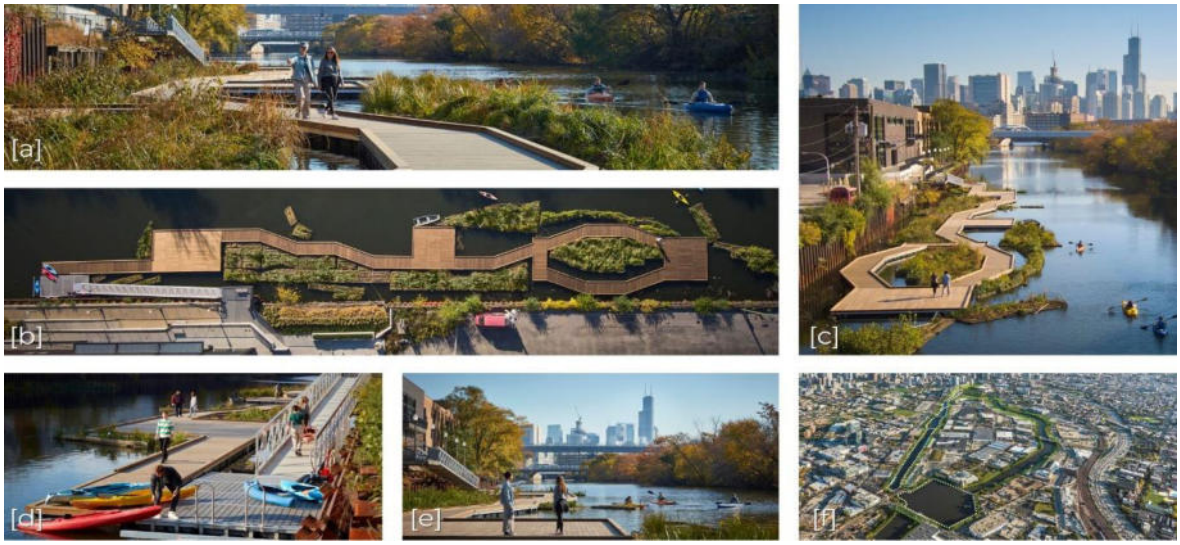


Fig. 3 Pedestres caminhando nos módulos flutuantes [a]; Vista aérea do trecho 1 [b]; Vista aérea do rio [c]; Doca de caiaque [d]; Uso recreativo da comunidade [e]; Área de intervenção [f]. Fonte: ("Parque Wild Mile / Skidmore, Owings & Merrill + Urban Rivers | ArchDaily Brasil," 2022)

O Parque Wild Mile representa um avanço na abordagem do planejamento urbano que transcende e incorporação das SbN na requalificação de espaços degradados e se consolida na visão inovadora de conexão entre tecido urbano e recursos naturais através de uma zona de transição multifuncional, criando espaços de refúgio para vida selvagem, lazer e convívio da comunidade. Esse cenário ainda é concebido como um laboratório vivo para educação ambiental, fomentando a conscientização sobre a importância da Infraestrutura Verde na melhoria da qualidade de vida nas cidades.

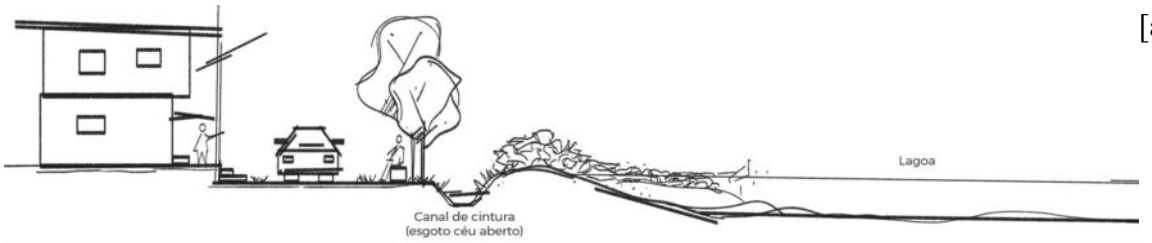
3 UMA PROPOSTA DE CENÁRIOS PARA TRANSECTO VERDE

A apresentação de resultados desta pesquisa utiliza os projetos referenciais para traçar transectos divididos em três zonas: (1) zona aquática, caracterizada pela sua condição de alagamento contínuo, definindo um habitat predominantemente aquático, de vital importância para a biodiversidade como lar para diversas espécies de flora e fauna, regulação dos ciclos hidrológicos e manutenção da qualidade da água; (2) zona ripária, que atua como uma faixa de transição entre os ambientes aquático e terrestre, com capacidade de suportar uma vegetação densa e diversificada que desempenha um papel significativo na estabilização das margens dos corpos d'água, na filtragem de poluentes e no fornecimento de habitat para espécies terrestres e aquáticas; e por fim, (3) zona terrestre, identificada como a área onde predominam as intervenções urbanas, incluindo construções e sistema viário. A delimitação

dessas zonas através da metodologia do Transecto, permitiu a compreensão das problemáticas e apresentação das resoluções sustentadas pelas SbN para a continuidade espacial e harmonização com o contexto local através da transição coerente entre os ambientes, resultando em "Transectos Verdes". Outra contribuição desta pesquisa foi a correlação entre as SbN implementadas e as categorias das NCP atendidas, demonstrando uma abordagem integrada e multifacetada.

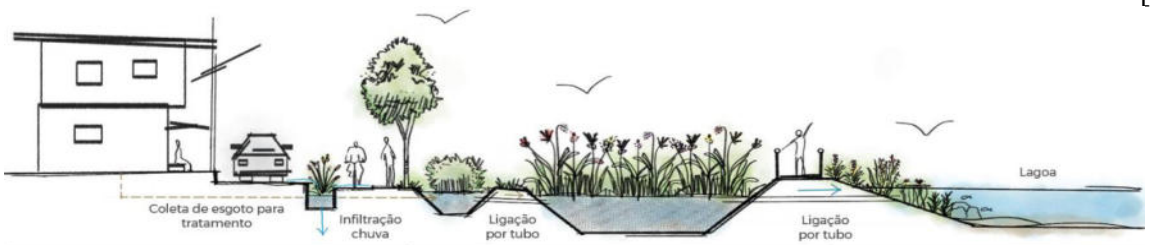
O primeiro cenário trabalhado, Figura 4a, corresponde ao projeto do POP, trecho 1, ao norte da Lagoa de Piratininga, região com diversas problemáticas relacionadas ao saneamento e degradação dos ambientes aquático e terrestre. Observa-se na Figura 4b que foram implementadas SbN para manejo e tratamento das águas pluviais através de biovaletas e jardins de chuva, evitando o carregamento de sólidos para a lagoa e mitigando inundações. Além disso, também foi realizada a conversão do canal de cintura em um jardim de tratamento de esgoto (*wetlands*), que se estende na margem para coletar e tratar a água dos rios poluídos antes de desaguar na lagoa. Ações complementares do projeto podem ser identificadas para restauração dos ambientes, como a Via Parque, áreas de lazer, convívio e educação ambiental, recomposição da vegetação nativa e criação de habitats ecológicos.

[a]



Z3 Zona terrestre		Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática
Área Urbanizada		Área de Preservação Permanente (APP)	
Construções	Sistema viário	Ecossistema terrestre	Ecossistema aquático
Ocupações irregulares Ausência de redes esgoto e drenagem	Inundações Vazamentos de esgoto Via sem asfalto Ausência de hierarquia viária, acidentes	Apropriações de lazer espontâneas Vegetação invasora Descaracterização APP Canal de cintura escoamento esgoto céu aberto	Vegetação desordenada Acúmulo de lixo nas margens Sedimentação da lagoa Degradação dos habitats ecológicos Pontes instáveis para acesso aos barcos de pesca

[b]



Z3 Zona terrestre		Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática
Área Urbanizada		Área de Preservação Permanente (APP)	
Construções	Sistema viário	Ecossistema terrestre	Ecossistema aquático
Regularização das ocupações Infraestrutura verde esgoto e drenagem	Manejo das águas pluviais por biovaletas (NCP 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9) Hierarquização viária com Via Parque (NCP 16)	Parque linear e praças para convívio e lazer (NCP 15, 16) Recomposição vegetal com espécies nativas (NCP 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 18) Tratamento do esgoto por jardins filtrantes (NCP 1, 2, 3, 7, 8, 10, 15)	Criação de habitats ecológicos e recomposição vegetal nativa (NCP 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 18) Delimitação de acesso público para passeio e decks de pesca (NCP 15, 16, 17) Educação ambiental e contato com o ambiente natural saudável (NCP 15, 16)

Fig. 4 Transecto original do cenário 1 [a] e Transecto modificado do cenário 1 – "Transecto Verde" [b]. Fonte: Elaborado pelas autoras.

O segundo cenário trabalhado, Figura 5a, corresponde ao projeto do POP, trecho 6, na Ilha do Tibau, a sudoeste da Lagoa de Piratininga, região com problemáticas relacionadas a degradação ambiental e subutilização do espaço público. Observa-se na Figura 5b a continuidade da Via Parque, com SbN para manejo das águas pluviais e as ações relacionadas a recuperação ambiental e fortalecimento da Unidade de Conservação (UC), porém o maior destaque deste trecho está na implementação de um verdadeiro polo esportivo e generosas áreas de lazer, convívio e educação ambiental, incluindo um mirante.

[a]



Z3 Zona terrestre	Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática	Z2 Zona ripária	Z3 Zona terrestre	Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática
Área Urbanizada	Área de Preservação Permanente (APP)			Área Urbanizada	Área de Preservação Permanente (APP)	
Constr.	Sistema viário	Ecossistema aquático		Ecossistema terrestre		Ecossistema aquático
Restaurantes e demais serviços comerciais	Inundações Ausência de hierarquia viária, acidentes	Vegetação desordenada, invasoras Descaracterização da APP Acúmulo de lixo nas margens Sedimentação da lagoa Degradação dos habitats ecológicos Pontes instáveis, construída pelos próprios moradores, para travessia até a ilha		Apropriações de lazer espontâneas como "campinho" de futebol em chão de areia Vegetação desordenada, invasoras Área abandonada, perigosa, sem fiscalização Parte de área selvagem preservada (UC), na ponta da ilha		Degradação dos habitats ecológicos Vulnerabilidade da UC

[b]



Z3 Zona terrestre	Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática	Z2 Zona ripária	Z3 Zona terrestre	Z2 Zona ripária	Z1 Zona aquática
Área Urbanizada	Área de Preservação Permanente (APP)			Área Urbanizada	Área de Preservação Permanente (APP)	
Constr.	Sistema viário	Ecossistema aquático		Ecossistema terrestre		Ecossistema aquático
Restaurantes e demais serviços comerciais	Manejo das águas pluviais por biovaletas (NCP 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 15) Hierarquização viária com Via Parque (NCP 16)	Criação de habitats ecológicos e recomposição vegetal nativa (NCP 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 18) Construção de nova ponte para acesso público de pedestres e bicicletas (NCP 16)		Criação de um polo esportivo e áreas de convívio e educação ambiental com mirantes de contemplação (NCP 15, 16, 17) Recomposição vegetal com espécies nativas e delimitação da UC (NCP 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 18)		Criação de habitats ecológicos e recomposição vegetal nativa, fortalecimento da UC (NCP 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 18)

Fig. 5 Transecto original do cenário 2 [a] e Transecto modificado do cenário 2 – "Transecto Verde" [b]. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Por fim, o terceiro cenário trabalhado, Figura 6a, corresponde ao projeto *Wild Mile Park*, região com problemáticas relacionadas a ausência de zona ripária e consequente degradação ecológica, além de subutilização do espaço público. Observa-se na Figura 6b a implantação de estruturas flutuantes para compor a zona de transição com acesso de pedestres, passeios e jardins (*wetlands*), que fornecem suporte aos habitas ecológicos e ainda melhoram a qualidade da água, operando como uma margem de rio e promovendo espaço de convívio e lazer para a população.

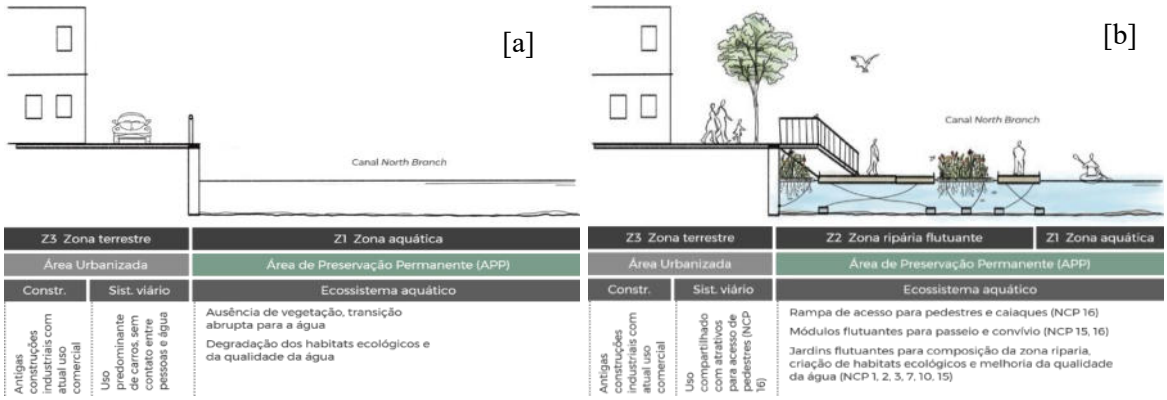


Fig. 6 Transecto original do cenário 3 [a] e Transecto modificado do cenário 3 – "Transecto Verde" [b]. Fonte: Elaborado pelas autoras.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram o desenvolvimento de pistas e diretrizes projetuais para resolução de problemáticas recorrentes no ambiente urbano. Como ponto de partida recomenda-se identificar se há poluição do corpo hídrico próximo a área de intervenção e quais as fontes poluidoras: pontual, devido ao lançamento de esgoto sem tratamento; e e/ou difusa, proveniente da lavagem do solo por chuvas. No primeiro caso, será necessário prever jardins filtrantes para o tratamento do esgoto, a fim de controlar a qualidade da água que chega no corpo hídrico e promover saúde pública. No segundo caso, as biovaletas podem ser implementadas ao longo do sistema viário em conjunto com jardins de chuva em pontos estratégicos de confluência do escoamento. Essa estratégia atua tanto na melhoria da qualidade da água, quanto na amortização dos picos de chuva e desaceleração do escoamento, mitigando inundações.

Ao interceptar a poluição antes de chegar nos corpos hídricos, o próprio potencial autodepurativo da zona aquática tende a recuperar sua qualidade e funções ecológicas ao longo do tempo. Recomenda-se que essas ações sejam enriquecidas com intervenções ambientais relacionadas a recomposição vegetal nativa e criação de habitats ecológicos na zona ripária, muitas vezes essa proposta se concretiza com simples intervenções como diminuição da declividade de taludes, pedras em meio a vegetação para criação de áreas de nidificação e pilaretes de madeira para pouso de pássaros.

Entende-se que, em áreas urbanas mais consolidadas, há desafios relacionados a disponibilidade de área para intervenções deste tipo. Para esse cenário, ou até mesmo em complemento ao cenário anterior, recomenda-se a implantação dos jardins flutuantes, que também fornecem suporte a biodiversidade e melhoria da qualidade da água utilizando a própria superfície aquática como área de intervenção. Por fim, é fundamental prever espaços de convívio, lazer e educação ambiental para a população, uma vez que a qualidade do espaço urbano na promoção da qualidade de vida é um fator determinante para a manutenção das intervenções realizadas.

5 REFERÊNCIAS

Díaz, S. *et al.* (2018) **'Assessing nature's contributions to people'**, *Science*, 359(6373), pp. 270–272. Available at: https://doi.org/10.1126/science.aap8826.

Duany, A. and Talen, E. (2002) **'Transect Planning'**, *Journal of the American Planning Association*, 68(3), pp. 245–266. Available at: https://doi.org/10.1080/01944360208976271.

Eggermont, H. *et al.* (2015) **'Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe'**, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), pp. 243–248. Available at: https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9.

Ferreira, L. da C. (2020) ***Dimensões humanas das mudanças climáticas no sul global***. Editora Crv.

Gleick, J. (1988) ***Chaos: Making a New Science***. Penguin Books.

IPBES (2019) *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Zenodo. Available at: https://doi.org/10.5281/ZENODO.6417333.

IUCN (2013) *2012 IUCN annual report : Nature+ : towards nature-based solutions*. Switzerland, p. 33p.

Moreau, M. (2021) **'Transect urbanism: readings in human ecology:** edited by Andrés Duany and Brian Falk, San Francisco', *Urban Research & Practice*, 14(4), pp. 483–484. Available at: https://doi.org/10.1080/17535069.2021.1991652.

Município de Niterói (2024) 'Parque Orla Piratininga (POP) leva Niterói a ser finalista de prêmio internacional', *Prefeitura Municipal de Niterói*, 24 April.

O'Hogain, S. and McCarton, L. (2018) *A Technology Portfolio of Nature Based Solutions*. Cham: Springer International Publishing. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73281-7.

Parque Wild Mile / Skidmore, Owings & Merrill + Urban Rivers (2022) *ArchDaily Brasil ISSN 0719-8906*. Available at: https://www.archdaily.com.br/br/987977/parque-wild-mile-skidmore-owings-and-merrill-plus-urban-rivers (Accessed: 23 April 2024).

Peterson, G.D. *et al.* (2018) **'Welcoming different perspectives in IPBES: "nature's contributions to people"** and "ecosystem services."', *Ecology and Society*, 23(1), p. art39. Available at: https://doi.org/10.5751/ES-10134-230139.

PROSustentável (no date) *Parque Orla Piratininga – PROSustentavel*. Available at: http://www.prosustentavel.niteroi.rj.gov.br/parque-orla-de-piratininga/ (Accessed: 15 July 2024).

Ribeiro, C., Castro, D. and Rocha, M. (2023) 'PARQUE ORLA PIRATININGA - INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL PARA RECUPERAÇÃO DE UM SISTEMA LAGUNAR URBANO', in.

Silva, E.F.D. *et al.* (2021) **'Análise da percepção ambiental dos moradores do entorno das lagoas de Piratininga e Itaipu,** Niterói (RJ)', *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 16(2), pp. 446–469.

Talen, E. (2002) **'Help for Urban Planning: The Transect Strategy',** *Journal of Urban Design*, 7(3), pp. 293–312. Available at: https://doi.org/10.1080/1357480022000039349.

Wild Mile (no date) *The Wild Mile Chicago*, *The Wild Mile Chicago*. Available at: https://wildmile.org (Accessed: 23 April 2024).

Wild Mile: Framework Vision (2019). Chicago: Department of Planning and Development, p. 87.

CRESCIMENTO POPULACIONAL E CONSUMO DE TERRA NAS CIDADES BRASILEIRAS: DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

L. M. Varanda, A. T. B. Alvim, e J. Schröder

RESUMO

Apesar da desaceleração no crescimento populacional, cidades brasileiras continuam a expandir suas áreas urbanizadas. Entre 2010 e 2022, a população brasileira cresceu 6,5%, enquanto a área urbanizada no país cresceu 20% segundo dados do MapBiomas. Esses números destacam a urgência de políticas urbano-regionais sustentáveis para apoiar o desenvolvimento urbano sem comprometer recursos naturais como o solo não-urbanizado. Formular políticas que promovam a sustentabilidade requer considerar não apenas a escala dos aglomerados urbanos, mas também a distribuição da população, suas dinâmicas de crescimento e seus impactos no consumo de terra. Com base em dados do IBGE e do MapBiomas, este artigo investiga as tendências de crescimento populacional entre 1991 e 2022 e o consumo de terra associado, propondo uma categorização detalhada de cidades para capturar suas especificidades. Os resultados destacam a importância de políticas de planejamento espacial para o desenvolvimento integrado de políticas ambientais e socioeconômicas sustentáveis.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o século XX viu a transição de uma sociedade agrária nos anos 50 para uma urbanizada nos anos 70. Milton Santos (1993) aponta o crescimento das “cidades médias” e a tendência de “desmetropolização” nos anos de 1980. Goulart e Gonçalves (2019) observam que problemas urbanos como a expansão desordenada e segregação socioespacial, antes limitados a grandes metrópoles, agora são parte do contexto urbano de cidades intermediárias evidenciando um padrão com diferentes escalas e intensidades (Maia e Silva 2020).

Apesar da desaceleração no crescimento populacional, cidades[1] brasileiras continuam a expandir suas áreas urbanizadas enquanto áreas naturais diminuem. Entre 2010 e 2022, a taxa de crescimento da área urbanizada no país foi de 20% enquanto as áreas naturais diminuíram entre 3% e 4,8%. Esse cenário aponta para a urgente necessidade de políticas

[1] Neste artigo adotamos o termo cidade para todo e qualquer município brasileiro, incluindo população urbana e rural. Isto porque o Mapbiomas considera a área urbanizada em seus dados.

urbanas sustentáveis, que considerem infraestrutura, serviços (Mata *et al.,*2005) e aspectos institucionais para suportar o desenvolvimento urbano em diferentes escalas, sem comprometer recursos naturais como o solo não urbanizado.

Nesse sentido, visando a formulação de políticas urbanas, não apenas a escala dos aglomerados urbanos é importante, mas também a distribuição da população dentro da hierarquia urbana. A partir de dados do IBGE e do MapBiomas, este trabalho investiga as tendências de crescimento populacional de 1991 a 2022 e o consumo de terra associado, propondo uma categorização desagregada de cidades afim de capturar suas especificidades.

A tendência de concentração populacional em cidades de médio porte pode ser observada. Cidades com população entre 100.000 e 400.000 habitantes representam 23,5% da população nacional e cidades entre 400.000 e 800.000 representam 10,4% em apenas 35 municípios. A população de cidades intermediárias, cresceu 39%; enquanto isso, a área não vegetada aumentou em 45% durante o período analisado evidenciando que áreas urbanizadas aumentaram acima das taxas de crescimento populacional e o espraiamento ainda é característico do desenvolvimento urbano brasileiro.

Estes resultados destacam a importância de políticas de planejamento urbano que levem em consideração as tendências de diferentes escalas de cidade, visando o desenvolvimento de uma rede urbana mais equilibrada e sustentável. Através de uma análise quantitativa, esse artigo identifica tendências de crescimento de áreas não vegetadas (urbanizadas) de categorias de cidades associadas ao crescimento demográfico de suas populações e busca, assim, reforçar a necessidade de abordagens de planejamento urbano que considerem as especificidades de cada categoria.

Além dessa introdução, o artigo está dividido em três partes. A primeira parte estabelece os fundamentos teóricos que instiga a análise. A segunda parte se dedica à metodologia quantitativa das cidades brasileiras e à discussão dos resultados e a última parte conclui a análise a partir da discussão de políticas públicas em diferentes escalas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O crescimento das cidades brasileiras e o processo de urbanização do país, tem sido objeto de estudo de uma ampla gama de pesquisadores ao longo do tempo. Milton Santos (1993) analisa o processo de urbanização e com base em cinco classes de aglomerações urbanas, ele conclui que "paralelamente ao crescimento acumulado nas maiores cidades do país, ocorria um fenômeno de desmetropolização." Ou seja, enquanto as regiões metropolitanas atraíam uma população concentrada, houve uma dispersão demográfica, nos anos dede 1980 que resultou no "aumento do número de cidades intermediárias e de suas populações" (Santos M., 1993, p. 83).

Monte-Mór (1994) aponta que o processo de "urbanização extensiva" (i.e., a expansão das áreas urbanas para além dos limites tradicionais das cidades e a transformação de áreas anteriormente rurais em urbanas) foi impulsionado por fatores como o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e a necessidade de infraestrutura e serviços.

No início dos anos 2000, Meyer & Grostein (2006) observam que o fenômeno metropolitano no Brasil foi marcado pela urbanização da "metrópole dispersa" abrangendo extensas áreas que frequentemente coexistem com vazios urbanos e se expandem para fora. Essa

caracterização é distinta do processo de urbanização metropolitana observado anteriormente no Brasil, que se estruturou principalmente pela conurbação.

Enquanto a conurbação de cidades está associada ao estabelecimento da indústria e tipicamente irradia do município central, reforçando o modelo monocêntrico, o padrão de metrópoles dispersas está ligado à dispersão de funções e promove a policentricidade (ibid.). Esse novo padrão de expansão urbana metropolitana surgiu devido à intensa interação entre as cidades para atender às demandas de infraestrutura (ibid.). Alguns autores referem-se a esse processo como periurbanização, constituindo um novo conjunto de tipologias de áreas urbanizadas (Coy *et al.*, 2018; Friedmann, 2016; Baldini *et al.*, 2022).

A concentração populacional nas capitais estaduais brasileiras é um fenômeno complexo influenciado por fatores como urbanização, industrialização e acumulação de investimentos. Esse fenômeno resultou em um "inchaço metropolitano" característico do Sul Global (Steinberger & Bruna, 2001). Goulart Reis (2006), aponta que o boom populacional urbano na segunda metade do século 20 levou a um novo modo de vida caracterizado pela urbanização dispersa e novos arranjos territoriais e o aumento significativo no número de metrópoles e cidades médias.

O estado de São Paulo, que abriga a maior população e é o estado uma grande importância econômica no país, é um exemplo seminal desses processos. Enquanto junto à capital encontram-se cinco regiões metropolitanas que estruturam a área da macrometropole paulista, o interior do estado é estruturado por uma rede de cidades de médio e pequeno portes que em alguns casos fazem parte de regiões metropolitanas administrativas institucionalizadas. A regionalização e a organização territorial no estado foram estruturadas a partir dos eixos rodoviários e dos polos urbanos existentes que mantinham uma relação de dependência social e econômica com cidades menores circunvizinhas (Tavares, 2018). Tal estruturação é consequência de uma estratégia desenvolvimentista de urbanização no território paulista, produto da interiorização da indústria a partir de ações estatais de desenvolvimento regional (ibid.). É ao longo dos principais eixos rodoviários que cidades intermediárias se desenvolveram e continuam a expandir suas áreas urbanizadas e onde as regiões metropolitanas interioranas se encontram.

As regiões metropolitanas interioranas se contrapõem àquelas junto à capital por não caracterizarem regiões com conurbação extensiva. No entanto, essas regiões possuem funções, e problemáticas, similares às grandes metrópoles urbanas (Steinberger & Bruna, 2001). A cidade central das regiões metropolitanas interioranas são normalmente cidades com funções intermediárias dentro da hierarquia urbana do estado e do país, ou seja, cidades que não são nem uma metrópole nacional ou global nem um aglomerado urbano pequeno ou rural, mas desempenham um papel significativo em sua região, atuando como um centro de serviços, comércio, educação, saúde etc., e exercendo grande influência sobre cidades menores ao seu redor (REGIC, 2020).

Vale notar que o critério de cidade média varia de acordo com o nível de desenvolvimento de um país, o período, o contexto regional, o objetivo da análise ou mesmo a implicação funcional do sistema urbano em análise (Russo *et al.*, 2017; Gareis & Milbert, 2020; Jaoude *et al.*, 2022). Ou seja, a definição do que é uma cidade média (ou intermediária) é uma escolha prática que possibilita a perspectiva de uma determinada investigação. Cidades médias ajudam a reduzir a pressão sobre as grandes metrópoles e promovem um desenvolvimento nacional, regional e estadual mais equilibrado (Filho & Serra, 2001). É inegável a relevância estratégica do sistema de cidades intermediárias para a economia

nacional, o desenvolvimento territorial e a promoção da sustentabilidade socioambiental no Brasil (IPEA, 2022).

No entanto, Goulart e Gonçalves (2019) argumentam que o "desenvolvimento, originário da década de 1970, reproduziu [nas cidades médias] problemas antes exclusivos das grandes aglomerações urbanas: periferização, expansão urbana sem infraestrutura correspondente e segregação socioespacial" (p.42). Isto é, cidades brasileiras apresentam problemas semelhantes em relação ao emprego, moradia, transporte e serviços básicos (água, esgoto, saúde, educação etc.) em diferentes escalas e intensidades, ou seja, quanto maior a cidade, mais graves são esses problemas (Maia e Silva, 2020).

A partir da fundamentação do arcabouço teórico que oferece essencialmente uma visão qualitativa do processo de urbanização, a sessão seguinte apresenta o método para a análise quantifica da urbanização expansiva das cidades brasileiras de diferentes tamanhos agrupadas em categorias.

3. MÉTODO

Neste estudo, cidades são agrupadas em faixas e subcategorias pequenas, buscando investigar especificidades e tendências em níveis desagregados. As categorias propostas visam evitar agrupamentos inadequados de cidades brasileiras, considerando sua grande diversidade em termos de tamanho e densidade populacional. Por exemplo, uma cidade com 20.000 habitantes tem dinâmicas urbanas e taxas de expansão distintas de uma com 200.000 habitantes. São propostas seis categorias de cidades, algumas delas com subcategorias:

i.) **pequenas:** até 20.000 habitantes **(A)** / > 20.000 e ≤100.000 habitantes **(B)**

ii.) **pequena-médias:** >100.000 e ≤ 200.000 habitantes **(C)** / > 200.000 e ≤ 400.000 habitantes **(D)**

iii.) **médias**: > 400.000 e ≤ 600.000 **(E)** / > 600.000 e ≤ 800.000 habitantes (**F)**

iv.) **médias-grande**: > 800.000 e ≤ 1 milhão **(G)**

v.) **grandes**: > 1 milhão de habitantes **(H)**

vi.) metrópole nacional: São Paulo **(I)**

Os dados populacionais foram extraídos dos Censos de 1991, 2000, 2010 e dos resultados preliminares do Censo 2022 (IBGE) cujos números são apresentados na Tabela 1. O tamanho populacional definido pela primeira categoria de cidades **pequenas** inclui dois subgrupos, o primeiro é formado pelos municípios que não são legalmente exigidos a elaborar planos diretores pelo lei federal conhecida como Estatuto da Cidade (2001) e a segunda subcategoria são munícipios de pequeno porte com população entre > 20.000 e ≤ 100.000 habitantes (B).

A segunda categoria, denominada **pequena-médias**, inclui municípios de duas faixas populacionais: **entre > 100.000 e ≤ 200.000 (C)** e **> 200.000 e ≤ 400.000 (D)** habitantes. A partir da terceira categoria (**cidades médias**) somam-se incrementos de 200.000 habitantes, até o marco de 1 milhão, que inclui 13 capitais estaduais com populações entre 1.037.775 (São Luís) e 6.211.423 (Rio de Janeiro). A última categoria inclui apenas a metrópole nacional São Paulo (terminologia utilizada pelo REGIC), que estatisticamente é uma

observação singular devido ao seu tamanho expressivo. Além dos nomes, cada categoria é identificada por letras para facilitar a discussão sobre as taxas de crescimento populacional.

3.1 Resultados

A Figura 1 ilustra o percentual da população brasileira por categoria. Os municípios das categorias **(C)**, **(D)**, **(E)** e **(F)** apresentaram aumento na proporção da população total do país entre 1991 e 2022. Ou seja, uma parcela maior da população do país está se concentrando em cidades que podem ser consideradas intermediárias em relação ao tamanho da população. Em 1991, as categorias **(C)** e **(D)** representavam aproximadamente 18% da população nacional, em 2022 passam a representar 23,5%, um aumento de mais de 20 milhões de habitantes. A população brasileira cresceu aproximadamente 28% no mesmo período (aumento de mais de 57 milhões de habitantes), o que implica que o crescimento populacional se concentrou em grande parte nas cidades das categorias **(C)** e **(D).**

A categoria de **(D)** e **(E),** concentraram, em 2022, 10,4% da população (aumento de 1,9 pontos percentuais em relação a 1991). A parcela da população nacional residente em São Paulo, a **metrópole nacional**, e em cidades de **pequeno porte** (até 100.000 habitantes) diminuiu entre 1991 e 2022, com quedas de 1% e 10% na proporção da população nacional, respectivamente. Municípios com população inferior a 20.000 habitantes em 1991 representavam 23,7% da população brasileira, em 2022, esse percentual caiu para 18% (queda de 6 pontos percentuais). A metrópole nacional em 1991 representava 6,6% da população nacional; em 2010, representava 6% e, em 2022, 5,6%.

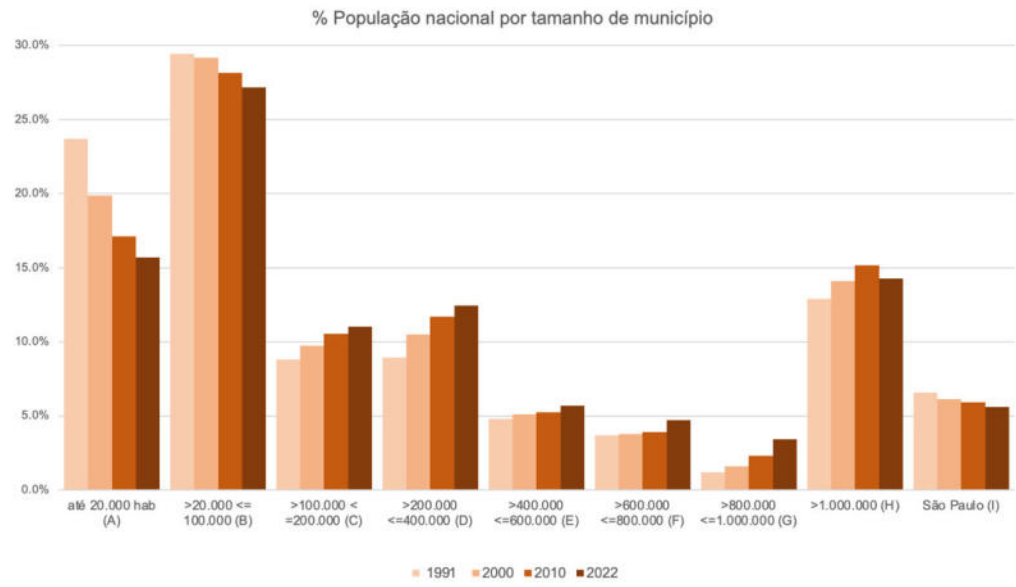


Figura 1: % da população total por categoria de cidades 1991, 2000, 2010 e 2022
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), elaborado pela autora

Na direção oposta, a categoria de **cidades pequenas-médias** (até 400.000 habitantes) aumentou sua participação na participação da população total. Juntas, as cidades entre 100.000 e 400.000, ou seja, **(C)**+**(D)**, representaram 23,5% da população total em 2022 (aumento de 5,7 pontos percentuais em relação a 1991). Por fim, os municípios das categorias de cidades médias **(E)** e **(F)** também aumentaram sua participação na população total, passando de 8,5% em 1991 para 10,4% em 2022.

4. CONSUMO DE TERRA

A análise a respeito do consumo de terra considera o aumento ou a diminuição de áreas do nível 1 do Mapbiomas: Floresta, Formação Natural Não Florestal, Agropecuária, Área Não Vegetada, e Corpos D'Água. A Figura 2 ilustra a variação percentual das classes de uso do solo entre 1991 e 2021, para as cidades que compõem cada categoria de acordo com o Censo 2022.[2] Busca-se explorar como as cidades que compunham cada categoria em 2022, se comportaram no passado em relação às mudanças de uso do solo das principais categorias de uso. Primeiramente, fica claro a tendência no Brasil de diminuição das áreas de Florestas, Formação Natural Não Florestal e Água, e a expansão das áreas Agropecuárias e Não Vegetadas que corresponde em sua maioria às áreas urbanizadas.

O decréscimo da área total de Floresta do grupo de cidades que em 2022 possuía uma população **< 20.000 habitantes (A)** é de aproximadamente 28.000.000 ha. Isso representa um total de 13% a menos de área florestal entre 1991 e 2021. Além disso, essa mesma categoria de cidade diminuiu em 7% a área de Formação Natural Não Florestal e 23% sua superfície de água, enquanto expandiu em 23% Áreas Agrícolas e 32% as áreas Não Vegetadas. A categoria que mais reduziu área de Formação Florestal foi a categoria (E), municípios com população entre **> 400.000 e <= 600.000**. Juntas, essas cidades perderam 30% da área que possuíam em 1991 de Floresta. Essa categoria aumentou em 39% suas áreas de Agropecuária (acréscimo de 821.906 ha) e 44% de Não Vegetado (adicional de 95.704 ha). Os municípios com população entre **100.000 e 200.000 (C)** habitantes expandiram sua área não vegetada em 54% e a agropecuária em 24%, enquanto a floresta, a formação natural não florestal e a água diminuíram 10%, 18% e 4%, respectivamente. A categoria (F), **cidades médias-grandes**, aumentou a área de Agropecuária em 4% e áreas não vegetadas em 44%, enquanto as Florestas, as Formações Naturais Não Florestais e a Água diminuíram 19%, 7% e 9%, respectivamente. Esses números sugerem que a área urbanizada dessas cidades está, de fato, se expandindo para áreas rurais e vegetadas (Figura 2).

Quando as taxas de crescimento populacional são comparadas lado a lado com as mudanças de uso do solo, nota-se que cidades intermediárias apresentam grande pressão sobre as áreas vegetadas. A Figura 3 ilustra a variação percentual das classes de uso do solo ao lado do crescimento populacional para cada categoria de cidade. Em média, a população das cidades intermediárias, ou seja, as categorias (C), (D), (F) e (G), cresceram 39%, enquanto a área não vegetada aumentou 45% no período analisado. Ou seja, as áreas urbanizadas aumentaram além da variação percentual da população. As cidades da categoria C (entre 100.000 e 200.000 habitantes) aumentaram suas áreas não-vegetadas em 54% enquanto sua população aumentou 39% nos últimos 30 anos, representando um decréscimo de área de Florestas e Formações Natural Não Florestal aproximadamente de 27.395.749 hectares. A única categoria de cidades que diminuiu a área de usos agrícolas são aquelas com uma

[2] Vale ressaltar que, embora os dados populacionais sigam anos censitários, os últimos dados do MapBiomas disponíveis são de 2021 e, portanto, presume-se que sejam os dados correspondentes ao Censo 2022.

população > 1 milhão de habitantes (em 2022) que, juntas, perderam 15% das terras agrícolas, enquanto as áreas não vegetadas aumentaram 29%.

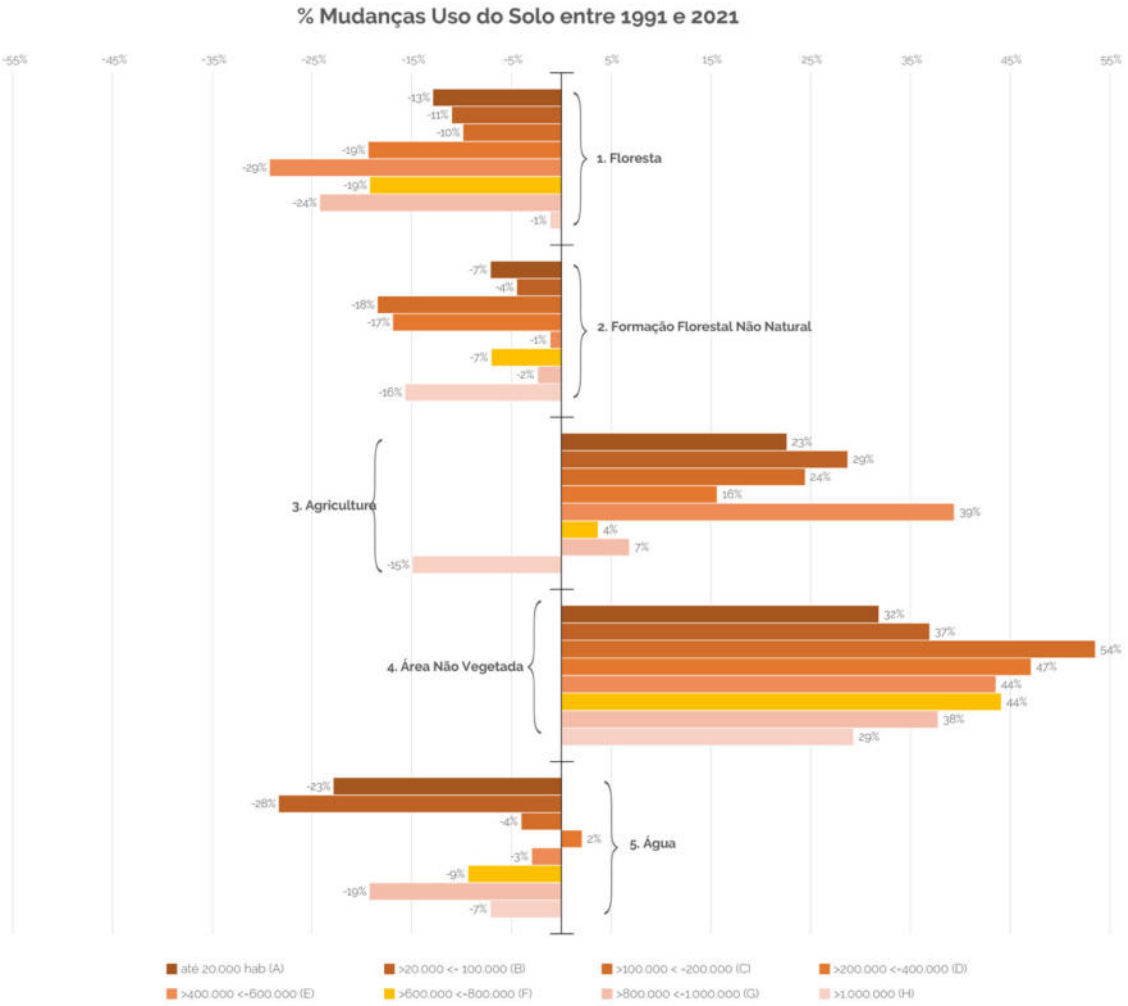


Figura 2: % Variação por classes de uso do solo e categoria de cidade (2022)

Nas últimas três décadas, em relação ao crescimento populacional, observou-se o seguinte padrão de perda de Área Natural (AN) em diferentes categorias de cidades brasileiras: categoria **(A) até 20.000 habitantes** há uma perda associada de 88.659 ha de NA (8,86 ha / por novo habitante); categoria **(B)** a perda associada é de 16.524 ha (1,65 ha / per capita); categoria **(C)** perda de 3.587 ha de AN (0,36 ha / per capita); categoria **(D)** a perda associada é de 993 (0,1 ha per capita); categoria **(E)** a perda associada é 918 ha (0,09 ha / per capita);ncategoria **(F)** a perda associada é de 101,3 ha (0,01 ha / per capita); categoria **(G)** a perda associada é de 87 ha de Área Natural (0,01 ha / per capita); e para as cidades da categoria **> 1.000.000 (H)** a perda associada é de 50 ha de AN (0,01 ha / per capita) – em valores aproximados.

A relação entre crescimento populacional e mudanças na área de classes de uso do solo pode ser considerada a **taxa de consumo de terra**, uma vez que representa o quanto um dado incremento populacional está associado a uma mudança na área total de uma determinada classe de uso do solo. Considerando que a perda de áreas vegetadas afeta negativamente o meio ambiente e a sustentabilidade, pode-se dizer que, ecologicamente, é mais oneroso ter o crescimento populacional concentrado em cidades pequenas e médias do que em grandes

centros urbanos, como as cidades das categorias (G) e (H). Isso porque o acréscimo populacional está associado à expansão de áreas urbanizadas e à perda de áreas vegetadas maiores, afetando o clima, a resiliência e a sustentabilidade locais e regionais. Espacialmente, a taxa de consumo de terra também está relacionada à estruturação de "áreas metropolizadas" que, a longo prazo, tendem à conurbação entre cidades vizinhas dentro de áreas metropolitanas e a perda definitiva de áreas vegetadas e/ou rurais.

As escalas territoriais, como cidades e regiões, desempenham um papel crucial na formação dos processos socioeconômicos dentro de um país (Lima *et al.,* 2014). Diferentes escalas territoriais requerem políticas de desenvolvimento distintas para enfrentar desafios e oportunidades e políticas territoriais não devem se concentrar apenas em algumas escalas específicas. A compreensão da importância das escalas territoriais contribui para a formulação de políticas de desenvolvimento mais abrangentes e eficazes, onde a dimensão espacial do desenvolvimento e o papel das cidades são reconhecidos como motores do crescimento econômico e do desenvolvimento socioeconômico integrado e sustentável (ibid.).

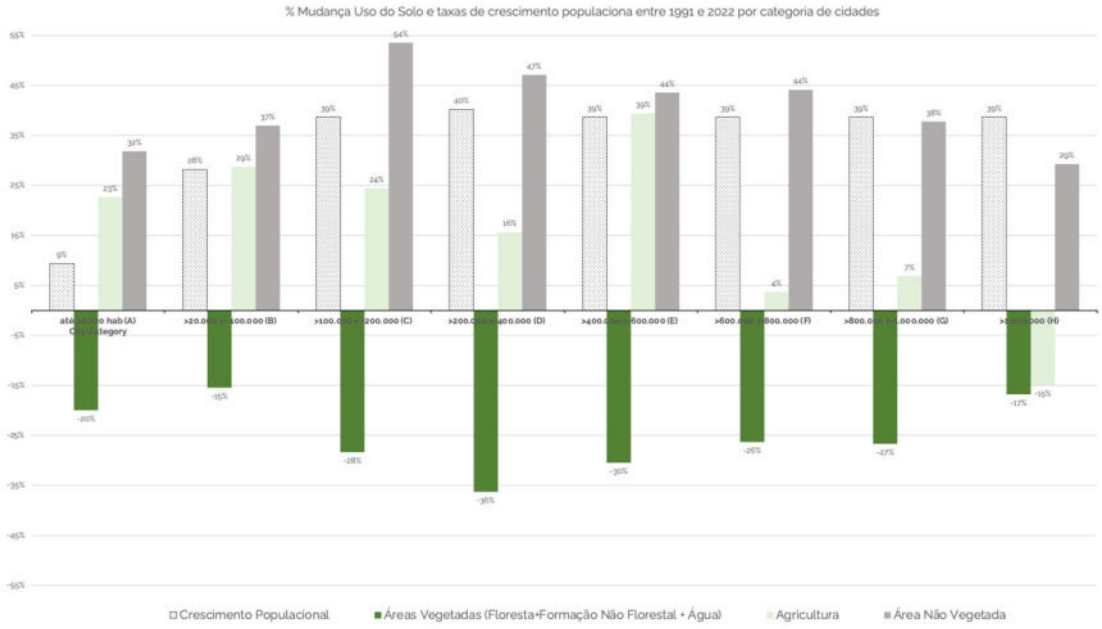


Figura 3: % Mudança do uso do solo crescimento populacional por categoria

A urbanização extensiva identificada por Monte-Mór na década de 90 e seus impactos no meio ambiente expõe o início da intensa transformação do território natural e rural em espaço construído das últimas três décadas resultante principalmente do grande êxodo rural ao longo das décadas de 70 e 80 (Coy *et al.*, 2018). A substituição de áreas vegetadas naturais resulta na perda de biodiversidade, no aumento das emissões de carbono e na redução principalmente dos serviços ecossistêmicos de regulação e de suporte (Baldini *et al.*, 2022). A relação entre altas taxas de expansão urbana e a perda de terras agrícolas, a redução de habitats para a vida selvagem, e a alteração dos regimes hidrológicos e do clima regionais tem sido demonstrada ao redor do muno (Güneralp *et al.*, 2020).

As franjas urbanas do Brasil enfrentam desafios específicos e pressão para acomodar novas habitações, indústrias e serviços, muitas vezes às custas da preservação ou restauração do meio ambiente (Coy *et al.*, 2018). As infraestruturas nesses territórios são frequentemente

precárias, com sistemas de transporte inadequados, e altas taxas de deslocamentos pendulares diários (ibid.) agravando a questão climática e prejudicando a resiliências e a sustentabilidade de regiões e cidades.

O fato da Constituição de 1988 estabelecer os municípios como o terceiro nível de governo, e conceder aos estados e municípios mais poder para arrecadação de receitas e liberdade para definir as taxas de impostos cria uma estrutura altamente decentralizada de governança (Mata *et al.*, 2005) e independência para que municípios promovam a expansão a partir de novos loteamentos para aumentar a arrecadação de impostos sobre a propriedade. Apesar da dimensão transformadora dos Planos Diretores, enquanto instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana aliados à Constituição Federal e ao Estatuto da Cidade, existe uma grande carência de legislações específicas para questões ambientais como as mudanças climáticas (Espíndola & Ribeiro, 2020) especificamente relacionado à taxa e forma do consumo de terra e da urbanização expansiva.

Nesse contexto, a gestão proativa da expansão urbana, especialmente em cidades pequenas e médias, torna-se crucial para a preservação das terras agrícolas em regiões de franjas urbanas (Coy *et al.*, 2018). Apesar dos desafios envolvidos no planejamento e na gestão da expansão urbana nas cidades brasileiras, argumenta-se aqui que a dinâmica de crescimento urbana identificada e discutida na seção anterior pode ser transformada em oportunidade para a preservação e restauração de habitats nativos que são devastados desde os primeiros assentamentos da colonização europeia.

Mundialmente, a expansão agrícola é a principal causa de mudança no uso da terra (mais de 1/3 da superfície terrestre é usada para cultivo ou criação de animais) (Díaz *et al.*, 2019). De acordo com o relatório mundial sobre a biodiversidade de 2019 (*Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)*, a expansão agrícola combinada com a expansão de áreas urbanizada às custas de florestas (principalmente florestas tropicais antigas) tem causado a degradação do solo e reduziu a produtividade da produção agrícola anual global em 23 por cento (perdas entre US$ 235 bilhões e 577 mil milhões de dólares).

No Brasil a conversão de terras rurais em terras urbanas é a última fase do processo histórico de artificialização do solo onde áreas de vegetação nativa são convertidas primeiro em territórios agrícolas e posteriormente incorporados pelos limites da expansão urbana. A postura expansionista (Padeiro, 2014) dos planos diretores municipais promove a expansão urbana de maneira desequilibrada, fragmentada e insustentável e a ausência de políticas especificas para lidar com a questão da expansão urbana e consumo de terra é central nesse contexto.

De acordo com o IBGE (MUNIC), em 2021, apenas 23% dos municípios brasileiros possuíam legislação sobre parcelamento do solo, 30% possuíam legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico e 22% possuíam legislação específica de perímetro urbano como parte integrante do Plano Diretor. Leis relacionadas ao perímetro urbano estão relacionadas ao limite oficial entre as áreas urbanas e rurais do município, o fato de muitos municípios terem instrumentos de planejamento específicos, mas não parte integrante de Planos Diretores, revela a desarticulação de políticas de desenvolvimento urbano (IBGE, 2022).

A priorização de infraestruturas verdes estrategicamente planejadas com áreas naturais e seminaturais e manejadas para fornecer serviços ecossistêmicos e proteger a biodiversidade

é reconhecido como ferramenta eficiente na promoção da sustentabilidade em franjas urbanas (Capotorti *et al.*, 2019). Em outras palavras, planejamento territorial é o principal instrumento para o desenvolvimento sustentável de um país em todas as escalas.

Bolay & Rabinovich (2004) destacam que as cidades intermediárias possuem um potencial significativo como laboratórios de governança urbana, devido à sua propensão para valorizar as funções complementares das comunidades urbanas e rurais. Argumentamos aqui que, além da governança, essas cidades desempenham um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas e na gestão da expansão de suas áreas urbanas, bem como na regulação de seus territórios rurais. Elas representam ambientes ideais para adotar abordagens inovadoras, diferenciando-se das regiões metropolitanas mais antigas e maiores.

Lungo (2001) aborda a necessidade de novos instrumentos de regulamentação do uso do solo urbano, melhorias no transporte público e uma abordagem mais coordenada para o planejamento regional e metropolitano e destaca os impactos negativos do crescimento urbano disperso na competitividade das cidades latinoamericanas. O uso sustentável do solo não urbanizado é crucial para preservar seus serviços ecossistêmicos, sua intensa transformação combinada com a crescente demanda por alimentos, matérias-primas e pela urbanização expansiva aumenta a pressão sobre seu uso e prejudica os objetivos do desenvolvimento relacionados às mitigações das mudanças climáticas (ibid.).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, a expansão de cidades na América Latina tem sido subestimada, embora seja reconhecido que a região se caracteriza pela presença de cidades em rápido crescimento (Lungo, 2001). As principais preocupações desse rápido crescimento estão relacionadas ao desenvolvimento urbano desordenado, qualidade de vida e segregação socioespacial (ibid.). A compreensão ampliada do processo de expansão urbana e do consumo de terra, conhecido como *land take*, é essencial para a formação de políticas e estratégias que promovam um desenvolvimento urbano e regional sustentável frente às mudanças climáticas e eventos extremos. Os efeitos da urbanização na intensificação das mudanças climáticas estão relacionados principalmente ao declínio das áreas de sequestro de carbono devido à expansão das áreas impermeabilizadas e à redução das áreas vegetadas (Sallustio *et al*, 2015). Esses são efeitos de difícil reversão, que exigem a incorporação de conceitos de uso sustentável do solo, comumente aplicados em pesquisas agrícolas, para o âmbito do planejamento urbano e regional.

O estudo do crescimento populacional e do consumo de terra nas cidades brasileiras, apresentado neste artigo, ilustra a complexidade e os desafios do planejamento urbano e regional sustentável no cenário de urbanização extensiva no Brasil. As tendências identificadas entre 1991 e 2022 em relação ao crescimento populacional e o consumo de terra associado revelam taxas maiores de expansão urbana comparadas ao crescimento populacional especialmente em cidades pequenas e intermediárias. A análise quantitativa apontou que enquanto as cidades maiores tendem a aumentar a densidade, as cidades pequenas e médias transformam os usos de áreas naturais com maiores taxas.

A descentralização da população e das atividades econômicas pode aliviar a pressão sobre as grandes metrópoles e promover um desenvolvimento mais equilibrado, desde que seja gerenciada de forma coordenada, considerando as particularidades de cada escala urbana. A implementação de infraestruturas verdes e práticas de planejamento que promovam o uso

sustentável do solo são essenciais para garantir que o desenvolvimento urbano preserve as capacidades ambientais para as futuras gerações, aumentando a resiliência e sustentabilidade das cidades brasileiras diante dos desafios do século XXI.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é parte da tese de doutorado em desenvolvimento sob orientação dos professores coautores, em acordo institucional de cotutela internacional. Agradecemos pelo apoio à Universidade Presbiteriana Mackenzie, à *Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover* e pelo apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES com financiamentos CAPES PROEX 001 (modalidade I) e participação em eventos, CAPES/DAAD - Doutorado Sanduíche com cotutela - Edital nº 41/2022.

REFERÊNCIAS

Baldini, C., Marasas, M. E., Tittonell, P. & Drozd, A. A., 2022. Urban, periurban and horticultural landscapes – Conflict and sustainable planning in La Plata district, Argentina. **Land Use Policy**, Volume 117, p. 106120.

Bolay, J.-C. & Rabinovich, A., 2004. Intermediate cities in Latin America risk and opportunities of coherent urban development. **Cities***,* 21(5), pp. 407-421.

Capotorti, G., Lazzari, V. D. & Ortí, M. A., 2019. Local Scale Prioritisation of Green Infrastructure for Enhancing Biodiversity in Peri-Urban Agroecosystems: A Multi-Step Process Applied in the Metropolitan City of Rome (Italy).. **Sustainability***,* 11(12), p. 3322.

Coy, M., Sandholz, S., Töpfer, T. & Zirkl, F., 2018. Metropolitan Regions: Challenges for Sustainability and Governance of Periurban Areas in Brazil.. **Confins - Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasilera de geografia,** Volume 38.

Díaz, S. *et al.*., 2019. *IPBES (2019):* **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services***.,* s.l.: s.n.

Espíndola, I. B. & Ribeiro, W. C., 2020. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cadernos Metrópole**, 22(48), pp. 365-395.

Filho, O. A. & Serra, R. V., 2001. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. Em: **Cidades médias brasileiras***.* s.l.:IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 393.

Friedmann, J., 2016. The future of periurban research. **Cities***,* Volume 53, pp. 163-165.

Gareis, P. & Milbert, A., 2020. Functional classification of small towns in Germany. A methodological comparison. **Raumforschung und Raumordnung – Spatial Research and Planning***,* 78(06), p. 537–557.

Güneralp, B. *et al.*, 2020. Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: a global synthesis. **Environmental Research Letters***,* Volume 15, p. 044015.

IBGE, 2022. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2021***,* Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

IPEA, 2022. **Projeto competitividade e governança das cidades médias do Brasil: referencial conceitual e metodológico** - *Relatório 1,* Rio de Janeiro: s.n.

Jaoude, G. A., Mumm, O., Karch, A. & Carlow, V. M., 2022. Understanding land take in small and medium-sized cities through scenarios of shrinkage and growth using autoregressive models. **Frontiers in Built Environment**.

Lima, C. d. C., Simões, R. & Monte-Mór, R. L. d. M., 2014. Espaço, cidades e escalas territoriais: novas implicações de políticas de desenvolvimento regional. **Economia e Sociedade**, 1(50), pp. 223-242.

Lungo, M., 2001. Urban Sprawl and Land Regulation in Latin America. **Land Lines**, March, pp. 7-8.

Mata, D. d. *et al.*, 2005. Determinants of City Growth in Brazil.. **Working Paper** *N° 11585*, August.

Melara, E., Silva, W. R. d. & Bastos, M. D. G., 2020. A dinâmica da interiorização da violência criminal. Um problema para as cidades médias? Em: **Expansão urbana em diferentes escalas.** João Pessoa: Editora UFPB, p. 268.

Meyer, R. M. P. & Grostein, M. D., 2006. Metrópoles brasileiras: seus desafios urbanos e suas perspectivas. **Pós**, Volume 20, pp. 34-59.

Monte-Mór, R. L. d. M., 1994. Urbanização Extensiva e a Lógica do Povoamento. Em: M. Santos, M. A. A. d. Souza & M. L. Silveira, eds. ***T*erritório: globalização e fragmentação.** São Paulo: Hucitec/Anpur, pp. 169-181.

REGIC, 2020. **Regiões de Influência das Cidades: 2018**, Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia.

Padeiro, M., 2014. Planeamento e artificialização dos solos na Área Metropolitana de Lisboa (19902007): conformidade e transgressão da decisão municipal. **Cadernos de Geografia**, Volume 33.

Russo, E. A. P., Giné, D. S., Albert, M. Y. P. & Brandajs, F., 2017. Identifying and classifying small and medium sized towns in Europe.. **Econ. Soc. Geog.**, 108(4), pp. 380-402.

Sallustio, L. *et al.*, 2015. Assessing land take by urban development and its impact on carbon storage: Findings from two case studies in Italy. **Environmental Impact Assessment Review**, Volume 54, pp. 80-90.

Steinberger, M. & Bruna, G. C., 2001. Cidades Médias: elos do urbano-regional e do público-privado. Em: **Cidades Médias Brasileiras**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), p. 393.

Tavares, J. C., 2018. Planejamento Regional no Estado de São Paulo: polos eixos e a região dos vetores produtivos. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Maio-Ago, 20(2), pp. 344-367.

CIDADE E FERROVIA: AS TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM CULTURAL DA CIDADE DE CAMPO GRANDE - MS.

R. R. Cortez, N. R. T. Constantino

RESUMO

A influência da chegada da estrada de ferro em Campo Grande em 1914 teve um impacto imediato no desenvolvimento urbano, alterando a paisagem e promovendo a expansão urbana a partir da antiga Rua Velha, agora Rua 26 de Agosto. A implantação da estação ferroviária moldou uma nova "paisagem cultural", testemunhando as transformações sociais, políticas e econômicas da cidade. O artigo busca compreender a gênese de Campo Grande e suas mudanças após a chegada da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, utilizando levantamento bibliográfico, iconográfico e documental. Desta forma, busca-se destacar as mudanças na paisagem urbana e sua relação dinâmica com o território e a natureza, atendendo às necessidades dos habitantes. Essas descobertas podem embasar novos planos e projetos urbanos, refletindo a importância de compreender o passado para planejar o futuro.
Palavras-chave: paisagem cultural, ferrovia, expansão urbana

1 INTRODUÇÃO

A cidade hoje é um meio natural híbrido, o qual combina os elementos naturais com os elementos construídos, criando uma paisagem mista e única. O impacto da implantação ferroviária na cidade de Campo Grande em 1914, até então inserida no Estado do Mato Grosso uno, foi imediato para o desenvolvimento urbano.

Na morfologia e no desenho da paisagem urbana estão estampadas as ações do homem, inferindo assim que a paisagem se configura como uma sucessão de rastros do ser humano, que se superpõem e transformam o solo, como camadas possíveis de serem identificadas em cada período histórico (Besse, 2014). Sendo assim, uma produção cultural, resultado das ações antrópicas: um território produzido pelas sociedades humanas, por necessidades e motivos econômicos, políticos e culturais.

> A paisagem pode ser definida como um território produzido e praticado pelas sociedades humanas, por motivos que são, ao mesmo tempo, econômicos, políticos e culturais. O valor paisagístico de um lugar não é considerado unicamente do ponto de vista estético, é considerando mais em relação com a soma das experimentações dos costumes, das práticas desenvolvidas por um grupo humano nesse lugar. (Besse, 2014, p27).

Conforme Magnoli (2006), a interação se difere pela intensidade com que se faz presente a população humana, pelo modo como a base natural da paisagem é preservada e como é realizada a apropriação no processo produtivo e de urbanização. Campo Grande sempre experimentou um processo de urbanização acelerado, tornando as transformações na paisagem mais pronunciadas, dificultando na possibilidade de restituição das características da base natural. Magnoli (2006) pondera que as paisagens com ausência de ação humana são raras e que "a presença do homem, assentado, vivendo em determinada paisagem, em parcelas ponderáveis, de forma permanente é que constitui na maior variável". A paisagem urbana é uma expressão dessa condição.

Segundo Meneses (2002) a paisagem deve ser considerada como objeto de apropriação estética e sensorial, onde a coisa é percebida e sua representação (conceitual, visual, verbal, etc.) existem simultaneamente e simbioticamente. Nesse sentido, Berque (1995) nos fornece uma trilha segura para avançar na compreensão de que a paisagem não é universal, desmascarando o caráter histórico do fenômeno e permitindo localizá-lo além da morfologia e da paisagem empírica.

> A paisagem não é um objeto. Para compreendê-la, não basta saber como se agenciam morfologicamente os componentes do ambiente, nem como funciona a fisiologia da percepção; dito de outra forma, aquilo que deriva do objeto, incluindo o corpo humano como tal considerado; é preciso também conhecer as determinações culturais, sociais e históricas da percepção - isto é, aquilo que constrói a subjetividade humana. (Berque, 1995, p.22).

A partir desses conceitos, esse artigo busca decifrar a paisagem cultural de Campo Grande reconstituindo através da coleta de dados iconográficos, cartográficos e textos para compreender a paisagem ferroviária criada pela Estrada de Ferro Noroeste do Brasil - EFNOB. Implantada em um núcleo já existente, a paisagem ferroviária surgiu com as instalações industriais, bem como com alteração da dinâmica urbana, tendo como resultado uma rica paisagem cultural. Nesta perspectiva, Besse (2014) destaca que uma paisagem é, antes de tudo, uma totalidade dinâmica, evolutiva, em constante transformação, atravessada por fluxos de natureza, intensidade e direção bastante variáveis e, por isso, lhe é atribuída uma temporalidade própria. Nesse sentido, procedemos uma análise através de mapas e fotografias pontuando diferentes momentos desta dinâmica da paisagem: 1909, 1920, 1940 e 2024.

2 HISTORICIDADE E OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

A história de Campo Grande foi marcada por diferentes períodos e processos de urbanização. O estudo sobre as transformações na paisagem a partir da chegada da Ferrovia, almeja identificar fatores e políticas que influenciaram as maneiras de apropriação do território.

Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul, é uma cidade com 898.100 habitantes e uma área urbana de 252,63km² de extensão segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022). Situada no planalto da Serra de Maracaju, sobre o eixo divisor das bacias dos Rios Paraná e Paraguai, onde o relevo é suavemente ondulado proporcionando a formação de um núcleo urbano extenso, é caracterizada por uma ocupação espraiada entremeada por fragmentos de campos de pastagens e cerrado. (Weingartner, 2008)

Fundada em 1872 por José Antônio Pereira, natural da cidade de Monte Alegre, na província de Minas Gerais. Acompanhado por uma comitiva de cinco pessoas, ele se estabeleceu nas proximidades dos córregos Prosa e Segredo (Pereira, 2002), nas proximidades do atual Horto Florestal, conforme pode ser observado na Figura 1

Weingartner (2008) cita que o pequeno vilarejo era formado por uma única via, formada pelas atuais Ruas 26 de Agosto, Joaquim Murtinho e Barão do Melgaço. Com traçado irregular, o vilarejo foi ocupado por pequenas habitações e lojas de comércio. O limite norte do vale do Córrego Prosa servia como referência de ocupação. As casas aconteciam na parte mais alta do terreno, e a encosta do vale era utilizada para cultivo de subsistência, devido à proximidade do curso d'água.

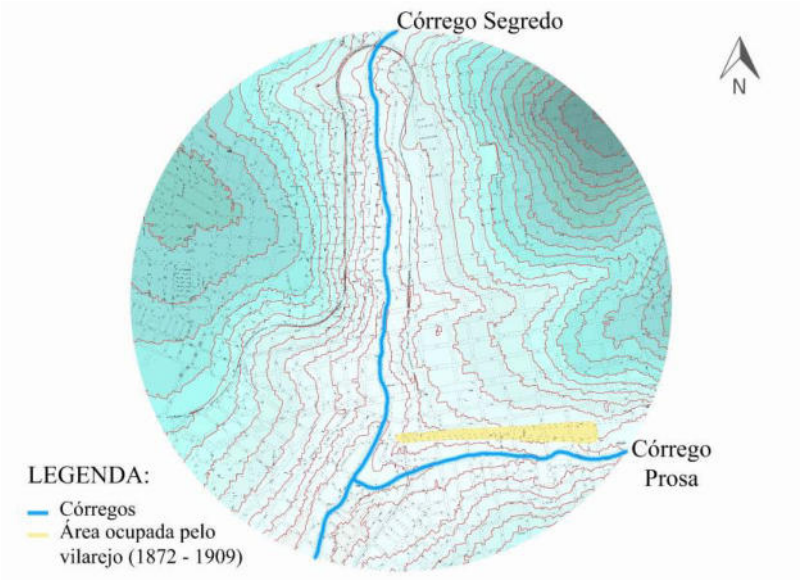


Fig. 1 Ocupação de Campo Grande – MS (1872-1909). Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As casinhas de taipa crescem seguindo um certo alinhamento que proporciona o traçado da primeira via de circulação, a Rua Velha, a atual 26 de Agosto. Em 1878 é construída a

igrejinha de Santo Antônio, edificação em taipa, com estrutura de madeira e coberta de palha, segundo Arca (2011), observado na Figura 2.



Fig. 2 Igrejinha de Santo Antônio (1878) . Fonte: Arca (2011).

Com o desenvolvimento urbano, na primeira década do século XX, Campo Grande já dava seus primeiros passos vislumbrando modernização da estrutura e assentamento. Em 1905 é criada a primeira lei municipal que aborda temáticas urbanas. O código de Posturas da cidade trata sobre saneamento, limpeza urbana, localização de edificações e tamanho dos lotes. A preocupação sanitária passa a fazer parte da cidade que tinha pouco mais de 1200 habitantes. (Arruda, 2006).

Simultâneo a esse interesse sanitário, realizaram estudos para a implantação de uma estrutura ferroviária que interligasse o Estado de Mato Grosso ao litoral. A Ferrovia tinha o intuito de facilitar o escoamento das produções e riquezas do Estado.

Marques (2009) cita que a Ferrovia no Brasil serviu para expansão capitalista e trouxe vastas mudanças estruturais na economia e na sociedade. Foi um marco de grandes mudanças no processo de organização produtiva da economia, introduzindo novos agentes produtivos e novas relações de produção; para Campo Grande não foi diferente.

O povoado passa a viver um momento importante para a formação da cidade que vemos hoje. A chegada da Ferrovia, assim como em outras cidades mato-grossenses, trouxe transformações com implementação de novos princípios urbanísticos, fazendo com que os núcleos urbanos tivessem seu traçado reestruturado em quase toda extensão. (Weingartner, 2008).

Por ordens da Intendência Municipal, em junho 1909 foi instituído o Plano de alinhamento de ruas e praças que foi desenhado pelo engenheiro Nilo Javari Barém. O plano desenvolveu o arruamento entre os córregos Segredo e Prosa, com objetivo de ocupar as formas tabulares desses terrenos. O desenho mostrava um plano ortogonal, em xadrez, com ruas largas no sentido Leste-Oeste. As principais ruas foram consideradas as estabelecidas de Sul a Norte, tendo como eixo central a Marechal Hermes (atual Avenida Afonso Pena). (Weingartner, 2008) (Figura 3)

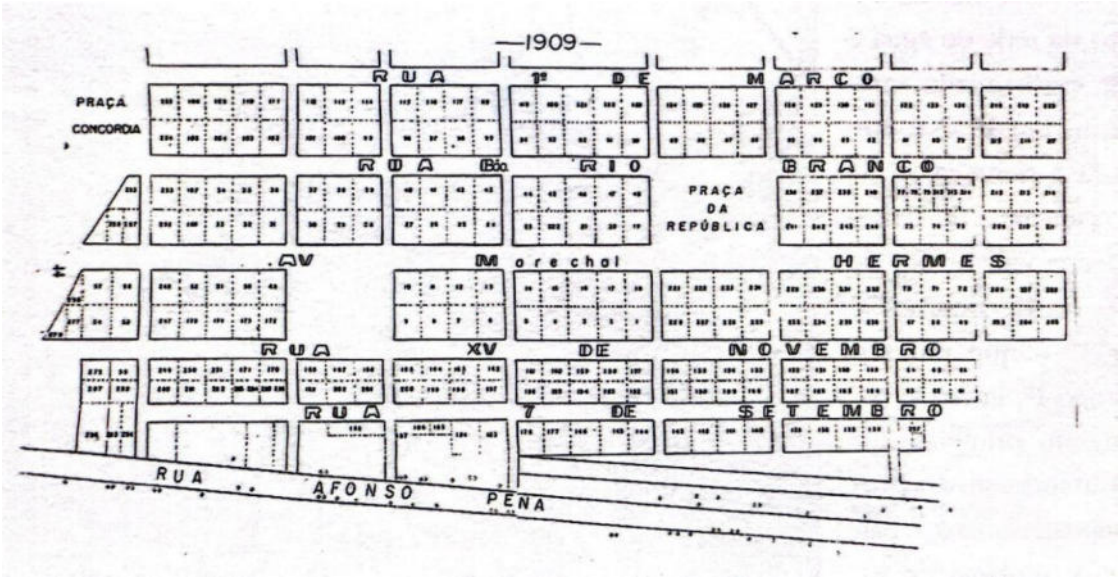


Fig. 3 Plano de alinhamento de ruas e praças, elaborado pelo engenheiro Nilo Javari Barém (1909). Fonte: Weingartner (2008)

Weingartner(2008) comenta que além dos limites e formatos desse arruamento, o plano previu que as vias fossem delimitadas pelas fachadas das edificações, como podemos perceber na Figura 4 (Arca, 2011), que demonstra a aplicação da normativa na Rua 7 de Setembro.

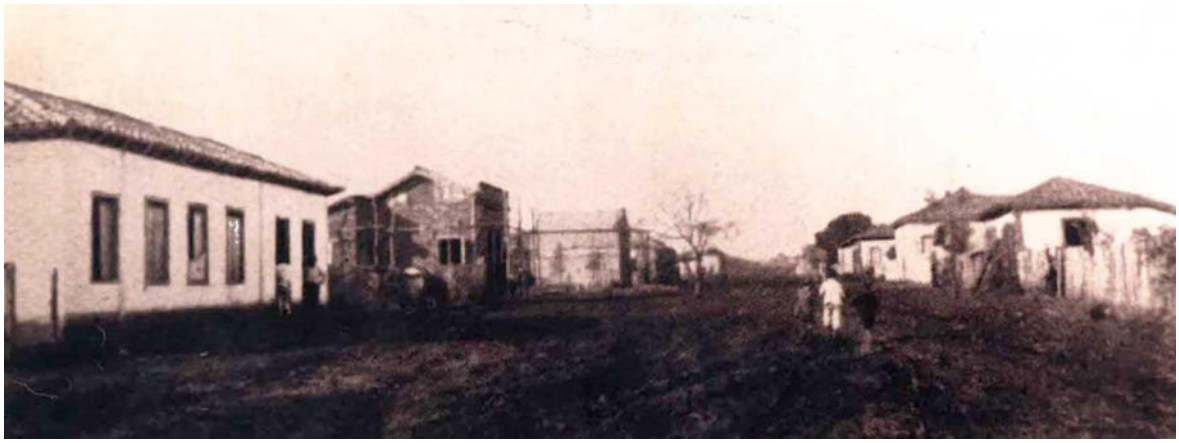


Fig. 4 Rua 7 de Setembro (1910). Fonte: Arca (2011)

Com a implantação da Companhia Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, iniciou-se em 1905 a construção da estrada, que com seus 1540 km, depois de percorrer uma extensa região do Estado de São Paulo (465 km), avançou para o sul de Mato Grosso até Corumbá, passando pela cidade de Campo Grande. A partir de 1914 a cidade presenciou a inauguração da sua primeira estação ferroviária. (Campo Grande, 1999), conforme Figura 5.



Fig. 5 Inauguração da estação ferroviária de Campo Grande (1914). Fonte: Arca (2011)

Reunido todo esse desenvolvimento, as fronteiras de Campo Grande acabaram de se romper. Matos (1974) defende a ferrovia como a "força de uma realidade", que se desenvolve, modela e transforma uma paisagem urbana.

> A chegada dos trilhos é quase sempre um marco na história de uma cidade. Com a estrada de ferro, vem todo o aparelhamento que ela exige, especialmente quando a cidade, por alguma razão, é escolhida para sede de qualquer atividade especial da estrada de ferro: armazéns, oficinas, escritórios, ponto de cruzamento de trens ou local de baldeação. Tudo isso reflete sobre a vida da cidade, pois constitui mercado de uma aração e estimula numerosas atividades correlatas, dando ao local mais animação do que as demais cidades. (Matos. 1974, p. 170).

Com a ligação da linha ferroviária, a cidade presenciou um período de desenvolvimento econômico, de expansão territorial e populacional. São realizadas novas construções e a implementação do serviço de abastecimento de água. O crescimento é demonstrado na Figura 6 pela expansão da malha urbana em direção à esplanada ferroviária.

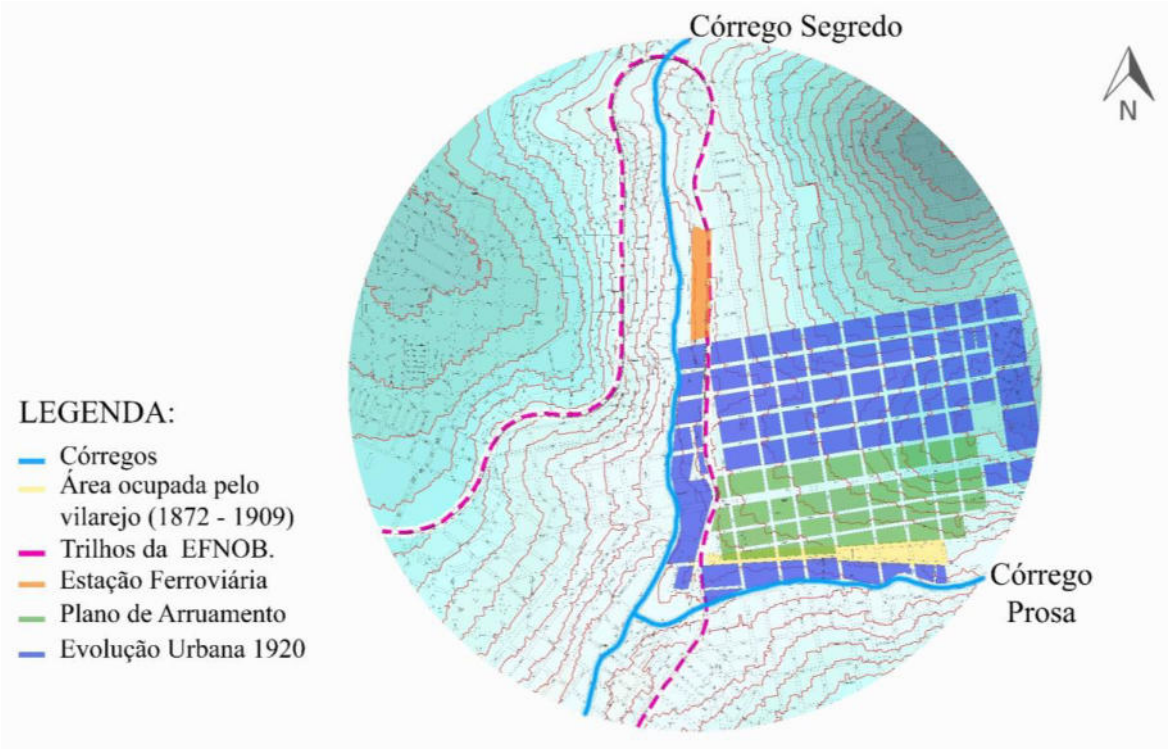


Fig. 6 Evolução Urbana (1920). Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Na década de 1920, o desenvolvimento econômico e o crescimento urbano se mantiveram acelerado. A área parcelada foi ampliada em uma vez e meia o território ocupado pelo plano de arruamento de 1910. A malha viária alcança os córregos Prosa e Segredo, que passaram a ser os limites sul e oeste da área parcelada. (Weingartner, 2008)

Com a nova conformação, a Rua Velha (atual 26 de Agosto) que era tida como a principal, perde a sua relevância após o plano de arruamento e o desenvolvimento urbano oriundo da Ferroviária. A Rua 14 de Julho se constituiu aos poucos e ocupou o espaço como a principal via comercial e por décadas foi a via de acesso à Estação Ferroviária. A rua 14 de Julho, que pode ser observada na Figura 7, tinha o perímetro mais bem definido pelas fachadas das edificações, em particular na área destinada ao comércio (Arca, 2011).



Fig. 7 Rua 14 de Julho (1920). Fonte: Arca (2011).

A área parcelada como pode ser vista na figura 8, não possui uma ocupação homogênea, em meio ao tecido existiam lotes vazios, ocupados por vegetação espontânea. Essa alternância dificultava a delimitação das ruas.



Fig. 8 Vista panorâmica do Bairro Segredo, atual região do Centro (1920). Fonte: Weingartner (2008)

A Ferrovia passou a fazer parte do cotidiano da cidade. Campo Grande continuou crescendo e se desenvolvendo em ritmo acelerado. Porém na década seguinte (1930) a economia do café, a grande responsável pelo desenvolvimento e a expansão das estradas de ferro, entra em colapso com a crise de 1929. Após a crise, por volta da década de 1950 o rodoviarismo no Brasil tornou-se a política dominante no modal de transportes, e foi quando as estruturas ferroviárias já sucateadas passaram a sofrer um processo de abandono, minimizando toda importância que tiveram no desenvolvimento de todo país.

Campo Grande mesmo tendo sido influenciada grandemente pela estrutura ferroviária, não deixou de se desenvolver após a crise. A paisagem cultural vinha sendo transformada com a chegada de cada novo ciclo social ou econômico. Nas décadas seguintes o traçado urbano foi se espalhando e a paisagem natural foi sendo alterada. Os elementos naturais que compunham a paisagem passaram a ser transformados com o intuito de construir espaços cada vez mais antropizados e os traços da paisagem primitiva foram sendo sobrepostos por camadas dessa urbanização. E, dessa maneira passaram a não se reconhecer mais as pegadas (os rastros) deixadas pelo homem no território.

Em 1979 Campo Grande passou a ser Capital do Estado de Mato Grosso do Sul. Em 1980 a cidade já alcançava 285 mil habitantes. Esse adensamento se manteve nas décadas seguintes

e o saldo desse espraiamento contribuiu para a formação da paisagem atual de Campo Grande

Na década de 1990 com o encerramento das atividades da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, Campo Grande se deparou com um patrimônio industrial ferroviário inutilizado. O complexo ferroviário foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - Iphan, em 2009. Importante para o desenvolvimento no Centro-Oeste brasileiro, no início do século XX, o conjunto da EFNOB possui 22,3 hectares e 135 edifícios em alvenaria e madeira, erguidos em datas diferentes a partir da ampliação das atividades ferrovia (Iphan, 2014).

3 DO PASSADO AO PRESENTE: ELEMENTOS QUE TESTEMUNHAM A PAISAGEM CULTURAL POR INTERMÉDIO DA FERROVIÁRIA

Toda a paisagem é cultural, "essencialmente por ter sido produzida dentro de um conjunto de práticas (econômicas, políticas, sociais) e, segundo valores que, de certa forma, ela simboliza", conforme Besse (2014, p.30). Nesse sentido, a paisagem é constituída por elementos que a tornam portadora de diferentes valores que podem lhe conferir interesse patrimonial. A noção de patrimônio está ligada a três categorias: tempo, espaço e valor.

> [...] O valor da paisagem cultural decorre de sua função e de sua capacidade de reter marcas e registros antrópicos. O homem é um dos elementos de valor na paisagem, muitas vezes o principal. Sob a ótica cultural a leitura e compreensão da paisagem não se limita ao espaço. É também temporal. A paisagem testemunha e preserva dados de épocas passadas, sob os pontos de vista geológico, paleontológico e arqueológico. Qualquer marca que o homem introduza na paisagem significa uma modificação para sempre, um novo significado, um diferente valor patrimonial. Técnicas materiais, crenças religiosas e ideológicas perpassam cada pisagem. A paisagem é uma chave para a compreensão do passado, do presente e do futuro" (Delphim, 2004, p.5).

A paisagem cultural Campo-grandense influenciada pela Ferrovia carrega até a atualidade elementos arquitetônicos que testemunham a história da EFNOB na formação urbana da cidade de Campo Grande. Nas figuras 9 e 10 podemos verificar a área da esplanada ferroviária em dois momentos distintos, na década de 1940 e atualidade, respectivamente.



Fig. 9 Estação Ferroviária de Campo Grande, 1940 e 2024 respectivamente. Fonte: Estações ferroviárias do Brasil (2021) e elaborado pelos autores (2024).



Fig. 10 – Estação Ferroviária de Campo Grande, 1940 e 2024 respectivamente. Fonte: Estações ferroviárias do Brasil (2021) e elaborado pelos autores (2024).

A esplanada ferroviária como verificamos na figura 11 é o símbolo máximo da história da ferrovia em Campo Grande. O complexo tornou-se ponto de referência no município e impulsionou o desenvolvimento e ocupação de seu entorno ao longo dos anos. Pode-se considerar que o conjunto ferroviário foi responsável pela urbanização e crescente adensamento, influenciando inclusive a arquitetura da região.



Fig. 11 Estação Ferroviária de Campo Grande, 1950 e 2024 respectivamente. Fonte: Estações ferroviárias do Brasil (2021) e elaborado pelos autores (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Campo Grande é possível destacar que o principal elemento antrópico influenciador da paisagem urbana foi a estação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, bem como o conjunto de sua esplanada, o qual determinou mudanças importantes no traçado da cidade, valorizando a área do entorno. Sua existência foi tão significativa que a cidade experienciou a influência do complexo ferroviário de forma permanente na sua expansão urbana até meados da década de 1980 do século XX e que parte se preserva até os dias atuais.

Segundo Arruda (2006) os trilhos da ferrovia geraram uma espécie de divisão simbólica no espaço urbano da cidade, revelando outros impactos com a chegada da EFNOB, como a divisão da cidade entre o lado de baixo e o lado de cima dos trilhos. Além do desenvolvimento urbano, os problemas que acompanham este acontecimento emergiram, pois de uma pacata vila interiorana a cidade, passou a lidar com as contradições presentes em cidades maiores e com maior expressão naquele momento no país.

Campo Grande atravessou diversos ciclos econômicos e culturais, mas nenhum deles acenou para a possibilidade de um crescimento lento. Assim, espera-se com a realização deste

trabalho ao analisar como a paisagem cultural da cidade se modificou, evidenciando alguns exemplares de edifícios que sobreviveram até a realidade contemporânea, servir como embasamento para planos e projetos urbanos voltados às pessoas, considerando os elementos culturais dessa paisagem e a história do lugar.

Desta maneira, podemos destacar que a construção da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil foi fator decisivo na consolidação econômica, demográfica e social do sul do Estado de Mato Grosso. A EFNOB conduziu fortemente o fluxo migratória, promovendo a implantação de um expressivo polo agropecuário e de industrialização. Possibilitou o fortalecimento de vários municípios ao longo do seu traçado e também o aumento gradativo da importância da cidade de Campo Grande (Trubiliano; Junior, 2007).

Portanto através da identificação e interpretação dessa paisagem cultural oriunda da influência ferroviária, o presente artigo desenvolveu uma visão sistêmica como princípio de análise, levando em consideração a cidade como um conjunto de elementos físicos e imateriais que interagem no espaço. Há em geral um jogo de interesses e forças políticas e econômicas que promovem as mudanças na paisagem e na realidade urbana, mas devemos sempre ter em mente, conforme Bonesio (2011), a paisagem é sempre "o índice do grau de realização, numa comunidade, da cultura com o lugar natural e as suas possibilidades" e que as formas espaciais são o resultado de processos passados, mas condicionam os processos futuros.

5 REFERÊNCIAS

Arca. (2011) **Revista de divulgação do arquivo histórico de Campo Grande – MS**, Campo Grande, n.15.

Arruda, A. M. V. (2006) **Campo Grande: arquitetura, urbanismo e memória**, Ed UFMS, Campo Grande.

Berque, A. (1995) **Les raisons du paysage, de la Chine antique aux environnements de synthèse**, Editions Hazan, Paris.

Besse, J. M. (2014) **O gosto do mundo: exercícios de paisagem**, EDUERJ, Rio de Janeiro.

Bonesio, L. (2011) Elogio da conservação, in A.V. Serrão, **Filosofia da Paisagem**. CFUL, Lisboa, p. 443-473

Campo Grande (1999) **100 anos de construção,** Ed. Matriz, Campo Grande.

Delphim, C. F. M. (2004) **Intervenção em jardins históricos: manual.** IPHAN, Brasília.

Estações Ferroviárias do Brasil, Brasil (2021) **Campo Grande (MS).** Disponível em: http://www.estacoesferroviarias.com.br/ms_nob/campogrande.htm. Acesso em: 10 maio 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, Brasil (2022) **Cidades e Estados: Campo Grande (MS).** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html. Acesso em: 05 maio 2024.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan, Brasil (2014) **Campo Grande (MS).** Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/365/. Acesso em: 10 maio 2024.

Magnoli, M. M. (2006) Espaço Livre: objeto de trabalho, **Paisagem ambiente,** Edusp, São Paulo, n.21, p. 177-197.

Marques, P. P. (2009) **Técnica, modernização e produção do espaço: um estudo sobre o papel da Estrada de ferro nas transformações sócio-espaciais da zona alta sorocabana,** Dissertação de mestrado em Geografia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Matos, O. N. (1974) **Café e Ferrovias: a evolução ferroviária de São Paulo e o desenvolvimento da cultura cafeeira,** Alfa-Omega, São Paulo.

Meneses, U. T. B. (2002) A paisagem como fato cultural, in E.Yázigi (org.), **Turismo e Paisagem,** São Paulo, p.29-64.

Pereira, E.B. (2002) **História da fundação de Campo Grande**, Ed do Autor, Campo Grande – MS.

Trubiliano, C. A. B; Junior, C. M. (2007) **Rumo à brasilidade: Mato Grosso e a marcha para o Oeste (1937 – 1945)**, Anais X Semana de História UFMS/CPTL, Três Lagoas.

Weingartner, G. S. (2008) **A construção de um sistema: os espaços livres públicos de recreação e de conservação em Campo Grande, MS,** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) FAU, Universidade de São Paulo, São Paulo.

A PAISAGEM URBANA DE ITÁPOLIS-SP ENQUANTO REPRESENTAÇÃO CULTURAL E SOCIAL

L. C. Gricio, N. R. T. Constantino

RESUMO

O presente artigo visa analisar a paisagem urbana de Itápolis-SP, a partir de sua formação, por meio da abordagem de Jean-Marc Besse (2014) ao considerar a paisagem como representação cultural e social. Na metodologia utilizou-se da pesquisa bibliográfica, iconográfica e documental. A partir da documentação foram analisadas as influências históricas, religiosas, sociais, políticas e econômicas que resultaram na conformação de sua paisagem: a paisagem como palimpsesto. Durante a análise foram identificados elementos na paisagem que possibilitaram a construção da memória do lugar. Entretanto, ficam claros os desafios que essa paisagem enfrenta na contemporaneidade, como sua fragmentação e a falta de identidade no espaço urbano. Sendo assim, a partir desse contexto propõe-se a necessidade de restabelecer conexões entre a cidade, paisagem, meio ambiente e memória.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de paisagem é multifacetado e de dimensões complexas. Por muito tempo seu sentido esteve relacionado à descrição de que paisagem é tudo que a visão alcança. Santos (1988) traz essa abordagem sobre o conceito, entretanto o autor apresenta também uma discussão inicial de que a paisagem é percepção e conhecimento, dizendo que "nossa tarefa é a de ultrapassar a paisagem como aspecto, para chegar ao seu significado" (Santos, 1988, p.22). Por períodos na história a paisagem também foi considerada como aquilo que era possível ser retratado nas pinturas, como as paisagens naturais, principalmente no renascimento. Em algumas civilizações consideravam a paisagem como aquilo que era ocupado no território, como uma parte de um terreno. Entretanto, com os avanços dos séculos, o conceito de paisagem foi ganhando outras proporções (Serrão, 2013).

A paisagem pode ser descrita, segundo Serrão (2013), como um termo dual, pois engloba a paisagem real e a representada, no âmbito da natureza e no da produção humana, compreendendo uma visão ampla do mundo. Em sua análise deve ser considerados os enfoques diversos de sua constituição. Na contemporaneidade há uma prática indiscriminada da análise da paisagem, pois sua definição rasa traz uma imprecisão na leitura não questionando o seu presente, passado e futuro (Serrão, 2013).

Outro aspecto que também compreende essa indefinição da paisagem é a mescla no significado entre os conceitos paisagem, ambiente e território. Assim, para que a leitura da paisagem seja completa é preciso desvendar esses conceitos. O território é algo espacial com limites geográficos, físicos e administrativos, abraça em si o ambiente e a paisagem. Já o ambiente compreende o meio biológico e o histórico-cultural, incluindo assim o território. Sendo assim, a paisagem é a união do território e do ambiente (Assunto, 2013). Nesse sentido, é preciso pensar no modo de analisar e intervir a partir do território e do ambiente, já que esses são as bases de leitura da paisagem, ou seja, são as partes do todo que compreende a paisagem (Assunto, 2013).

Ainda explorando as diferentes formas de leitura da paisagem, Besse (2014) traz que a paisagem é algo muito além do escopo do arquiteto e paisagista, por possuir entrelinhas que envolvem a sociologia, filosofia, antropologia, geografia, ecologia, entre outros aspectos de leitura e compreensão. Nesse sentido, Besse (2014) aborda cinco formas de ler a paisagem e analisar as problemáticas paisagísticas contemporâneas.

Primeiramente traz a paisagem como representação cultural e social. Para o autor, a paisagem assemelha-se a um palimpsesto, ou seja, compreende as camadas de experiências, olhares e valores tanto do homem quanto da sociedade. Na segunda porta aborda a paisagem enquanto território fabricado e habitado, como uma obra coletiva das sociedades. Na terceira porta, considera a paisagem como um ambiente natural e vivo das sociedades humanas, que está em constante evolução. Em sua quarta porta traz a paisagem como uma experiência fenomenológica, que compreende o encontro entre o homem e o mundo que o cerca, uma experiência, uma vivência. E por fim, a paisagem como projeto, que aborda a reconexão das paisagens considerando a história, a memória e a natureza (Besse, 2014).

Essa metodologia possibilita compreender a paisagem como algo completo e seu estudo pode ser aprofundado a partir de uma análise aplicável nas paisagens das cidades contemporâneas, levando em conta as condições sociais, econômicas, políticas e históricas "nas quais surge e tenta formular-se" (Besse, 2014, p.45). As noções primitivas da paisagem tendem a ser colocadas em cheque com a contemporaneidade, já que não suprem mais as complexidades do presente.

É necessário ler esses interstícios paisagísticos e compreender que todas as transformações e respostas provêm da paisagem. O intervir na paisagem de Assunto (2013), o projetar com a paisagem de Besse (2014) e a nova "consciência paisageira" de Serrão (2013), tratam da importância, a valorização, o cuidado e a identidade da paisagem e com a paisagem.

Assim, além da importância de se analisar todos os aspectos que formam a paisagem, nesse artigo optou-se por analisar um dos fundamentais: a paisagem enquanto representação cultural e social, já que esse aspecto está presente ao longo do desenvolvimento urbano.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo consiste em uma análise da paisagem como representação cultural e social do município de Itápolis-SP, buscando assim compreender seu desenvolvimento histórico, além das dinâmicas que impactaram sua paisagem.

O trabalho busca discutir a paisagem urbana de Itápolis desde sua formação como patrimônio religioso até os dias atuais, procurando entender como a sociedade representou, identificou

e expressou essas leituras de paisagem, sendo por meio de pinturas, fotografias, textos de livros, crônicas e mapas, desvendando os marcos e valores significativos. Sendo assim, "ler a paisagem é perceber os modos de organização" e representação do espaço (Besse, 2014, p.31).

3 METODOLOGIA

A base teórica da metodologia usa a abordagem de Jean-Marc Besse (2014) que considera como a primeira porta de leitura da paisagem a representação cultural e social. Dentro desse eixo o autor analisa essa representação como a paisagem mental, pictórica, social e a invenção de novas paisagens (Tabela 1). Para a aplicabilidade dessa metodologia e análise da paisagem, o objeto de estudo escolhido foi o município de Itápolis-SP.

Tabela 1 Procedimento metodológico adotado a partir do referencial teórico

REFERENCIAL TEÓRICO (BESSE, 2014)	CONCEITOS	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	RESULTADOS
I PORTA: paisagem como representação cultural e social	• Paisagem mental • Paisagem pictórica • Paisagem social • Invenção de novas paisagens	• Pesquisa bibliográfica histórica. • Memorialistas. • Levantamento documental, iconográfico e cartográfico	Levantamento bibliográfico e documental: embasamento teórico e da história da cidade

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Assim, utilizaram-se como procedimentos metodológicos o levantamento bibliográfico sobre a história da cidade, com a busca de livros que retratam a história do município e sociedade e livros com relatos de memorialistas. Já o levantamento documental foi pesquisado junto à prefeitura do município; o levantamento iconográfico e fotográfico foi realizado no site Comércio de Itápolis, que possui um acervo histórico com imagens da cidade, além de consulta em acervo pessoal do morador Valentim Baraldi, que é mantenedor desse site.

4 RESULTADOS

Como objeto de estudo para aplicar essa metodologia, foi escolhido o município de Itápolis, com cerca de 39.493 habitantes, e uma extensão territorial de 996,747 km², localizado no interior do estado de São Paulo, Brasil (IBGE, 2022).

A partir do estudo da paisagem da cidade de Itápolis, através da pesquisa em acervos municipais, foram identificadas diversas formas de representações e leituras das suas paisagens, em diversos períodos. Com esse material foi possível analisar essas paisagens por perspectivas diferentes. Essa diversidade de representações sobre a paisagem é consequência de uma produção cultural e social, reflexo de olhares e valores em diferentes momentos (Besse, 2014).

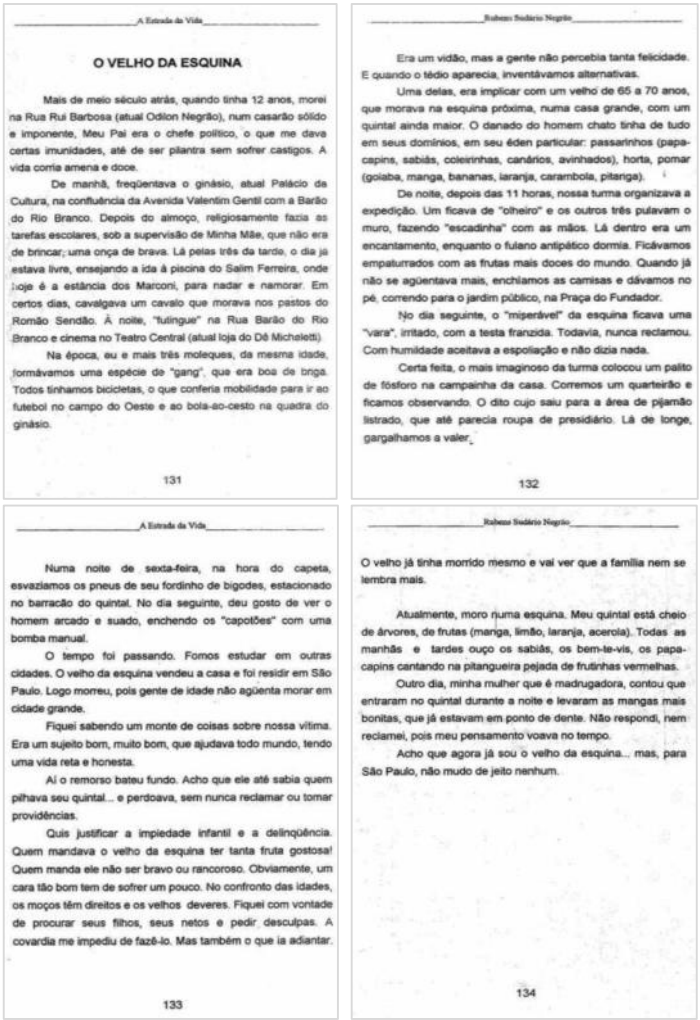
4.1 A Paisagem nas crônicas e pinturas

Nas primeiras formas de se valorizar e referenciar o termo paisagem foi associá-la a relatos textuais. Esses relatos trazem interpretações do território habitado que são compreensões

além do que está real e fisicamente na paisagem, é o perceber a paisagem subjetivamente segundo olhares e valores do ser humano. Para Besse (2014, p.21) “a paisagem é como um texto humano a ser decifrado... como um pensamento oculto a ser achado atrás dos objetos, das palavras e dos olhares.”

Na história do município de Itápolis, essa forma de representação e identificação da paisagem, pode ser encontrada em relatos de crônicas, como, por exemplo, a crônica “O Velho da Esquina” escrita por Rubens Sudário Negrão para o semanário “O Progresso”[1], que posteriormente foi compilada no seu livro “A Estrada da Vida” (Negrão,1995).

Na leitura da crônica (Figura 1) é possível ser transportado para a paisagem da cidade de Itápolis e seu cotidiano da época. Nesse tipo de relato, a percepção do cronista, morador local, traz seus olhares e valores da paisagem, elencando alguns locais importantes na cidade, como edificações, espaços de lazer, árvores, a proximidade e a simplicidade da vida cotidiana de uma cidade do interior.



A Estrada da Vida

O VELHO DA ESQUINA

Mais de meio século atrás, quando tinha 12 anos, morei na Rua Rui Barbosa (atual Odilon Negrão), num casarão sólido e imponente, Meu Pai era o chefe político, o que me dava certas imunidades, até de ser pilantra sem sofrer castigos. A vida corria amena e doce.

De manhã, freqüentava o ginásio, atual Palácio da Cultura, na confluência da Avenida Valentim Gentil com a Barão do Rio Branco. Depois do almoço, religiosamente fazia as tarefas escolares, sob a supervisão de Minha Mãe, que não era de brincar; uma onça de brava. Lá pelas três da tarde, o dia já estava livre, ensejando a ida à piscina do Salim Ferreira, onde hoje é a estância dos Marconi, para nadar e namorar. Em certos dias, cavalgava um cavalo que morava nos pastos do Romão Sendão. À noite, "tutingue" na Rua Barão do Rio Branco e cinema no Teatro Central (atual loja do Dê Micheletti).

Na época, eu e mais três moleques, da mesma idade, formávamos uma espécie de "gang", que era boa de briga. Todos tínhamos bicicletas, o que conferia mobilidade para ir ao futebol no campo do Oeste e ao bola-ao-cesto na quadra do ginásio.

131

Rubens Sudário Negrão

Era um vidão, mas a gente não percebia tanta felicidade. E quando o tédio aparecia, inventávamos alternativas.

Uma delas, era implicar com um velho de 65 a 70 anos, que morava na esquina próxima, numa casa grande, com um quintal ainda maior. O danado do homem chato tinha de tudo em seus domínios, em seu éden particular: passarinhos (papa-capins, sabiás, coleirinhas, canários, avinhados), horta, pomar (goiaba, manga, bananas, laranja, carambola, pitanga).

De noite, depois das 11 horas, nossa turma organizava a expedição. Um ficava de "olheiro" e os outros três pulavam o muro, fazendo "escadinha" com as mãos. Lá dentro era um encantamento, enquanto o fulano antipático dormia. Ficávamos empaturrados com as frutas mais doces do mundo. Quando já não se agüentava mais, enchíamos as camisas e dávamos no pé, correndo para o jardim público, na Praça do Fundador.

No dia seguinte, o "miserável" da esquina ficava uma "vara", irritado, com a testa franzida. Todavia, nunca reclamou. Com humilade aceitava a espoliação e não dizia nada.

Certa feita, o mais imaginoso da turma colocou um palito de fósforo na campainha da casa. Corremos um quarteirão e ficamos observando. O dito cujo saiu para a área de pijamão listrado, que até parecia roupa de presidiário. Lá de longe, gargalhamos a valer.

132

A Estrada da Vida

Numa noite de sexta-feira, na hora do capeta, esvaziamos os pneus de seu fordinho de bigodes, estacionado no barracão do quintal. No dia seguinte, deu gosto de ver o homem arcado e suado, enchendo os "capotões" com uma bomba manual.

O tempo foi passando. Fomos estudar em outras cidades. O velho da esquina vendeu a casa e foi residir em São Paulo. Logo morreu, pois gente de idade não agüenta morar em cidade grande.

Fiquei sabendo um monte de coisas sobre nossa vítima. Era um sujeito bom, muito bom, que ajudava todo mundo, tendo uma vida reta e honesta.

Aí o remorso bateu fundo. Acho que ele até sabia quem pilhava seu quintal... e perdoava, sem nunca reclamar ou tomar providências.

Quis justificar a impiedade infantil e a delinqüência. Quem mandava o velho da esquina ter tanta fruta gostosa! Quem manda ele não ser bravo ou rancoroso. Obviamente, um cara tão bom tem de sofrer um pouco. No confronto das idades, os moços têm direitos e os velhos deveres. Fiquei com vontade de procurar seus filhos, seus netos e pedir desculpas. A covardia me impediu de fazê-lo. Mas também o que ia adiantar.

133

Rubens Sudário Negrão

O velho já tinha morrido mesmo e vai ver que a família nem se lembra mais.

Atualmente, moro numa esquina. Meu quintal está cheio de árvores, de frutas (manga, limão, laranja, acerola). Todas as manhãs e tardes ouço os sabiás, os bem-te-vis, os papa-capins cantando na pitangueira pejada de frutinhas vermelhas.

Outro dia, minha mulher que é madrugadora, contou que entraram no quintal durante a noite e levaram as mangas mais bonitas, que já estavam em ponto de dente. Não respondi, nem reclamei, pois meu pensamento voava no tempo.

Acho que agora já sou o velho da esquina... mas, para São Paulo, não mudo de jeito nenhum.

134

Fig. 1 Crônica O Velho da Esquina, por Rubens Sudário Negrão. Fonte: Negrão, 1995.

[1] O Progresso. Semanário Independente e Noticioso de Grande Circulação. Foi fundado no munícipio por Salvador Del Guercio, tendo sua circulação entre os anos de 1910 a 1999. Disponível em: https://2rm.eb.mil.br/images/galeria_em_artigos/stg/tgs/IT%C3%81POLIS/HISTORICO%20DA%20CIDADE%20DE%20ITAPOLIS.pdf. Acesso em: 6 mai. 2024.

Na época do Renascimento considerava-se a paisagem como uma representação artística, materializada em pinturas, obras de arte, ou seja, em modelos pictóricos, como tudo aquilo que era compreendido em uma vista emoldurada em certa distância. Essa paisagem pictórica era a interpretação de uma interpretação, algumas vezes trazida por uma memória de paisagem oral ou mental que resultava em obras de arte, ou sua representação pelo ponto de vista do artista (Besse, 2014).

Em Itápolis essa paisagem pictórica é encontrada em pinturas que retratam a paisagem local ilustrando o surgimento do patrimônio religioso. A fundação do povoado está atrelada à doação de terras a um santo da Igreja Católica, constituindo-se assim a capela e o desenvolvimento das edificações em seu entorno (Gazetta *et al*., 2012; Guirardello, 2010).

As pinturas encontradas (Figura 2) são de autoria de Pedro Gentile em 1967. As telas doadas ao acervo do Museu Municipal, retratam o início da formação do município. É possível identificar detalhadamente na paisagem emoldurada, o núcleo principal da cidade sendo a Igreja, alguns estabelecimentos comerciais no seu entorno e, posteriormente, algumas residências. Essa configuração representada é típica na formação de algumas cidades do interior paulista.



Fig. 2 A Paisagem Pictórica de Itápolis. Fonte: Acervo pessoal Valentim Baraldi, 2019.

Em uma análise mais abrangente da pintura fica nítido o contraste do desenvolvimento das edificações cercado pela paisagem natural, um território não tão delimitado, ainda em estruturação.

4.2 A Paisagem Urbana como Palimpsesto

As transformações na paisagem foram ocorrendo pelas demandas sociais, desenvolvimento econômico, político, questões religiosas, cientificas e técnicas no município. É possível caracterizá-la em diversas camadas constituintes, ou seja, perceber a paisagem como um palimpsesto, em que as construções paisagísticas são determinadas por uma sobreposição desses diversos momentos históricos (Besse, 2014). Como o foco do presente artigo é analisar a paisagem enquanto representação cultural e social presente em pinturas, fotografias, crônicas e documentos textuais, não são detalhadas as questões econômicas, sociais e políticas.

Os avanços do desenvolvimento urbano foram chegando em Itápolis refletindo-se na composição da paisagem, resultando nas segundas transformações. Inicialmente é possível observar (Figura 3, imagens do acervo Valentim Baraldi) as adequações das áreas de córregos, sendo perceptível o uso de tubulações para sua canalização, a construção de pontes conectando as margens pela estrada de terra e uma certa demarcação viária, distinguindo-a dos lotes.



Fig. 3 O início da Paisagem Urbana em Itápolis. Fonte: Acervo pessoal Valentim Baraldi, 2024.

Conforme o avanço técnico e científico no estado de São Paulo, a consolidação da cultura cafeeira e a vinda da Estrada de Ferro Douradense para o município em 1915, o desenvolvimento e a instalação de infraestruturas urbanas foram crescentes. As questões de saneamento começaram a transformar ainda mais a paisagem (Gazetta *et al*., 2012).

Essas transformações foram nítidas com a demarcação das vias e o avanço da ocupação no território. Como podemos ver nas imagens (Figura 4, elaborada pelos autores a partir de Gazetta *et al*., 2012 e acervo Valentim Baraldi), a paisagem natural antes facilmente observada, perde-se na linha do horizonte. A infraestrutura de água e esgoto tem sua instalação no município em 1935, já a pavimentação de paralelepípedos chegou por volta de 1947 (Gazetta *et al*., 2012).



Fig. 4 Construção da Paisagem Urbana de Itápolis, Pavimentação, Água e Esgoto. Fonte: Gazetta *et al*., 2012 e Acervo pessoal Valentim Baraldi, 2024.

Essas paisagens podem ter valores estéticos, mas como analisado pelas imagens históricas, acontecimentos políticos, sociais e econômicos impulsionaram os seus valores funcionais como elementos constituintes da paisagem (Besse, 2014).

Através de todas as transformações urbanísticas e camadas de representação de valores culturais e sociais, a paisagem de Itápolis foi se constituindo e se consolidando. Essas interações e apropriações da população no território podem ser interpretadas de diversas maneiras, podendo ser decifrados seus significados, presentes ainda na memória dos moradores (Besse, 2014).

Fica nítido alguns elementos marcantes da vida cotidiana na cidade (Figura 5, elaborada pelos autores, a partir de imagens de Gazetta *et al.* 2012; site Comércio de Itápolis[2] e acervo Valentim Baraldi), como a malha urbana ortogonal, característica nas cidades do Brasil (Deffontaines, 1944), ocultou sua topografia, seus córregos e impactou o meio ambiente natural; a presença de algumas praças; edificações icônicas como o teatro, a cadeia, a estação ferroviária e seus galpões, entre outros, importantes elementos da cultura e sociedade da época.

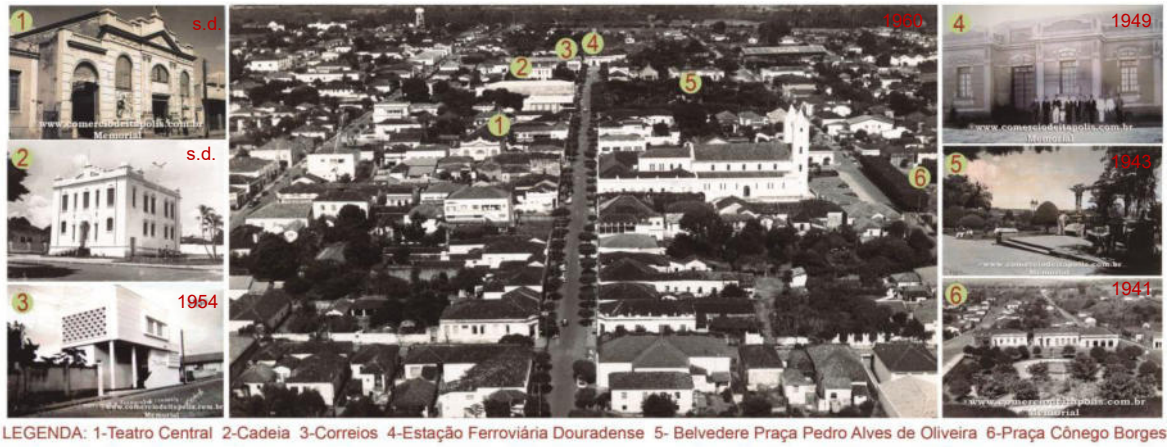


Fig. 5 Paisagem Urbana Consolidada de Itápolis. Imagem central, 1960. Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024, a partir de Gazetta *et al*., 2012; Comércio de Itápolis, 2024.

Os vestígios constituintes dessa paisagem como palimpsesto, começam a ser revelados a partir do momento que o crescimento urbano acontece, com a desvalorização do centro; o surgimento de novos loteamentos; a desativação de alguns serviços; a demolição de alguns edifícios históricos que acabaram por alterar a paisagem urbana de meados do século XX e começaram a conformar a paisagem contemporânea.

4.3 A Paisagem Contemporânea

A paisagem contemporânea da cidade de Itápolis é reflexo das mudanças culturais e sociais acontecidas ao longo do tempo. Na sua malha atual é possível identificar a paisagem resultante das transformações. Alguns edifícios e locais marcantes na memória daquela paisagem de 1960, retratada anteriormente, não se encontram mais, ou foram modificados.

[2] Site Comércio de Itápolis: Memorial. A história através das fotos. Disponível em: https://www.comercioitapolis.com.br/memorial/index.htm. Acesso em: 26 abr. 2024.

Ao realizar a caminhada pela área central inicial de Itápolis, é possível a identificação dessas marcas na paisagem (Figura 6). Observando o mapa do município fica evidente a malha ortogonal inicial e as franjas de crescimento dos loteamentos recentes. Esse desenvolvimento urbano provoca questionamentos na paisagem resultante. É possível observar na área central a presença marcante ainda hoje da camada histórica dos paralelepípedos, resquícios da infraestrutura urbana implantada em 1947.

Em conjunto, alguns edifícios encontram-se hoje preservados, como o Grupo Escolar, a Igreja Matriz, o Belvedere da Praça Pedro de Oliveira Alves e uma residência familiar. Destaca-se o caso do prédio da antiga cadeia, mencionada anteriormente, hoje o museu municipal, que está em processo de restauro.

Em contraponto, é possível encontrar algumas paisagens esquecidas como edificações comerciais e residenciais que pertenceram a momentos marcantes da economia e a famílias importantes do município no passado, o que denota a presença das paisagens baldias.

Além disso, alguns elementos marcantes da paisagem do passado, com relevância cultural, econômica e social, não se encontram mais na paisagem contemporânea, como, por exemplo, a Estação Ferroviária Douradense, desativada em 1967 (Gazetta *et al*., 2012), demolida posteriormente; o Teatro Central; e a Praça Cônego Borges, essa suprimida para a construção do Fórum. Assim, esses elementos compreendem as paisagens esquecidas. A IFLA (2023) denomina de "*lost lndscapes*" àquelas paisagens que passaram por transformações, gerando uma perda de identidade cultural e uma consequente desorientação na memória coletiva.



Fig. 6 Mapa Paisagens Contemporâneas de Itápolis, 2024. Fonte: Elaborado pelos Autores, a partir de Prefeitura Municipal de Itápolis e fotos autorais, 2024.

A presença de rios e córregos, fundamentais para a fixação do povoado (Marx, 1991), constituem marcos importantes na paisagem. Em Itápolis o traçado urbano inicial foi implantado no encontro de dois córregos, Boa Vista e Viradouro. Hoje os córregos encontram-se ocultos, paisagens fragmentadas e baldias como podemos analisar no mapa anterior (Figura 6).

Observando a paisagem contemporânea de Itápolis, encontramos traços e rastros de diversas épocas. Para compreender e valorizar as transformações é preciso ampliar a nossa sensibilidade paisagística segundo Besse (2014), incluindo a estética, os materiais e as técnicas. Precisamos aprender a lidar com essas novas configurações da paisagem contemporânea e a presença de espaços baldios, fragmentados, esquecidos ou ocultos. Somente entendendo a complexidade de suas relações é que poderemos aprender a ler e apreciar as novas paisagens contemporâneas (Besse, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou analisar a paisagem de Itápolis-SP, retratando sua constituição como um palimpsesto. Foi possível afirmar que suas camadas foram diretamente relacionadas a momentos religiosos, sociais, políticos e econômicos, resultando em uma identidade única e, ao mesmo tempo, similar a outras cidades do interior paulista. A identificação dessas camadas do palimpsesto foram reconhecidas em pinturas, fotografias, análise da apropriação do território e de mapas da sua constituição urbana.

No decorrer da análise da paisagem contemporânea levantou-se uma série de questionamentos, observando-se uma desconexão entre a história da cidade, a memória e seus habitantes atuais, marcada por paisagens fragmentadas, negligenciadas, com desafios urbanos, sociais e ambientais. Essa desconexão compromete a identificação e apropriação de seus moradores, de uma paisagem vivenciada (Besse, 2014), com história e memória retratadas nas crônicas e pinturas de antigamente, impactando significativamente na qualidade paisagística de Itápolis.

Ao considerarmos a paisagem como um palimpsesto, somos levados a ler suas múltiplas camadas e a reconhecer as entrelinhas que ligam o passado e o presente de uma cidade. Cada elemento, natural ou construído, carrega na sua paisagem uma história, e a compreensão dessas histórias pode nos ajudar a entender mais profundamente o entorno e refletir a identidade e o valor de um lugar.

Diante desta análise, os resultados evidenciam a necessidade de ações que valorizem a paisagem de Itápolis. Só a partir da incorporação desses valores paisagísticos nos instrumentos urbanísticos e nos planos, é que poderá ser eficaz sua prática na implementação dos projetos que busquem re-costurar a conexão cidade, ambiente e território, levando em conta a memória e a identidade do lugar. Nas intervenções projetuais portanto, é necessário agir *com* a paisagem respeitando o diálogo com o que já existe no lugar e se adaptando às situações que se transformam continuamente.

6 REFERÊNCIAS

Assunto, R. (2013) Paisagem-Ambiente-Território, In: Serrão, A. V. (org.) **Filosofia da Paisagem: uma antologia**, (2), Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 125-129.

Besse, J. M. (2014) **O gosto do mundo: exercícios de paisagem**, Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Deffontaines, P. (1944) Como se constituiu no Brasil a rede de cidades, In: **Boletim Geográfico, IBGE**, Rio de Janeiro, 11(15), p. 299-309.

Gazetta, M. L. L.; *et al*. (2012) **Itápolis: 150 anos história**, Editora THS, São José do Rio Preto, São Paulo.

Guirardello, N. (2010) **A formação dos patrimônios religiosos no processo de expansão urbana paulista (1850-1900),** Editora UNESP, São Paulo.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). **Itápolis: Panorama**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapolis/panorama. Acesso em: 15 mar. 2024.

IFLA (2023) **Europe Resolution Lost Landscapes**. International Federation of Landscape Architects. Disponível em: https://iflaeurope.eu/index.php/site/news-single/ifla-europe-resolution-2023-lost-landscapes. Acesso em: 7 mai. 2024.

Marx, M. (1991) **Cidade no Brasil terra de quem?**, EdUSP, São Paulo.

Negrão, R.S. (1995) **A estrada da vida,** Editora SJ&GN, Itápolis, São Paulo.

Santos, M. (1988) **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teórico e metodológico da geografia**, Hucitec, São Paulo.

Serrão, A. V. (2013) A paisagem como problema da filosofia, In: Serrão, A. V. (org.) **Filosofia da paisagem: uma antologia**, (2), Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 13-35.

TRANSFORMANDO ESPAÇOS URBANOS ATRAVÉS DE UM LABORATÓRIO: ANÁLISE DOS IMPACTOS E PROPOSTAS DE INOVAÇÃO PARA OURO PRETO, MINAS GERAIS

D. A. Lessa, M. G. Silva, A. L. R. S. Santos, B. A. Matos, E. I. Pereira, K. L. G. Pantoja, T. S. Gonçalves, F. P. F. Nonato

RESUMO

O estudo analisa os impactos sociais, ambientais e econômicos em centros urbanos, com foco em Ouro Preto/MG. O bairro São Cristóvão é o recorte espacial escolhido devido às suas carências sociais e urbanas. O objetivo é identificar soluções inovadoras para espaços urbanos mais inclusivos e saudáveis. A metodologia adotada, OPLab, é colaborativa e multidisciplinar, inspirada no conceito de CityLab e concebida em uma disciplina da Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto. Envolve pesquisa, análise de dados, participação pública e experimentação para desenvolver soluções inovadoras para desafios urbanos. Utilizou-se trabalhos acadêmicos, reportagens, fotografias e visitas em campo. Estratégias propostas incluem telhados verdes, hortas urbanas, feiras locais e projetos voltados às águas superficiais. Além da promoção de espaços de expressão, iniciativas sociais, projetos sociais e educacionais. O estudo destaca o potencial do bairro para projetos comunitários e ressalta a necessidade de políticas públicas direcionadas e uma abordagem centrada nas necessidades locais.

1 INTRODUÇÃO

A dignidade da pessoa é um princípio fundamental que permeia os direitos sociais e humanos. No contexto do direito urbanístico, garantir o acesso da população a uma cidade sustentável é essencial para assegurar a qualidade de vida. A função social da cidade e da propriedade desempenham um papel crucial nesse processo, o que combina o desenvolvimento econômico com a preservação dos direitos sociais (Borchart e Santin, 2018). O direito à cidade sustentável implica uma abordagem colaborativa, gestão democrática e respeito à dignidade da pessoa humana, através de mudanças nas relações humanas, consumo, produção e uso do solo. Portanto, políticas públicas voltadas para o planejamento urbano e infraestrutura adequados são imperativas para garantir uma vida digna aos cidadãos (Borchart e Santin, 2018).

Na prática, trabalhar em projetos que envolvam contextos diversos das cidades, requer estar apoiado em conceitos e níveis de escala distintos. É primordial que os trabalhos, bem como a elaboração de ações, como políticas públicas, possuam uma base consolidada que aborde

questões do espaço público, como sistema complexo formado pela interação contínua das pessoas e atividades, refletindo e moldando as relações sociais. É essencial para o exercício dos direitos de cidadania; habitação e integração social, onde buscam tornar as cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis, com destaque para a garantia de moradia digna, acessível e serviços básicos para todos, incluindo a urbanização de assentamentos precários (Jacobs, 2000; Gehl, 2010; Speck, 2012; ONU, 2015).

Com o objetivo de contribuir para a qualidade de vida nas cidades, é importante atentar-se à mobilidade urbana, que busca integrar o uso do solo urbano, transporte, mobilidade, acessibilidade e sustentabilidade. Destaca-se a ênfase no transporte coletivo de qualidade e o planejamento voltado aos modos ativos, como bicicleta e pedestres, que visam promover uma cidade próspera e justa. Outro ponto que acrescenta ao contexto urbano é a vida cultural e recreativa, analisadas com base em seus usos culturais, que incluem espaços voltados às necessidades cotidianas, áreas consideradas históricas, praças públicas, locais de lazer, consumo cultural, e espaços temporários criados para eventos culturais ou lúdicos (Zukin, 1989; Jacobs, 2000; Gehl, 2010; Speck, 2012).

Para promover a aceitação do espaço urbano, a sensação de segurança desempenha um papel fundamental, em que a atenção à vida urbana, medidas de segurança no tráfego e prevenção da criminalidade são essenciais (Jacobs, 2000). A qualidade das ruas, sua diversidade funcional e espaços de transição agradáveis são cruciais para criar boas cidades, enquanto o desenho urbano, que facilita o deslocamento das pessoas, também contribui para a sensação de segurança (WRI-BRASIL, 2015; Jacobs, 2000; Gehl, 2010; Speck, 2012).

Os desenhos urbanos operam como ferramentas gerais de design, variando em modelos e layouts, mas compartilhando princípios similares, como a incerteza, instabilidade, singularidade e conflito de valores. Esses elementos, ao serem habilmente manipulados com inquietude e técnica, possibilitam a transformação de problemas em soluções. Nesse sentido, a ciência do design se integra ao planejamento urbano e às políticas públicas, dando origem ao *design thinking*, conforme proposto por Rowe (1987). Essa abordagem busca explorar diversas teorias, métodos e estratégias para enfrentar os desafios urbanos de forma detalhada e inovadora (Pougy, 2020).

Os laboratórios de ideias estão se tornando cada vez mais relevantes à medida que o design é incorporado às soluções de problemas complexos, que envolvem questões sociais, econômicas, políticas, tecnológicas e inovadoras. Esses espaços proporcionam uma atmosfera segura para a elaboração de testes e servem como ambientes propícios para o desenvolvimento de soluções e projetos que envolvem a participação de cidadãos, especialistas e representantes governamentais (Tonurist *et al*., 2015). Nesse contexto, este estudo busca compreender a realidade do bairro São Cristóvão, em Ouro Preto - MG, utilizando um laboratório de ideias. O objetivo é realizar um diagnóstico detalhado e propor soluções para os desafios identificados e promover espaços mais inclusivos, saudáveis e convidativos.

Considerando a ocupação de diferentes regiões do Brasil, destaca-se o estado de Minas Gerais. A formação do território mineiro, bem como seu processo de urbanização, é majoritariamente atribuída à mineração, cuja atividade se caracterizava pelo deslocamento e difusão de seu povoamento. Tal característica proporcionou um notável desenvolvimento urbano no século XVIII, transformando a capitania na mais urbanizada da Colônia e com

reflexos posteriores. Não obstante, o território mineiro foi ocupado velozmente, fruto da dispersão e itinerância da atividade mineradora (Paula, 2016).

Destaca-se, dentro dessa perspectiva, o crescimento populacional e territorial em Ouro Preto. Esse processo iniciou a partir da descoberta do ouro, no século XVII, resultando em significativas transformações morfológicas nos séculos XVII e XVIII e o subsequente crescimento no século XX. A ocupação de Ouro Preto se direcionou às áreas mineradas no passado e isso resultou em desafios físicos e sociais, como a concentração de moradores de baixa renda próximo a rios, córregos e áreas periféricas. Mesmo na região central, habitada por indivíduos com melhores condições socioeconômicas, encontra-se uma notável negligência em relação aos riscos de deslizamentos de encostas, por exemplo. Além disso, apesar de herdar um patrimônio cultural e arqueológico singular, a cidade enfrenta desafios relacionados à ocupação inadequada do espaço urbano, devido ao crescimento populacional e à escassez de áreas disponíveis para expansão (Sobreira e Fonseca, 2001; Pinheiro *et al.*, 2003).

Charlot-Valdieu e Outrequin se utilizam da visão trazida pelo Conselho Europeu de Urbanistas, no qual enxergam um bairro como um horizonte essencial de ressignificação urbana e enfatizam ainda que o bairro compatível com um futuro sustentável comporta as necessidades de residência, trabalho e lazer, a preservação dos recursos, as demandas por mobilidade e os interesses econômicos. Assim, os bairros são espaços potenciais à mudanças constantes que valorizem aspectos regionais e locais a fim de serem habitados e frequentados em sua totalidade (Ribeiro, 2014).

Neste estudo, optou-se investigar o bairro São Cristóvão, devido à sua notável expansão urbana e ao seu histórico como área de extração de ouro. Além de sua proximidade com a rodovia BR 356, que liga à cidade de Belo Horizonte (capital do estado). Com a ocupação da área, as estruturas remanescentes da exploração mineral passaram por descaracterização ao receber a população residente. O bairro enfrenta desafios advindos da expansão desordenada, influenciada por condições geodinâmicas e padrões construtivos precários, muitas vezes realizados sem recursos adequados ou assessoria técnica (Oliveira, 2019).

O padrão construtivo é variado, compreendendo residências unifamiliares e multifamiliares, além de estabelecimentos comerciais, embora prevaleça um padrão mais simples em suas moradias (Oliveira, 2010). Em 1950, a ocupação era escassa, limitando-se a pontos isolados. Posteriormente, houve um crescimento significativo, principalmente em direção à via principal, a Av. Padre Rolim. O bairro continuou a se expandir nas décadas seguintes, com notável crescimento em direção às encostas da Serra de Ouro Preto. A expansão urbana se intensificou após esse período, com a parte baixa do bairro praticamente ocupada em 2004, enquanto as áreas a oeste e norte se tornaram focos de ocupação (Oliveira, 2010).

Conforme Oliveira (2010), entre 1988 e 2004, o bairro registrou trinta e sete ocorrências de movimentos de massa. É notável a presença de características das antigas minerações do século XVIII na paisagem, que vêm sendo ocupadas gradualmente desde os anos 60. A legislação brasileira permite o parcelamento do solo em áreas com declividades de até 30%, no entanto, áreas com declividades superiores a esse limite requerem medidas técnicas especiais. Ao analisar a declividade da região, observa-se que apenas 29,5% da área se enquadra na classe de declividade autorizada para parcelamento do solo. Os restantes 70,5% estão divididos entre áreas de preservação permanente (com declividade superior a 100%),

que representam 6% do bairro, e áreas com declividade entre 30 e 100%, onde o parcelamento é permitido somente com orientação técnica (64,4%) (Oliveira, 2010).

É importante mencionar que a região, local onde diversas famílias vivem, tem uma composição geológica diversificada. Essas informações litológicas são cruciais para avaliar a adequação do uso do solo. Majoritariamente, a formação rochosa é altamente fraturada, tornando taludes de corte e aterro desaconselháveis devido à instabilidade das rochas fraturadas e ao aumento da infiltração de água no solo, o que pode gerar movimentos de massa. A classificação das rochas auxilia no entendimento do grau de alteração das rochas e seu potencial de decomposição em solo (Oliveira, 2010).

2. METODOLOGIA

A base inicial deste trabalho acontece dentro do plano de ensino da disciplina: “O ambiente urbano e as redes de transporte", parte do escopo curricular do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto. A disciplina tem por objetivo apresentar fundamentos relativos ao tratamento de problemas de mobilidade por meio do pensamento espacial. Sendo o resultado prático, o desenvolvimento de um laboratório de ideias sobre algum recorte espacial do município de Ouro Preto (MG).

A metodologia empregada nesta pesquisa se iniciou em 12 de setembro de 2023, com a definição dos principais tópicos orientadores das etapas subsequentes. Para alcançar esse objetivo, foi adotada uma abordagem inspirada no conceito de CityLab, que possui caráter interdisciplinar e colaborativo para a resolução de complexos desafios urbanos, com etapas de pesquisa, análise de dados, participação pública e experimentação para desenvolver soluções inovadoras que visam melhorar a qualidade de vida nas cidades.

Então, denominou-se o projeto de "OPLab", este que segue a criação de laboratórios urbanos nos quais envolvem diversas partes interessadas sobre o contexto do município de Ouro Preto. A equipe inclui acadêmicos, profissionais e a comunidade, com propósito de trabalhar conjuntamente na concepção e testes de intervenções, políticas e tecnologias urbanas. Seu propósito fundamental é otimizar a eficiência, inclusão e resiliência das áreas urbanas, considerando amplamente as necessidades e perspectivas de seus habitantes.

Para representar a área de estudo, inicialmente foi utilizado um mapa impresso, que foi disposto em uma bancada para visualização por todos os participantes. Esse mapa foi complementado por cartas descritivas, as quais foram organizadas por cores e elementos iconográficos para detalhar as diferentes abordagens selecionadas: espaço público, mobilidade e transporte, habitação e integração social, vida cultural e recreativa, e percepção de segurança. Além disso, foram atribuídas *tags* para facilitar a localização no mapa, e foram incluídas fotografias que ilustram as diferentes regiões investigadas. Ao longo da pesquisa, foram preenchidos espaços destinados à inclusão de informações adicionais, os quais foram preenchidos com materiais de papelaria. Essa abordagem permitiu uma compreensão abrangente da área de estudo ao utilizar as ideias dos participantes, pesquisas bibliográficas, reportagens e fotografias, que, por fim, foram organizadas e analisadas (Fig. **1**).



Fig. 1 Primeira etapa do projeto OPLab.
Fonte: Acervo próprio (2023).

No mapa escolhido para as primeiras discussões continha a área central da sede do município de Ouro Preto. A partir do diagnóstico e das características gerais analisadas pela equipe, foi escolhida a área principal de estudo, o bairro São Cristóvão. A escolha ocorre, inicialmente, tendo em vista as potencialidades reconhecidas durante o laboratório, como as carências em integração social e inclusão urbana. Sua localização imediata à principal entrada do município sede. O bairro está localizado a noroeste do Centro Histórico, da sede do município de Ouro Preto, a 1,4 km da Praça Tiradentes, na porção oeste da Serra de Ouro Preto (Fig. ***2***).

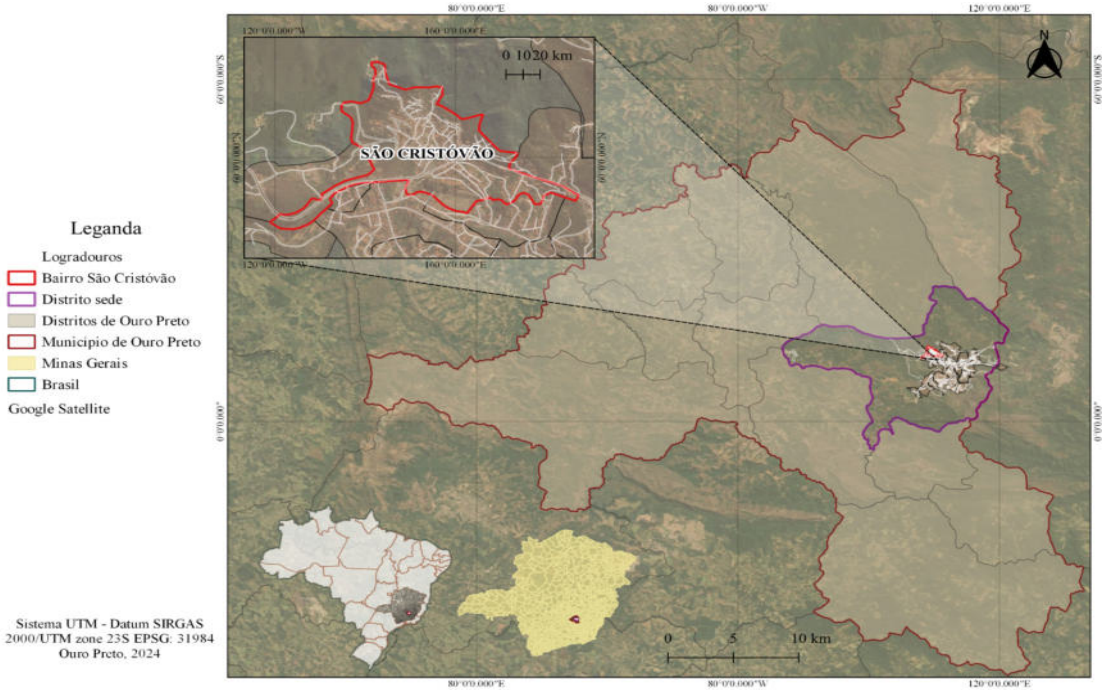


Fig. 2 Localização do bairro São Cristóvão, em Ouro Preto - MG.
Fonte: elaboração própria (2024).

Após as discussões iniciais em sala de aula, os integrantes da equipe visitaram o bairro São Cristóvão para investigar a situação geral do bairro. Obteve-se registros fotográficos, anotações e, também, entrevistas com roteiro semi estruturado. Para este último, foram abordados moradores e comerciantes do bairro a fim de conhecer melhor a realidade local. Perguntou-se, portanto, sobre a visão geral de como é morar na localidade e as suas principais carências. A conversa foi baseada nos pontos principais encontrados nas referências, como: microacessibilidade, gestão de resíduos sólidos, habitação e lazer, esgotamento sanitário, abastecimento de água, eventos e riscos relacionados à geologia, educação e saúde, além de deixá-los livres para depoimentos.

Com intuito de agrupar as questões encontradas *in loco*, o grupo se reuniu após a visita presencial para a elaboração de uma abordagem, denominada *design thinking*, que foca na resolução de problemas e na geração de inovação por meio da empatia com os usuários, colaboração multidisciplinar e interação constante. Baseada no entendimento profundo das necessidades e perspectivas dos usuários, em busca de soluções criativas e adaptáveis para atender a essas necessidades, seja no desenvolvimento de produtos, serviços, processos ou estratégias empresariais. É um método que busca abordar desafios complexos de forma holística e centrada no ser humano, promovendo a inovação de maneira eficaz (Macedo *et al*., 2015).

Diante do entendimento das principais abordagens exploradas neste estudo e das informações obtidas durante a pesquisa de campo, optou-se por buscar soluções através da temática do Espaço Urbano. Tal escolha se justifica devido a características distintivas identificadas no local estudado, sendo a carência de espaços de convívio que promovam a integração e inclusão social uma das mais destacadas. Dessa forma, direciona-se esse foco para a etapa subsequente do trabalho, baseada na formulação de propostas e diretrizes voltadas à essa perspectiva. Os resultados são apresentados a seguir.

3. RESULTADOS

A região de São Cristóvão encontra-se uma área de risco, onde concentra alta vulnerabilidade, em diversos aspectos, do ponto de vista geológico e ambiental. Esse processo de ocupação ocorreu devido ao crescimento populacional regional, combinada com a ausência de um planejamento urbano adequado e a exploração passada de recursos minerais, contribuíram para o surgimento de áreas de risco, ainda, fatores naturais como a topografia montanhosa, a geologia complicada e a ocorrência frequente de chuvas intensas agravam ainda mais essa situação (Dorini, 2022).

Como foi considerada a abordagem "Espaço Público" como ponto de discussão principal, e tendo como base as verificações feitas *in loco* através da visita de campo no bairro, foi constatado uma baixa presença de áreas verdes e de integração social. Desta forma, objetivando trabalhar com uma proposta voltada para esse cenário, temos o no conceito do "*ècoquartier*" um campo aberto de experimentação dos postulados ambientais na esfera do projeto urbanístico e arquitetônico como uma possibilidade de intervenção no bairro, sobretudo que valorizem os reais potenciais da comunidade (Ribeiro, 2014).

Apesar de ainda não possuir uma definição acadêmica bem estabelecida, alguns autores como Le Goix e Veyret e Charlot-Valdieu e Outrequin, oferecem alguns subsídios para a compreensão dos alicerces mais elementares de um *écoquartier*. Na visão dos primeiros, o mesmo somente se justifica se: a) comporta participação e engajamento; b) incentiva um

sentimento de pertencimento e identidade em seus habitantes; c) possui zoneamento misto; d) possui coesão e diversidade; e) viabiliza equidade e acessibilidade; f) abriga numerosos serviços; g) resguarda um economia florescente; h) induz à uma vida de qualidade (Ribeiro, 2014).

Em posse das premissas elencadas em um *écoquartier*, buscam-se algumas técnicas construtivas e soluções voltadas para o meio urbano que possam auxiliar na promoção de espaços públicos mais vivos, seguros, sustentáveis e saudáveis. Além de incentivar espaços para caminhar, permanecer e encontrar pessoas. Ao se voltar às políticas públicas e iniciativas que busquem boas experiências baseadas no tripé da proteção, do conforto e do prazer (Gehl, 2013). Abaixo, algumas diretrizes, que possam contribuir para o contexto do bairro São Cristóvão, são abordadas.

Conduziu-se, durante a visita em campo, algumas entrevistas de roteiro semiestruturado, onde foi possível obter respostas de alguns moradores que compartilharam suas perspectivas sobre o bairro. Destaca-se, através das respostas, a dificuldade advinda da concentração de comércios maiores e diversificados apenas na via principal, na parte inferior do morro, com poucos estabelecimentos na parte superior. Há uma creche que sofre riscos e alertas meteorológicos da Defesa Civil. A coleta de lixo é diária, mas ainda há descarte irregular de materiais. A Mina Du Veloso, mina de extração de minérios desabilitada, atrai turistas, e há opções de lazer ecológico no eixo superior do bairro. No entanto, há um aumento na construção de moradias. O bairro oferece serviços básicos e segurança, ainda que seja estereotipado por violências. Reforça-se os desafios urbanísticos e a baixa presença de ambientes de permanência.

A respeito de espaços para sociabilidade e prática de esportes, destaca-se a presença de um campo de futebol e uma academia ao ar livre, ambos espaços públicos localizados na parte inferior do bairro. Segundo Félix (2019), o futebol é uma atividade culturalmente significativa nos bairros negros e periféricos, refletindo-se também na comunidade do São Cristóvão. Já as academias ao ar livre, como apontado por Nogueira e Fernandes (2013), visam oferecer uma alternativa de atividade física acessível para a população que não possui recursos para frequentar academias privadas, ampliando assim o acesso à prática esportiva e promovendo a saúde pública.

No bairro, observa-se uma escassez de áreas livres, pois a paisagem urbana é predominantemente ocupada por edifícios, principalmente residenciais e poucos estabelecimentos comerciais. A exceção é a rua principal, que serve como via de acesso à cidade e apresenta uma variedade de usos ao longo de seu percurso. Segundo Gehl (2013), a diversidade de funções nessa área, com unidades estreitas e diversas portas, possibilita múltiplos pontos de interação entre o interior e o exterior dos edifícios, enriquecendo a experiência urbana e fomentando o convívio comunitário.

Apesar da presença de alguns equipamentos de lazer, nota-se a ausência de uma oferta ampla e abrangente em todo o bairro, distribuída por diferentes pontos da região. O cenário é caracterizado por vizinhos que interagem em frente às portas e janelas de suas residências. De acordo com Félix (2019), a especificidade de áreas designadas para o lazer é quase inexistente, com atividades muitas vezes integradas às obrigações diárias. As interações entre familiares, vizinhos e conhecidos são frequentes, tanto durante o dia quanto à noite, evidenciando que as ruas funcionam como extensões das residências.

Dentre possíveis soluções, elucida-se o redesenho Urbano sob a ótica de Jacobs e *ècoquartiers*. Segundo Jacobs (1961), a ideia de que espaços físicos adequados são essenciais para encontros públicos leva a abordagens padronizadas, especialmente em projetos de urbanização de favelas, onde a qualidade frequentemente é negligenciada por motivos políticos. Além disso, destaca-se que a utilização real dos espaços públicos raramente é considerada, e que o sucesso de um projeto depende de fatores como segurança e dinâmicas locais. Jacobs também argumenta que a diversidade e a heterogeneidade são essenciais para tornar os espaços interessantes e úteis para as pessoas.

Tendo como base as proposições acima e os modelos de *ècoquartiers,* sugere-se realizar um levantamento das áreas potenciais e propícias à intervenções, de modo geral e, logo, utilizar-se desses espaços para repensar e remodelar o contexto atual e buscar o atendimento de demandas latentes. Destacam-se as áreas localizadas em espaços atrativos aos moradores locais e visitantes, como a Mina do Veloso.

Ao considerar a deficiência de áreas com arborização urbana, bem como a ausência de remanescentes vegetais no bairro São Cristóvão, principalmente devido às construções realizadas em outrora, torna-se essencial propor estratégias que visem a melhoria da qualidade ambiental local, como a implantação de técnicas compensatórias como os telhados verdes e jardins de chuva.

Em consequência das ações em favor da sustentabilidade, um ramo da arquitetura, chamado de "arquitetura sustentável", tem estudado estratégias, a partir da avaliação ambiental de edificações, formas de minimizar impactos ecológicos de novas construções. Alguns padrões vêm sendo adotados, dos quais envolvem a área adjacentes às construções, recursos naturais, qualidade ambiental, além de características socioeconômicas da região (Baldessar, 2012). Este método consiste em aplicar vegetação em coberturas e que podem ser instaladas em qualquer tipo de edificação (Alberto *et al.*, 2012), fornecendo ao telhado tradicional uma estrutura multifuncional, tendo como benefícios a melhoria do microclima local, intensifica a evapotranspiração, inibindo altas temperaturas, age como filtro de poluentes prejudiciais à saúde humana e ainda, do ponto de vista ecológico, favorecer a conservação da biodiversidade, como por exemplo, possibilita e otimiza a polinização de insetos (Tassi *et al.*, 2014). Tassi e colaboradores (2014) ressaltam que os benefícios da utilização de telhados verdes favorecem também a impermeabilização das superfícies, auxiliando na eficiência da infiltração de águas pluviais.

As hortas urbanas desempenham um papel fundamental a contextos parecidos com a região em estudo, além de ser uma das fontes que mais crescem dentro da matriz agroecológica do Brasil. Sua instalação pode ser feita horizontalmente ou verticalmente e contribui, a longo prazo, para uma descentralização da produção de alimentos mais saudáveis, menos dependentes de agrotóxicos. Como forma de contribuir ao progresso de espaços de cultivo, as hortas urbanas surgem como uma alternativa para o contexto do bairro. Além de ser um espaço verde, saudável, agradável, também funciona como fonte de renda e trabalho à população local, podendo contribuir como produto para a realização de feiras locais (Sá Filho, 2021).

Ainda sobre a perspectiva dada à instalação das hortas urbanas, tem-se o incentivo à realização e permanência de feiras locais, podendo ser instalada no eixo principal, a rua Padre Rolim, a fim de realizarem o comércio de produtos produzidos no próprio bairro, sejam alimentos, artesanatos, vestuário e outros produtos e serviços. As feiras funcionam

como uma oportunidade para o comércio, mas para a valorização da cultura, patrimônio, lazer e outros aspectos encontrados no contexto local. Para essa diretriz, sugere-se também que seja acompanhada por políticas públicas, melhorias em infraestrutura, organização cooperativa e apoio na divulgação e marketing (Machado e Fonseca Filho, 2014).

Alguns recursos arquitetônicos e da engenharia civil contribuem como técnicas compensatórias para os espaços públicos e ao escoamento de águas pluviais, é o caso da aplicação de pavimentos permeáveis como piso drenante. O aumento da urbanização e consequente impermeabilização do solo tem causado problemas no escoamento das águas pluviais, resultando em inundações em áreas previamente não afetadas. Isso requer a análise das áreas impermeabilizadas por parte das autoridades reguladoras. Neste contexto, propõe-se a adoção de pavimento permeável sem infiltração no solo como uma solução eficaz para mitigar os efeitos das chuvas em áreas urbanizadas. Ressalta-se a importância da utilização de materiais que contribuam à sustentabilidade dos projetos (Pinto, 2011).

O incentivo às manifestações parietais, como o caso dos grafites, funcionam como objetos de comunicação e símbolos visuais, estes estão emergindo nas paisagens urbanas, e sendo adotados tanto como elementos de expressão em si mesmos quanto como recursos incorporados por outros meios de comunicação e iniciativas sociais. Alguns exemplos, como o caso de Vista de Las Palmitas, México, projeto colaborativo que se apoiou na estética e na reconstrução do tecido social, onde, por fim, obteve-se um avanço importante no visual e diminuição da criminalidade (Caixado, 2017; Zuin, 2008).

A Associação de Moradores funciona como um ambiente para o desenvolvimento de projetos sociais, educacionais e profissionalizantes. É preciso incentivar e estruturar o ambiente onde está localizado, diante sua missão de salvaguardar os interesses dos residentes. Para, então, atuar em soluções para desafios em um edifício com equipamentos mínimos como secretaria, sala de reuniões, salão de eventos, entre outros. Ressalta-se a presença de escolas de ensino superior, o Instituto Federal de Ouro Preto e a Universidade Federal de Ouro Preto, na cidade de Ouro Preto, que podem contribuir com oficinas e outras atividades no bairro (Artmann, 2000).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere aos aspectos abordados pelos autores, em relação ao bairro São Cristóvão, foi possível concluir, através do diagnóstico in loco, que a região é de alta vulnerabilidade social, sendo, portanto, elegível para proposição e execução de projetos que valorizem o contexto histórico-cultural da região. Nota-se que, apesar de estar localizado em uma região com alto risco geológico, é possível reinventar o contexto em que a comunidade vive, sendo possível propor projetos de cunho social, ambiental e cultural, levando em consideração as aspirações de quem fará parte dela – os moradores locais. Com base nessa perspectiva, é essencial informar os membros das comunidades e organizações, fornecendo orientações sobre a importância histórica de seus locais de convivência e residência. Isso os levará a reconhecer o quão atrativo esses lugares são e a cultivar um senso de pertencimento mais forte em relação ao local onde vivem.

Na análise das soluções apresentadas, fica evidente que o bairro São Cristóvão possui potencial para progredir do ponto de vista socioambiental, destacando-se pela valorização dos espaços públicos através da implementação de técnicas inspiradas no modelo *écoquartier*. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de uma atenção mais

direcionada por meio de políticas públicas, sobretudo em projetos que considerem uma avaliação precisa do contexto do bairro. A adesão a essa perspectiva pode desempenhar um papel crucial na revisão do Plano Diretor, que está em vigor no momento. Portanto, é possível reorganizar o planejamento urbano com novas prioridades, diferentemente dos modelos utilizados no passado.

A orientação para o bem-estar das pessoas, a resposta às emergências climáticas e as melhorias imediatas no bairro São Cristóvão podem criar as condições ideais para espaços urbanos vivos, seguros e saudáveis. Em última análise, essa abordagem visa aprimorar a qualidade dos espaços urbanos, conforme proposto por Gehl (2013), tornando o bairro São Cristóvão um lugar ainda mais fundamental para o município de Ouro Preto. Nesse processo, é essencial considerar a proteção contra riscos, ferimentos físicos, insegurança e impactos adversos do clima, como parte integrante do planejamento urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições do DEURB e DECIV, da Escola de Minas da UFOP, e os Programas de Pós Graduação: PROAMB (UFOP) e ETG (UFMG). Além do apoio à pesquisa oferecido pela CAPES.

5 REFERÊNCIAS

Alberto, E. Z, Recchia, F. M., Penedo, S. R. M., Paletta, F. C. Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. **XII Safety**, v. 1, p. 171-173, 2012.

Artmann, E. (2000) O planejamento estratégico situacional no nível local: um instrumento a favor da visão multissetorial**. Cadernos da Oficina Social**, v. 3, n. 98, p. 119.

Baldessar, S M. N. (2012) Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR, PPGCC.

Benya, J. R. (2004) Big cities, bright lights: lighting the urban landscape. Disponível em: www.lightforum.com/design/ALM045.htm. Acesso em: 25 set. 2023.

Borchart, C. B. e Santin, V. F. (2018) Dignidade da pessoa humana no contexto urbano: o direito à cidade. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 39-58.

Caixado, M. Q. (2017) Arte urbana: estratégias de revitalização dos espaços públicos degradados. Dissertação de mestrado integrado em Arquitectura, Universidade Lusíada de Lisboa. Disponível em: http://repositorio.ulusiada.pt/handle/11067/2639. Acesso em 22 set. 2023.

Defesa Civil. (2023) Defesa Civil de Ouro Preto - Áreas de risco. Disponível em: https://www.defesacivil.ouropreto.mg.gov.br/. Acesso em: 22 set. 2023.

Dorini, L. A. B. Vulnerabilidade social e risco geológico-geotécnico: uma análise da porção urbana do distrito sede de Ouro Preto. 2022. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

Félix, K. A. P. (2019) Territórios negros em Ouro Preto: São Cristóvão bairro afrodiaspórico brasileiro. 77 f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Gehl, J. (2010) **Cities for People.** Washington D.C.: Island Press.

Gehl, J. (2013) **Cidade para Pessoas**. 2.ed. Tradução: Anita Di Marco. São Paulo: Perspectiva.

Jacobs, J. (2000) **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes.
Macedo, M. A., Miguel, P. A. C. e Casarotto Filho, N. (2015) A caracterização do design thinking como um modelo de inovação. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 12, n. 3, p. 157-182.

Machado, S. F. e Fonseca Filho, R. E. (2014) A Feira de Artesanato em Pedra Sabão enquanto produto turístico na perspectiva dos artesãos, Ouro Preto (MG). **Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo,** p. 39-65.

Nogueira, R. S. e Fernandes, V. L. C. (2013) O espaço saúde e lazer: a academia ao ar livre em questão. Universidade do Estado do Pará-UEPA.

Oliveira, J. G. F. (2019) Ambiências no Patrimônio Habitado: Estudo de caso nos mundéus do bairro São Cristóvão. 63 f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Oliveira, L. D. (2010) Ocupação urbana de Ouro Preto de 1950 a 2004 e atuais tendências. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

ONU. (2015) Organização das Nações Unidas. Agenda 2030. Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://www. agenda2030.org.br/. Acesso em: 17 set. de 2021.

Paula, R. Z. A. (2016). Ocupação do espaço, formas de produção e território: uma nota sobre a formação territorial de Minas Gerais. **REVISTA CIENTÍFICA DA FAMINAS,1(2).** Disponível em: <https://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/137>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

Pinheiro, A. L., Sobreira, F. C., Lana, M. S. (2003) Influência da expansão urbana nos movimentos em encostas na cidade de Ouro Preto, MG. Rem: Revista Escola de Minas, v. 56, p. 169-174.

Pinto, L. L. C. A. (2011) O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Pougy, G. (2020) Laboratórios de inovação: o papel do design no planejamento e na gestão de cidades. Mestrado em Gestão Urbana. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 90f. Curitiba, PR. Disponível em:

https://archivum.grupomarista.org.br/pergamumweb/vinculos/00008d/00008d16.pdf. Acesso em 10 abr. 2024.

Ribeiro, F. P. (2014) O fenômeno *écoquartier* na europa: tendências do discurso sustentável na transformação do território. Disponível em: https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-486.htm. Acesso em: 25 set. 2023.

Sá Filho, A. L., Kottas, M. G., Santos Júnior, J. E. e Santos, V. M. L. (2021) Hortas urbanas no Brasil: Evolução, desafios e perspectivas. **Journal on Innovation and Sustainability RISUS**, v. 12, n. 1, p. 30-44.

Sobreira, F. G. e Fonseca, M. A. (2001) Impactos físicos e sociais de antigas atividades de mineração em Ouro Preto, Brasil. Geotecnia, Lisboa, v. 92, p. 5-28, 2001. Disponível em:< http://morrodaqueimada. fiocruz. br/pdf/4_Impactos% 20fisicos% 20e% 20sociais% 20de% 20 antigas% 20atividades% 20de% 20mineracao% 20em% 20Ouro% 20Preto_Brasil. pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

Speck, J. (2012) **Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time**. New York: Farrar, Straus and Giroux.

Szabó, I. e Risso, M. (2018) **Segurança pública para virar o jogo.** Editora Schwarcz-Companhia das Letras.

TASSI, R., Tassinari, L. C. S., Piccilli, D. G. A., Persch, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambiente Construído, v. 14, p. 139-154, 2014.

Tonurist, P. Kattel, R. e Lember, V. (2015) Discovering Innovation Labs in the Public Sector. The other Canon Foundation, Tallinn University of Technology, Ragnar Nurkse School of Innovation and Governance.

WRI-BRASIL. (2015) O desenho de cidades seguras: Diretrizes e exemplos para Promover a Segurança Viária a partir do Desenho Urbano. EMBARQ. World Resources Institute. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/O-Desenho-de-Cidades-Seguras.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

Zuin, A. (2008) O grafite da vila madalena: uma abordagem sociossemiótica. **Revista Internacional de Folkcomunicação**, v. 2, n. 3.

Zukin, S. (1989) Loft Living: Culture and Capital in Urban Change. 2nd ed. Rutgers University Press, New Brunswick NJ.

QUALIDADE DOS ESPAÇOS VERDES DE LAZER: PLANEJANDO QUALIDADE DE VIDA

E. F. Silva e D. Gallo

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo analisar a qualidade ambiental e espacial de parques urbanos distribuídos nas cinco regiões da cidade de São Paulo/SP, Brasil, correlacionando a qualidade dos espaços e sua utilização pelos moradores do entorno. Para tanto, foi considerada uma área de abrangência caminhável em 15 minutos, considerada de fácil acesso e de forte impacto na saúde e qualidade de vida da população (presença e acesso a áreas verdes urbanas). Metodologicamente, foram realizadas visitas e observação social sistemática, analisando variáveis da metodologia desenvolvida pelo *Project for Public Spaces* (PPS). Também foi aplicado um questionário com afirmações referentes aos espaços públicos visitados, para os quais o entrevistado deveria apontar o grau de concordância a partir de sua percepção individual do espaço e seus subespaços, de acordo com os atributos-chave adotados pela PPS: Sociabilidade; Acessos e Conexões; Usos e Atividades; Conforto e Imagem.

1 INTRODUÇÃO

O termo "qualidade de vida" admite inúmeros significados e usos, podendo associar-se à saúde, felicidade, estilo de vida ou com determinados aspectos da vivência dos indivíduos e populações, como uma percepção particular que depende do contexto cultural e do sistema de valores nos quais vive e em relação aos seus objetivos, padrões, suas preocupações e expectativas (Pereira *et al*., 2012). Por ser um conceito multidisciplinar, consequência de variados contextos, relaciona-se diretamente com o desenvolvimento das cidades e os determinantes sociais da saúde, relacionando-se ao espaço urbano e a cidade como espaço da vida (Gallo, 2020).

Dessa forma a saúde urbana está atrelada a Saúde Pública, o que nos permite refletir sobre o impacto que as intervenções urbanas do setor público e os interesses políticos e governamentais têm na saúde das populações, incluindo as intervenções que não têm origem no setor saúde (Proietti e Caiaffa, 2005; Caiaffa *et al.*, 2015). O relatório da Comissão sobre Determinantes Sociais da Saúde da OMS enfatizou a importância da urbanização e do ambiente urbano no bem-estar físico e psicológico e na segurança da população, ressaltando a necessidade de colocar a saúde e a equidade na saúde no centro da governança e do planejamento urbano. De acordo com a comissão, o planejamento urbano deve promover instrumentos que impactam positivamente na saúde mental e física da

população. É importante que o planejamento urbano eleja como prioridade o transporte peatonal e cicloviário, forneça meios de transporte coletivos e conceba espaços para recreação e lazer – em todos os bairros –, ao mesmo tempo que atente nas implicações para a violência e a redução do crime (OMS, 2010).

Para Jacobs (2009), a presença de parques no tecido urbano está longe de transformar qualquer virtude do entorno automaticamente, pelo contrário, os próprios parques são diretamente afetados pela maneira como a vizinhança neles interfere. Essa perspectiva dialoga com o conceito de cidades policêntricas, as quais aproximam seus cidadãos de seus locais de trabalho, espaços de lazer e consumos básicos, reduzindo também as emissões de dióxido de carbono, a partir do momento que encurta distâncias e confere variados usos e atividades às vizinhanças. Ademais, a distância entre os cidadãos e seus locais de necessidades básicas como trabalho e lazer, deveria ser de 15 minutos (Moreno *et al.*, 2021). Desta forma, a presente pesquisa considerou a área de abrangência dos parques urbanos aquela caminhável por 15 minutos, buscando analisar a qualidade espacial e ambiental e os acessos à dez parques urbanos localizados na cidade de São Paulo/SP.

2 IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES URBANAS

A importância das áreas verdes urbanas (parques, praças e espaços comunitários) para a saúde física e mental da população, para a qualidade ambiental e consequentemente da qualidade de vida nas cidades, tem sido objeto de estudo de diversos autores (Maas *et al.*, 2009; Lima e Garcez, 2017; Silva, 2017; Scheuer, 2016; Larson *et al.*, 2016; Londe e Mendes, 2014; Nucci e Cavalheiro, 1998). De acordo com Herculano (2000), o conceito de qualidade de vida é um conceito no qual a questão ambiental se agrega aos demais atributos mensurados pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Propondo que "qualidade de vida" seja definida como a soma das condições econômicas, ambientais, científico-culturais e políticas coletivamente construídas e postas à disposição dos indivíduos para que estes possam realizar suas potencialidades (Herculano, 2000).

Estudos realizados na Holanda apontam que a taxa de prevalência anual de 15 dos 24 aglomerados de doenças foi menor em ambientes com mais espaço verde em um raio de 1 km. Além disso, essa relação foi mais evidente para transtorno de ansiedade e depressão e para crianças e pessoas com nível socioeconômico mais baixo (MAAS, *et al.*, 2009), indicando que a relação entre espaços verdes e uma série de indicadores gerais auto relatados de saúde física e mental também pode ser encontrada para agrupamentos de morbidades avaliadas por médicos específicos. Dessa forma, o estudo enfatiza a importância de espaços verdes próximo às residências de crianças e grupos socioeconômicos mais baixos.

Ademais, de acordo com Nucci e Cavalheiro (1998) os espaços livres possuem funções social, estética, ecológica e de lazer, afirmando que “os espaços livres de uso público têm uma importância relevante, pois são eles onde há possibilidade de convívio social e cujo acesso à população é sempre livre”. Os autores também citam a necessidade de proximidade dos usuários às áreas verdes, entre 10 a 15 minutos de caminhada, sendo o possibilitando uma maior acessibilidade e uso, consequentemente uma maior apropriação e mais segurança. Por fim, a partir do exposto, a pesquisa adota uma área de abrangência de 15 minutos caminháveis para a análise dos espaços verdes e de seus entornos, na cidade de São Paulo/SP, Brasil, e do impacto destes para a qualidade de vida dos moradores. Sendo

que o desenvolvimento do trabalho buscou analisar a qualidade ambiental e espacial dos parques a partir da perspectiva dos próprios usuários.

3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A pesquisa de campo foi realizada nas cinco regiões da cidade de São Paulo/SP, Brasil, sendo os parques urbanos localizados: no Centro, o Parque Augusta e o Aclimação; na Zona Norte, o Parque da Juventude e o Horto Florestal; na Zona Sul o Parque do Povo e o Parque Lina e Paulo Raia; na Zona Leste o Parque Estadual do Belém - Manoel Pitta e Parque do Carmo; e, na Zona Oeste, os Parques Água Branca e Villa Lobos. As visitas foram realizadas majoritariamente em dias úteis da semana e no período vespertino, entre os meses de agosto e novembro de 2022, tendo como público-alvo os frequentadores do parque, escolhidos aleatoriamente.

A análise foi fundamentada pelos dados obtidos em pesquisa de campo, a partir da mensuração da satisfação dos usuários dos parques em relação à sua infraestrutura, organização espacial, qualidade das áreas verdes, atividades disponíveis, percepção e vivência individual. Para tal fim, o questionário elaborado para a entrevista foi baseado no diagrama do lugar "*What Makes a Great Public Spaces?*", criado pela *Project For Public Spaces*, PPS (Heemann e Santiago, 2015), que aborda 33 critérios distribuídos em quatro atributos-chave (Figura 1). O Quadro 1 apresenta um *checklist* com os critérios observados e utilizados no questionário de coleta de dados, a partir dos quatro atributos-chave que o PPS define como cruciais para fazer o espaço público ser bem-sucedido.



Fig. 1 O Diagrama do Lugar e seus atributos de análise Fonte: *Project For Public Spaces* (PPS), 2024.

Quadro 1 Questões referentes aos atributos de qualidade do lugar, de acordo com a metodologia PPS

1. Sociabilidade
Este é um local que escolheria para me encontrar com meus amigos?
As pessoas não param para conversar em duplas ou grupos neste espaço?
As pessoas que frequentam este espaço parecem se conhecer por nome ou de vista?
Este é um espaço que as pessoas trazem parentes e amigos para conhecer, demonstrando orgulho pelo local?
As pessoas parecem felizes neste espaço, costumam estar sorrindo?
As pessoas demonstram preocupação ou medo ao passarem pelo espaço?
As pessoas não costumam fazer contato visual com as outras quando estão neste espaço?
O espaço é ocupado ou utilizado por pessoas de diferentes grupos étnicos?
As pessoas tendem a jogar lixo no chão quando estão neste espaço, ou não se preocupar em recolhê-lo
2. Acessos e Conexões
O espaço pode ser visto à distância, seu interior é visível mesmo antes de adentrar neste espaço?
As pessoas podem chegar caminhando facilmente ao espaço?
Existem vias com trânsito de carros que bloqueiam ou dificultam o acesso ao espaço?
As calçadas ou passeios facilitam a conexão com áreas próximas ao espaço?
As pessoas com deficiência (ou necessidades especiais) têm dificuldade em utilizar o espaço?
Os caminhos existentes no espaço possibilitam um deslocamento adequado, ou seja, as pessoas conseguem chegar aos lugares que desejam? - É possível chegar ao espaço por diversas formas de transporte – ônibus, carro, bicicleta, metrô, etc.?
As paradas de transporte público estão localizadas em locais de fácil e rápido acesso ao espaço?
Os horários em que o local está aberto converge com a rotina e horários dos moradores?
3. Usos e Atividades
O espaço permanece a maior parte do tempo vazio?
O espaço é utilizado por pessoas de diferentes faixas etárias, de crianças a idosos?
O espaço é utilizado por grupos de pessoas, que conversam, se divertem e passam um tempo juntos?
O espaço é mais utilizado como passagem pelas pessoas?
Ocorrem diferentes tipos de atividades no espaço – pessoas caminhando, comento, jogando ou brincando, lendo, relaxando etc.?
Existem pontos ou partes do espaço que não são muito utilizadas, permanecendo vazias?
O espaço não tem muitas opções de atividades e coisas para serem feitas?
Não é possível identificar quem cuida do espaço ou um local responsável caso seja necessário?
4. Conforto e Imagem
O espaço causa uma boa primeira impressão?
As mulheres se sentem seguras em frequentar o espaço sozinhas?
Há lugares suficientes para sentar, estão localizados convenientemente?
Há variedade de lugares para se sentar, seja ao sol ou à sombra?
Há diferentes tipos de assentos – com encosto e sem encosto, móveis e fixos? Eu me sinto seguro/a em frequentar o espaço, o mesmo passa uma sensação de segurança?
O espaço possui vigilância, seja por vídeo ou presencial (policiais ou seguranças)?
Há diferentes oportunidades e paisagens interessantes para fotografar?
Há uma boa relação entre pedestres e veículos, os pedestres não precisam competir com eles para usar os espaços?

A amostra de usuários entrevistados constitui-se de 79 frequentadores e visitantes dos dez parques pesquisados, distribuídos como demonstrado na Tabela 1, sendo 46 mulheres (58,23%) e 33 homens (41,77%). A faixa etária foi majoritariamente de jovens e adultos (92,41%), sendo entrevistados apenas 6 idosos (7,59%). Para fins éticos de pesquisa, todos os participantes concordaram em responder às questões propostas, consentindo voluntariamente após conhecimento dos objetivos de pesquisa.

Tabela 1 Distribuição da População entrevista por Parque Urbano da cidade de São Paulo/SP, Brasil

Parques selecionados	Região	N	%
Parque Augusta	Central	5	6,41
Parque Aclimação	Central	8	10,25
Parque da Água Branca	Oeste	9	11,53
Parque Villa Lobos	Oeste	9	11,53
Parque Belém	Leste	10	12,82
Parque do Carmo	Leste	8	10,25
Parque da Juventude	Norte	7	8,97
Horto Florestal	Norte	7	8,97
Parque do Povo	Sul	9	11,53
Parque Lina e Paulo Raia	Sul	6	7,69
Total		**78**	**100,00**

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Para melhor avaliação sobre a acessibilidade e facilidade de deslocamento até os parques foi questionado o intervalo de tempo percorrido pelos entrevistados, de casa até cada um dos parques em questão, e como objeto de comparação, o intervalo de tempo em que os entrevistados se sentem confortáveis para ir caminhando até os respectivos parques, dados apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 Intervalo de tempo percorrido pelos entrevistados de casa até os parques selecionados, São Paulo/SP, Brasil

Parques selecionados	Intervalo percorrido					
	5 a 15 min		15 a 30 min		Mais de 30 min	
	N	%	N	%	N	%
Parque Augusta	3	3,84	2	2,56	0	0
Parque Aclimação	3	3,84	3	3,84	2	2,56
Parque da Água Branca	2	2,56	3	3,84	4	5,12
Parque Villa Lobos	0	0	9	11,53	0	0
Parque Belém	4	5,12	5	6,41	1	1,28
Parque do Carmo	4	5,12	4	5,12	0	0
Parque da Juventude	4	5,12	2	2,56	1	1,28
Horto Florestal	3	3,84	2	2,56	2	2,56
Parque do Povo	3	3,84	2	2,56	4	5,12
Parque Lina e Paulo Raia	5	6,41	0	0	1	1,28
Total	**31**	**39,74**	**32**	**41,02**	**15**	**19,23**

De modo geral, 46,15% dos entrevistados consideram confortável caminhar por um período entre 5 e 15 minutos, enquanto 29,48% consideram confortável caminhar entre 15 e 30 minutos e 24,35% consideram confortável caminhar por um tempo superior a 30 minutos. Aliás, é imprescindível apontar que mais de 50% dos entrevistados utilizaram como meio de transporte o automóvel particular ou aplicativos de transporte individual, também por isso, o tempo percorrido foi menor do que seria se realizassem o percurso de casa até o parque a pé. Vale ressaltar que a pesquisa de campo foi realizada exclusivamente por meio de transporte público, avaliando assim a acessibilidade aos parques por este tipo de transporte, sendo que todos os parques encontram-se próximos a paradas de ônibus e/ou estações de metrô, o que facilita a conexão aos moradores.

Tabela 3 Intervalo de tempo que os entrevistados consideram confortável para ir caminhando até a área verde/parque, São Paulo/SP, Brasil

Parques selecionados	Intervalo de tempo considerado confortável para caminhar até um parque.					
	5 a 15 min		15 a 30 min		Mais de 30 min	
	N	%	N	%	N	%
Parque Augusta	3	3,84	2	2,56	0	0
Parque Aclimação	3	3,84	3	3,84	2	2,56
Parque da Água Branca	2	2,56	3	3,84	4	5,12
Parque Villa Lobos	4	5,12	0	0	5	6,41
Parque Belém	4	5,12	2	2,56	4	5,12
Parque do Carmo	5	6,41	2	2,56	1	1,28
Parque da Juventude	3	3,84	3	3,84	1	1,28
Horto Florestal	6	6,41	1	1,28	0	0
Parque do Povo	3	3,84	5	6,41	1	1,28
Parque Lina e Paulo Raia	3	3,84	2	2,56	1	1,28
Total	**36**	**46,15**	**23**	**29,48**	**19**	**24,35**

Como apontado por Saldiva (2018), um problema relevante para a saúde urbana é a poluição gerada pelo uso crescente de transportes motorizados. A poluição emitida pelos transportes contribui para a poluição total aérea, que se estima ser responsável por 1,4% de todas as mortes no Mundo (OMS, 2022). Sendo assim, é importante considerar que nos parques urbanos em questão muitos dos usuários residem a uma distância entre 6 e 10 km, necessitando de transporte para sua locomoção até os parques. Os mesmos enfatizaram que não possuíam parques mais próximos às suas residências, optando então pelo uso do automóvel para o deslocamento, fato que contraria uma das potencialidades da existência de parques urbanos, o estímulo à circulação a pé nas regiões ou de transportes cicloviários e coletivos.

Ademais, outro fator importante são as disparidades de cada parque e seu entorno com os demais avaliados, visto que cada região apresenta condições econômicas e sociais diferentes. É imprescindível considerar que as cidades são marcadas pela desigualdade e segregação socioespacial, desta forma, seus espaços são apropriados de formas bastante diferentes pelos diversos grupos sociais, dependendo de sua posição econômica e detenção do poder (Caldeira, 2011). Tendo isso em mente, é possível compreender a popularidade e a facilidade de acesso a alguns parques da cidade de São Paulo que estão em regiões com poder aquisitivo maior, como é o caso do Parque do Povo, Parque Augusta, Parque da Água Branca e Parque Aclimação. O que se mostra muito diferente nos parques da Zona Leste, por exemplo, principalmente no parque do Carmo, no qual o acesso é mais dificultado por ser localizado em uma região mais afastada da cidade e ser longe da estação de metrô Corinthians Itaquera, sendo necessária a utilização do ônibus como meio de transporte.

O Quadro 2 apresenta as atividades disponíveis por parque estudado, considerando que a maioria dos parques possuem espaços adicionais para realização de outras atividades, majoritariamente culturais, tais como: Arquibancada e espaço para apresentações de artistas de rua no Parque Augusta; Museu e área para skatistas no Parque da Juventude; Trilhas ecológicas no Horto Florestal; Escola Municipal de Iniciação Artística (SMC) no Parque Lina e Paulo Raia; Fábrica da Cultura no Parque Estadual do Belém; Anfiteatro no Parque no Parque Villa Lobos; e, Escola Equestre e Equoterapia no Parque da Água Branca.

Quadro 2 Usos e atividades disponíveis por parque analisado nas diversas regiões da cidade de São Paulo/SP, Brasil

Usos e atividades	Parques estudados por região urbana									
	Aclimação	Augusta	Horto Florestal	da Juventude	do Povo	Lina e Paulo Raia	Belém	do Carmo	Villa Lobos	Água Branca
Circuito de corrida e caminhada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Área de lazer para crianças	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cachorródromo	X	X							X	
Área de leitura/ bibliotecas				X			X		X	X
Espécies variadas de animais			X							X
Lagos	X			X		X		X		X
Quiosques			X					X	X	X
Exposições/eventos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Outras atividades diversas		X	X	X		X	X		X	X

A análise espacial dos parques selecionados evidencia uma distribuição de atividades e partidos paisagísticos bastante diversificados, sendo que foram adotados elementos que se justificam pela topografia e partido de projeto. Sob esse viés, entende-se que a escala de influência dos parques e a necessidade dos frequentadores, principalmente os residentes do entorno, são condicionantes para realizar a configuração espacial e conferir usos e atividades que façam jus à população, ao terreno e seu entorno.

Tendo em vista a escala de influência dos parques, é importante salientar que parques como o Parque Villa Lobos tem impacto muito diferente na perspectiva dos usuários tendo como comparação os parques que possuem uma influência de bairro, visto que este possui um programa de atividades e serviços muito mais amplo que os demais, realizando eventos que promovem o local, além da sua própria infraestrutura. Uma exceção à essa análise, é o Parque Augusta, o qual possui características para uma escala de bairro, mas atende grande parte da população paulistana em busca de lazer, principalmente aos finais de semana, o que confere grande popularidade ao parque, possivelmente pela região em que o mesmo está localizado, bastante adensada, e pelo histórico de envolvimento comunitário na luta contra o mercado imobiliário para sua criação e efetivação.

Outro ponto relevante para esta análise sobre os usos e atividades é a questão da segurança nos parques urbanos, o que também está diretamente relacionada à extensão e escala dos parques e à distribuição espacial dos mesmos. Como exemplo, o Parque do Carmo foi considerado o menos seguro de acordo com os frequentadores entrevistados e até mesmo

os entrevistados de outros parques que mencionaram o sentimento de insegurança devido a distribuição espacial promover áreas isoladas e vazias. Sob esse viés, Jacobs (2009) explica que a impopularidade dos parques urbanos, entendida como seu esvaziamento, preocupam não só pelo desperdício e pelas oportunidades perdidas que implicam, mas também pelos efeitos negativos constantes. Os parques pouco utilizados sofrem do mesmo problema das "ruas sem olhos", e seus riscos espalham-se pela vizinhança, de modo que as ruas que os margeiam ganham fama de perigosas e são evitadas. Além do mais, os parques de pouco uso e seus equipamentos são alvo de vandalismo, o que é bem diferente do desgaste por uso (Jacobs, 2009).

Em relação às análises da qualidade ambiental, 100% dos entrevistados consideraram as áreas verdes dos parques suficientes, contribuindo para o enriquecimento da paisagem e do entorno das regiões da cidade. Por outro lado, um questionamento importante foi a falta de visibilidade dos parques por conta das grades de segurança, o que acaba prejudicando razoavelmente a interação da área verde com o seu entorno. No mais, de acordo com os usuários, principalmente, os parques Lina e Paulo Raia, Parque do Carmo e Parque Estadual do Belém poderiam apresentar setores e serviços com características mais atrativas ao público e uma infraestrutura e distribuição espacial mais satisfatórias com mais atividades disponíveis.

Tendo em vista o exposto por Bettine *et al.* (2012), que a relação entre saúde e qualidade de vida depende da cultura da sociedade em que estão inseridos os sujeitos, além de ações pessoais (esfera subjetiva) e programas públicos ligados à melhoria da condição de vida da população (esfera objetiva), a totalidade das pessoas entrevistadas têm uma percepção positiva de que os parques urbanos em questão instigam os mesmos a buscarem hábitos mais saudáveis e sustentáveis, além de garantirem a melhora da saúde física e mental dos frequentadores. Para melhor constatação dos resultados obtidos em pesquisa de campo, foi realizado um diagrama para cada parque com base no "diagrama do lugar" (PPS, 2024). O mesmo apresenta os quatro critérios de avaliação e os atributos para cada um deles, sendo analisada a presença, a presença parcial ou a ausência dos mesmos (Figura 2).

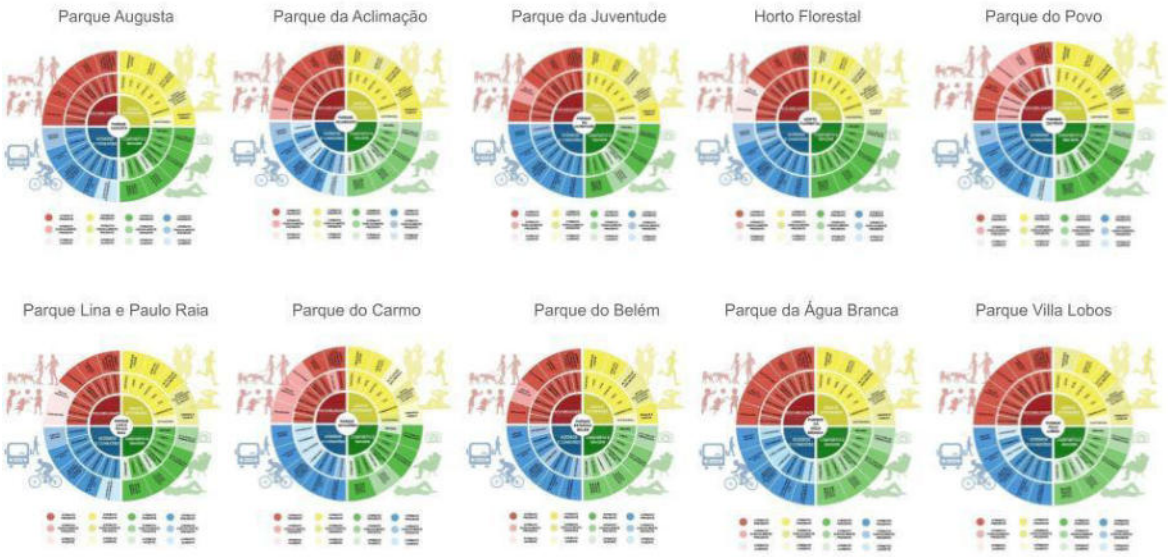


Fig. 2 Diagrama do Lugar por parque analisado nas diversas regiões da cidade de São Paulo/SP, Brasil

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância das áreas verdes para a saúde das populações urbanas é objeto de estudo de muitos autores e a discussão sobre o tema se mostra cada vez mais necessária, devendo ultrapassar a discussão acadêmica e materializar-se em políticas públicas e no planejamento territorial. A análise espacial dos parques do município de São Paulo/SP, Brasil possibilitou uma maior compreensão das regiões da cidade, da qualidade dos parques e do entorno desses, enquanto espaços privilegiados de qualidade de vida. Embora exista uma boa distribuição de parques urbanos pela cidade de São Paulo, a acessibilidade e a qualidade dos mesmos é questionável em determinados aspectos apresentados. A pesquisa pode colaborar para verificar a percepção de seus usuários quanto à qualidade do espaço público, demonstrando a importância das áreas verdes para a saúde e qualidade de vida dos indivíduos. Além disso, o material coletado em pesquisa de campo e o processo de observação dos parques, de seus entornos e dos usuários apresenta grande importância na caracterização desses espaços e na avaliação do uso e ocupação dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP - Instituto Federal de São Paulo, instituição à qual estão filiados, por proporcionar o ambiente e os recursos favoráveis para o desenvolvimento desta pesquisa. De forma especial pela concessão de bolsa de iniciação científica do seu programa institucional de bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica - PIBIFSP.

REFERÊNCIAS

Bettine, M. A., Gutierrez, G. L. e Marques, R. (2012) **Qualidade de vida**: definição, conceitos e interface com outras áreas de pesquisa, Edições Each, São Paulo.

Caiaffa, W. T., Friche, A. A. L. e Ompad, D. C. (2015) Urban health: landmarks, dilemmas, prospects and challenges, **Cadernos de Saúde Pública**, 31(suppl.1), s/p.

Caldeira, T. P. R. (2011) **Cidade de muros**: crime, segregação e cidadania em São Paulo, Editora 34, São Paulo.

Gallo, D. L. L. (2020) **Cidade humana**: a vida urbana e a promoção da saúde como qualidade de vida. Tese (Doutorado em Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Heemann, J. e Santiago, C. P. (2015) **Guia do espaço público para inspirar e transformar**, Project for Public Spaces. Disponível em: http://www.placemaking.org.br/home/wp-content/uploads/2015/03/Guia-do-Espa%C3%A7o-P%C3%BAblico1.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.

Herculano, S. C. (2000) A qualidade de vida e seus indicadores, in Herculano, S. C., Porto, M. F. S. e Freitas, C. M. (org.) **Qualidade de vida & riscos ambientais**, EdUFF, Niterói.

Larson, L. R., Jennings, V. e Cloutier, S. A. (2016) Public parks and wellbeing in urban areas of the United States, **PLoS ONE**, 11(4), e0153211.

Lima, S. M. e Garcez, D. S. (2017) Áreas verdes públicas urbanas e sua relação com a melhoria da qualidade de vida: um estudo de caso em um parque ecológico urbano na cidade de Fortaleza (Ceará, Brasil), **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, (43), 140-151.

Londe, P. R. e Mendes, P. C. (2014) A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana, **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 10(18), 264-272.

Maas, P. R., Verheij, R. A., Vries, S., Spreeuwenberg, P., Shellevis, F. G. e Groenewegen, P. P. (2009) Morbidity is related to a green living environment, **Journal of Epidemiology and Community Health**, 63(12), 967-973.

Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C. e Pratlong, F. (2021) Introducing the "15-Minute City": sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities, **Smart Cities**, 4(1), 93-111.

Nucci, J. C. e Cavalheiro, F. (1998) Espaços livres e qualidade de vida urbana, **Paisagem Ambiente**, (11), 277-288.

OMS, Organización Mundial de la Salud, (2010) **La planificación urbana es esencial para la salud pública**, OMS, Genebra. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/06/21116_spanish_integrating_health_in_urban_and_territorial_planning.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

OMS, Organización Mundial de la Salud, (2022) **Novos dados da OMS revelam que bilhões de pessoas respiram ar insalubre**, OMS, Genebra. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/4-4-2022-novos-dados-da-oms-revelam-que-bilhoes-pessoas-ainda-respiram-ar-insalubre. Acesso em: 10 maio 2024.

Pereira, E. F., Teixeira, C. S. e Santos, A. (2012) Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação, **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 26(2), s/p.

PPS, Project for Public Spaces. **How to turn a place around - a placemaking handbook**. Disponível em: www.pps.org. Acesso em 10 maio 20124.

Proietti, F. A. e Caiaffa, W. T. (2005) Fórum: o que é saúde urbana?, **Cadernos de Saúde Pública**, 21(3), 940-941.

Saldiva, P. (2018) **Vida urbana e saúde**: os desafios dos habitantes das metrópoles, Contexto, São Paulo.

Scheuer, J. M. e Neves, S. M. A. S. (2016) Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida, **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 11(5), 59-73.

Silva, M. S. (2017) **Atributos de qualidade ambiental urbana como norteadores da operacionalização dos instrumentos EIV - Estudo de Impacto de Vizinhança - e EIA - Estudo de Impacto Ambiental**, Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

BAIRROS SAUDÁVEIS: PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA E COMUNIDADES SAUDÁVEIS

K. G. G. Silva e D. L. L. Gallo

RESUMO

Este artigo estuda a relação entre a saúde e o planejamento urbano, através do Planejamento Urbano Saudável, estratégia de viabilização do Movimento Cidades Saudáveis da OMS. O objetivo do trabalho é discutir e compreender a adequação do planejamento urbano saudável para a escala do bairro, analisando o território do Distrito José Bonifácio, na cidade de São Paulo/SP, Brasil. Esta ferramenta envolve a integração de princípios de saúde em todas as etapas do processo de planejamento para a construção de cidades mais habitáveis, sustentáveis e promotoras do bem-estar da população. Através da implementação de princípios que priorizem a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos, é possível criar ambientes urbanos que favoreçam a prática de atividades físicas, a interação social, o acesso à natureza e a adoção de hábitos saudáveis, em conformidade com a Nova Agenda Urbana e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma sociedade pode ser medido pela qualidade da saúde de sua população, pela justiça na distribuição da saúde entre os diferentes grupos sociais e pelo grau de proteção oferecido em situações de desvantagem relacionadas à saúde. Dentro de um mesmo país, as disparidades na saúde podem ser gritantes, revelando uma profunda relação com o nível de desfavorecimento social. Essas desigualdades, denominadas Determinantes Sociais de Saúde (DSS), nascem das condições em que as populações vivem, trabalham e envelhecem. As condições de vida e morte da população, por sua vez, são moldadas por profundos processos políticos, sociais e econômicos (CDSS, 2010).

De acordo com Buss e Pellegrini Filho (2007), um dos principais desafios ao estudar a relação entre determinantes sociais e saúde reside na dificuldade de estabelecer uma hierarquia entre os diversos fatores que influenciam a saúde da população. Fatores econômicos, políticos e sociais se entrelaçam e se manifestam de diversas maneiras, tornando a análise complexa e multifacetada. Compreender essa cadeia de mediações é crucial para identificar os pontos mais sensíveis onde as intervenções podem ter maior impacto na redução das iniquidades em saúde.

A Nova Agenda Urbana demonstra conformidade com esse contexto de busca pelo bem estar da população. O documento foi elaborado em 2016, na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito, Equador. A Nova Agenda Urbana tem como objetivo (UN, 2017, p.5) "*alcançar cidades e assentamentos humanos onde todas as pessoas possam desfrutar de direitos e oportunidades iguais, assim como de liberdades fundamentais*". Representa um marco histórico, reconhecendo a interdependência entre o desenvolvimento urbano sustentável e o bem-estar da população, que podem ser alcançados através de políticas e estratégias de renovação urbana. A Nova Agenda Urbana também contribui significativamente para a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Essa convergência de esforços é fundamental para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 11, que busca tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UN, 2017). Ainda que indiretamente esteja relacionada a todos os 17 ODS, alguns são particularmente mais conectados à Nova Agenda: ODS 2 – fome zero e agricultura sustentável; ODS 3 – saúde e bem-estar; ODS 6 – água potável e saneamento; ODS 7 – energia limpa e acessível.

O objetivo do presente trabalho é discutir e compreender a adequação do planejamento urbano saudável para a escala do bairro José Bonifácio – São Paulo, SP, Brasil (microplanejamento). Para tanto foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, análise do território do Distrito José Bonifácio, na cidade de São Paulo, SP, Brasil, para proposição de diretrizes e objetivos dentro de um plano saudável para o bairro.

2 O MOVIMENTO CIDADES SAUDÁVEIS

A década de 1980 foi marcada por um marco histórico na saúde pública: o surgimento do Movimento Cidades Saudáveis. Nascido em um contexto global que buscava uma nova abordagem para a saúde, esse movimento tinha um objetivo central de inserir a saúde na agenda social e política das cidades, promovendo a equidade e o desenvolvimento sustentável (WHO, 2020). Em 21 de novembro de 1986, a cidade canadense de Ottawa sediou a 1ª Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde. Mais de 200 representantes de 38 países se reuniram, incluindo políticos, profissionais de saúde, acadêmicos e membros de organizações comunitárias. Esse encontro histórico serviu como plataforma para debates e reflexões sobre o papel das cidades na promoção da saúde e do bem-estar de seus habitantes (WHO, 2020).

A Carta de Ottawa se tornou um documento fundamental para o Movimento Cidades Saudáveis. De acordo com a Carta (OMS, 1986, p.1), "*A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas*". A Carta também estabeleceu os pré-requisitos básicos para cidades saudáveis: paz, moradia, educação, alimentação, renda, um ecossistema saudável e justiça social (OMS, 1986).

Uma cidade saudável vai além de atender às necessidades básicas de seus habitantes, como alimentação, abrigo, vestimenta, segurança e serviços de saúde. É fundamental que a cidade também seja capaz de acolher a multiplicidade de atividades que compõem a vida humana, proporcionando espaços para experiências estéticas, culturais e esportivas (DUHL, 1986). No continente europeu, o Movimento Cidades Saudáveis teve início em 1986, quando um grupo de especialistas se reuniu em uma conferência com objetivo de desenvolver um projeto de cidades saudáveis para o escritório europeu da OMS, utilizando como referência as

experiências realizadas anteriormente no Canadá. O primeiro simpósio do projeto aconteceu em Lisboa em abril de 1986, reunindo representantes de 21 cidades e 17 países (Hancock, 1993). O Movimento Cidades Saudáveis, com mais de quatro décadas de história, se consolidou como uma iniciativa de alcance global. Apenas a rede europeia é formada por 1.200 cidades e vilas de 30 países. Países dos continentes africano, norte-americano, sul-americano, Oceania e asiático também desenvolvem projetos similares (Westphal e Oliveira, 2015).

No Brasil, o Movimento Cidades Saudáveis é coordenado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), que atua como escritório regional da OMS nas Américas. A OPAS possui sede em Washington D.C., nos Estados Unidos, e conta com 27 escritórios em países da região e três centros especializados (OPAS, 2004). Na região o termo "Município Saudável" é utilizado no lugar de "Cidades Saudáveis", reconhecendo a importância de abranger tanto as áreas urbanas quanto as rurais em ações de promoção da saúde. Segundo Westphal (2000, p.43) "*Em função dos princípios de descentralização administrativa brasileira, municipalização, participação comunitária e controle social, o espaço do município é, atualmente, um lugar privilegiado para a implementação de estratégias de promoção de saúde*".

A OPAS (2004) propõe a Estratégia de Municípios e Comunidades Saudáveis (MCS) como um modelo para a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida nas comunidades. A estratégia se baseia em sete elementos essenciais para sua implementação:

1. Compromisso das partes interessadas: é fundamental que todos os envolvidos na estratégia, como governos, instituições de saúde, organizações da sociedade civil e comunidade em geral, estejam comprometidos com a sua implementação e desenvolvimento.
2. Participação da sociedade civil: a participação ativa da comunidade em todas as etapas da estratégia é crucial para garantir que a utilização de recursos e as ações sejam relevantes e atendam às necessidades reais da população.
3. Planejamento estratégico: a elaboração de um plano estratégico bem definido é essencial para guiar a implementação da estratégia e garantir sua efetividade.
4. Construção de consensos e parcerias: a construção de consensos entre diferentes setores da sociedade e a formação de parcerias.
5. Estímulo à participação de todos os setores sociais: a participação de todos os setores sociais, incluindo o setor de saúde, para garantir a resolução de todas as estratégias.
6. Elaboração de Políticas Públicas Saudáveis: a elaboração e implementação de políticas públicas saudáveis em nível local, regional e nacional, em um processo democrático e participativo.
7. Monitoramento e avaliação: o monitoramento e a avaliação dos resultados da estratégia são essenciais para garantir sua efetividade.

3 A ESTRATÉGIA DE PLANEJAMENTO URBANO SAUDÁVEL

O Planejamento Urbano Saudável surgiu como uma ferramenta crucial para operacionalizar os princípios do Movimento Cidades Saudáveis, buscando promover o bem-estar da população através de um planejamento urbano integrado e multidisciplinar (Sperandio, 2019). A estratégia se consolidou na década de 1990, a partir da Rede de Cidades Saudáveis da OMS Europa. Entre 1998 e 2002, a terceira fase do movimento estabeleceu a promoção

da saúde através do planejamento urbano, reconhecendo a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável como pilares para cidades prósperas (Barton, 2003).

A principal inovação do Planejamento Urbano Saudável está na mudança estrutural da forma de planejar o meio urbano. Gallo, Santos e Bessa (2018) apontam que as estruturas tradicionais de planejamento, muitas vezes consolidadas e burocráticas, podem dificultar a implementação de novas estratégias de gestão urbana. O princípio essencial do Planejamento Urbano Saudável é a colaboração interdisciplinar, interinstitucional e intersetorial. O sucesso da estratégia depende da cooperação entre diferentes áreas do conhecimento e setores da sociedade para a construção de soluções abrangentes (Barton, 2003). A estratégia também exige a participação efetiva da comunidade como forma de garantir a permanência do processo, sem dependência de governos específicos (Adriano *et al.*, 2000).

A capacitação de todos os agentes envolvidos no processo, desde gestores públicos até a sociedade civil, é um desafio crucial para o Planejamento Urbano Saudável. Apenas com uma capacitação eficaz e contínua que soluções eficazes podem ser encontradas (Sperandio, 2019). Barton e Grand (2013), com base nas experiências do programa de Cidades Saudáveis da OMS Europa, identificam três níveis de integração da saúde e planejamento:

1. Elementos Básicos de Suporte à Vida: habitação, alimentação, água potável e infraestrutura urbana básica.
2. Fatores que Influenciam o Bem-Estar: acesso a espaços públicos para atividades físicas, alimentos frescos, segurança, saúde do meio ambiente, etc.
3. Integração Completa da Saúde ao Planejamento: saúde e bem-estar no centro dos planos local, municipal e regional.

O terceiro nível, de integração completa da saúde ao planejamento urbano, é o nível mais difícil de ser alcançado, já que exige programas de colaboração eficazes e conexão entre departamentos que convencionalmente trabalham isolados (Barton, 2003). É importante destacar que o Planejamento Urbano Saudável não se configura como uma estratégia de modelo único e replicável. Os projetos desenvolvidos apresentam diferenças em objetivos e instrumentos, baseando-se no contexto local de aplicação. Enquanto projetos em países desenvolvidos focam em ações para mudanças no estilo de vida da população, países em desenvolvimento exigem ações voltadas para serviços de saúde, habitação e infraestrutura urbana básica (Adriano *et al.*, 2000).

4 DISTRITO DE JOSÉ BONIFÁCIO: CONTEXTO HISTÓRICO

José Bonifácio é um distrito administrativo do município de São Paulo, localizado no Estado de São Paulo, Brasil. O distrito pertence à Subprefeitura de Itaquera, localizada na zona leste do município (Figura 1). O desenvolvimento da região está relacionado a uma área doada pela Ordem das Carmelitas no final do século XVIII. Essa região se transformou na Fazenda do Carmo e desempenhou atividades de criação de gado, cultivo de café, hortaliças e frutas (Freitas, 2021). A partir do século XIX, com a implementação da estrada de ferro, a região de Itaquera teve um desenvolvimento reduzido, tendo função de subúrbio dormitório para operários que trabalhavam no centro de São Paulo (Lemos e França, 1999).

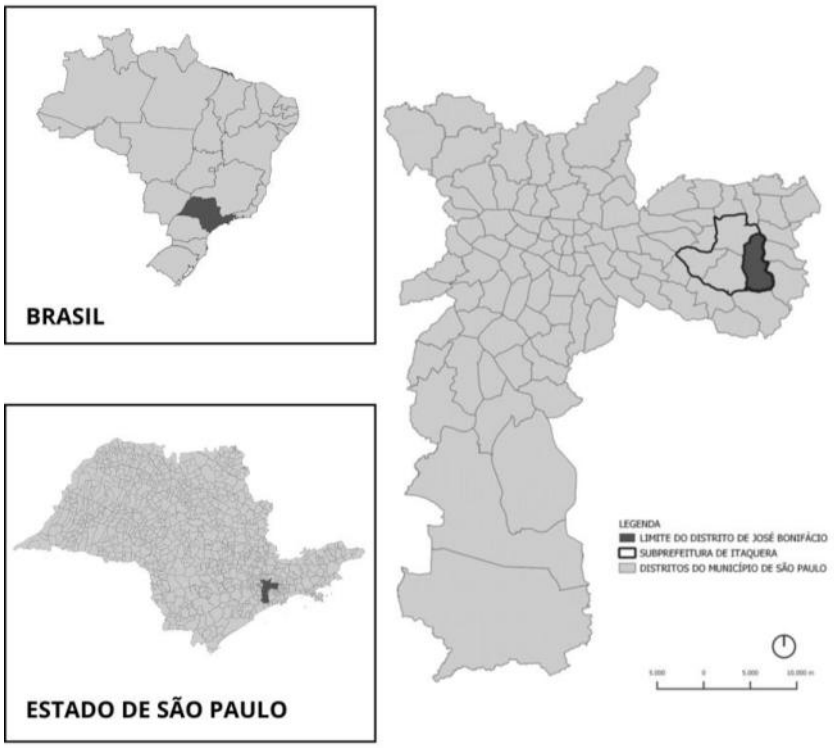


Fig. 1 Localização do distrito de José Bonifácio, São Paulo, SP, Brasil

O desenvolvimento do distrito de José Bonifácio também está diretamente ligado à produção habitacional do regime militar brasileiro. O período de governo militar no Brasil, iniciado em 1964, marcou a estruturação de uma nova política nacional de habitação. O Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e o Banco Nacional de Habitação (BNH) foram fundados em 1964 com o objetivo de "*estimular a construção de habitações de interesse social e o financiamento da aquisição da casa própria, especialmente pelas classes da população de menor renda*" (Brasil, 1964, p.1). O desenvolvimento dos projetos habitacionais esteve sob a responsabilidade da Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo (COHAB-SP), que foi alvo de críticas por sua falta de variedade nas tipologias das unidades habitacionais, além de desconsiderar aspectos culturais, ambientais e o contexto urbano das áreas escolhidas (Bonduki, 2014).

O distrito de José Bonifácio recebeu dois conjuntos habitacionais produzidos pela COHAB-SP, Itaquera II e III. A aquisição das terras ocorreu em 1977, as obras foram iniciadas no ano seguinte e estenderam-se até o ano de 1982. Ao total foram construídas 19.600 unidades habitacionais no distrito, com cerca de 1.028.982,03 m² de área construída. Sendo elas divididas em três tipologias: casas, embriões e apartamentos (Freitas, 2021). Com a implantação de novas tipologias habitacionais a partir da década de 1980, houve uma grande transformação no território, resultando em um aumento significativo da população, como apontado pela Tabela 1. O crescimento demográfico causou uma grande pressão sobre o limitado sistema de transporte público, já que a antiga ferrovia não suportava sozinha o fluxo diário dos trabalhadores da região em direção ao centro de São Paulo, onde se concentram os empregos, e existiam apenas três linhas de ônibus que circulavam na região (Freitas, 2021).

Tabela 1 População do distrito de José Bonifácio por década

José Bonifácio	
Década	**População**
1950	1.188
1960	2.706
1970	11.313
1980	24.049
1990	103.712
2000	107.082
2010	124.122

5 DISTRITO DE JOSÉ BONIFÁCIO: CONTEXTO SOCIOECONÔMICO

O distrito de José Bonifácio possui uma população de 128.243 habitantes, segundo dados do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022). A maior parte da população está concentrada nos conjuntos habitacionais ao norte do distrito, enquanto ao sul, em áreas com resquícios da antiga zona rural, existem pequenos sítios e chácaras, além de loteamentos irregulares e precários (São Paulo, 2016). A população do distrito é majoritariamente composta por mulheres, jovens e pessoas negras e pardas. Pessoas negras e pardas constituem 47,6% da população do distrito, acima da média de 37,1% do município, enquanto a população feminina equivale a 52,7% dos habitantes. Em relação à faixa etária dos moradores, a população infantil (0 a 6 anos) representa 8,4%. Já a população jovem, com idade entre 0 e 29 anos, compõe 40,8% do total (Rede Nossa São Paulo, 2023).

Segundo dados da Rede Nossa São Paulo (2023), o distrito de José Bonifácio se destaca por apresentar uma baixa proporção de domicílios em favelas, contrastando com a realidade de outras áreas da cidade. Enquanto a média municipal é de 6,96%, o distrito registra apenas 2,07% de seus domicílios nessa situação. Ao mesmo tempo, José Bonifácio se configura como o quarto distrito do município com o maior número de habitações de interesse social, totalizando 20.222 unidades.

A expectativa de vida no distrito é menor que a média do município. Enquanto os habitantes da capital paulista vivem em média 71 anos, os moradores de José Bonifácio vivem 66 anos. O coeficiente de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas no distrito, ligados ao desenvolvimento socioeconômico, também é pior que a média do município. O distrito tem coeficiente de 14,67, contra 9,49 do município de São Paulo (Rede Nossa São Paulo, 2023).

Tratando-se de educação, o distrito apresenta boas médias quando comparado ao município como um todo. O distrito de José Bonifácio se destaca pela agilidade no acesso às creches, com tempo médio de espera de apenas 7 dias, enquanto a média municipal é de 12,7 dias. Já os índices de matrícula no ensino básico em escolas públicas do distrito alcançam 98,99%, demonstrando que a população utiliza quase exclusivamente o ensino público. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos iniciais, que avalia a qualidade da educação nas escolas, apresenta um resultado de 6,03 para o distrito, muito próximo da média municipal de 5,9 (Rede Nossa São Paulo, 2023).

Os índices de emprego no distrito de José Bonifácio revelam a vulnerabilidade social de seus moradores e a profunda desigualdade em relação a áreas não periféricas da cidade. A taxa de emprego no distrito é de 1,92, significativamente inferior à média municipal de 7,07. Essa disparidade se torna ainda mais evidente quando comparada ao distrito com melhor índice de emprego da cidade, Barra Funda, que apresenta taxa de 70,6. Mesmo para aqueles que conseguem um emprego formal, a remuneração média no distrito de José Bonifácio é significativamente inferior à média municipal. A renda média dos trabalhadores formais no distrito é de R$ 3.098,35 reais, enquanto a média da cidade é de R$ 3.722,70 reais. Essa diferença de 20,15% impacta diretamente na qualidade de vida dos moradores e reforça as desigualdades sociais existentes no distrito (Rede Nossa São Paulo, 2023).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal considera condições de saúde, educação e renda, como grau de escolaridade e expectativa de vida, variando de 0 a 1. Em 2010, a Subprefeitura de Itaquera, onde o distrito está inserido foi avaliada nas categorias de educação, com índice de 0,709, renda com 0,737 e longevidade com 0,835. O IDH da região foi avaliado como 0,758, abaixo da média municipal de 0,805 (São Paulo, 2022).

6 PROPOSTAS PARA O DISTRITO DE JOSÉ BONIFÁCIO

O planejamento urbano e a saúde estão intrinsecamente conectados. As condições ambientais, sociais e econômicas de uma cidade moldam o bem-estar e a saúde da população, e o planejamento urbano desempenha um papel crucial na definição dessas condições (Duhl e Sanchez, 1999). Ao desenvolver um plano local para o distrito de José Bonifácio, guiado pela estratégia de Planejamento Urbano Saudável, é fundamental considerar as maiores vulnerabilidades e potencialidades do território. Com base nos dados coletados, podemos identificar alguns dos principais desafios enfrentados pelos moradores:

- Distâncias excessivas nas viagens diárias: a baixa oferta de emprego formal, a carência de infraestrutura de transporte público e falta de opções de lazer e serviços nas proximidades obrigam os moradores a percorrer longas distâncias diariamente, impactando negativamente sua saúde física e mental.
- Fragilidade ambiental nas áreas semirrurais: a ocupação desordenada e a falta de políticas públicas efetivas de proteção ambiental nas áreas semirrurais do distrito colocam em risco a saúde da população e degradam os recursos naturais.
- Infraestrutura precária nos conjuntos habitacionais: A precariedade da infraestrutura básica e áreas verdes do distrito influencia negativamente a saúde, segurança e a qualidade de vida dos moradores.

Adotando a definição da OMS de saúde como "*um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não somente ausência de doença ou enfermidade*", um plano local deve considerar todos os aspectos da vida da população em seus objetivos e diretrizes. A partir da análise do território, três pontos-chave se destacam como pilares para o desenvolvimento do plano.

6.1 Promoção da mobilidade ativa e sustentável por todo o território:

- Expandir a rede de transporte público, priorizando a integração multimodal e a acessibilidade universal.
- Incentivar o uso de bicicletas e outros meios de transporte não motorizados através da criação de ciclovias, ciclovias e infraestrutura adequada.
- Implementar zonas de pedestres em locais estratégicos, promovendo a caminhabilidade e a interação social.

Garantir uma mobilidade efetiva para o território precisa ser prioridade. Segundo Gallo (2020), a garantia de uma mobilidade efetiva para o território é um ponto base da estratégia de Planejamento Urbano Saudável, que deve incluir políticas com objetivo de melhorar a acessibilidade ao espaço urbano. De acordo com a Prefeitura de São Paulo (2016), os habitantes de José Bonifácio gastam 54 minutos em média em seus trajetos diários. Esse tempo representa o maior entre os distritos da Subprefeitura de Itaquera. É crucial criar condições para que os moradores se desloquem de forma rápida, segura e confortável. Priorizar meios de transporte sustentáveis e coletivos é fundamental para alcançar esse objetivo. O transporte público (trem, metrô, ônibus) representa 45,4% das viagens em José Bonifácio, enquanto o modelo pedonal é o segundo meio de transporte mais utilizado, responsável por 37% das viagens diárias (São Paulo, 2016). Reforçando a importância de investir em infraestrutura para pedestres, como calçadas seguras e acessíveis.

6.2 Incentivo à produção e consumo de alimentos saudáveis

- Incentivar a produção local de alimentos frescos e saudáveis através de políticas públicas que apoiem a agricultura familiar e urbana.
- Facilitar o acesso a alimentos frescos e nutritivos através de feiras livres, mercados municipais e hortas comunitárias.
- Implementar políticas públicas de proteção ambiental nas áreas semi-rurais, promovendo a agricultura familiar e o manejo sustentável dos recursos naturais.
- Expandir os programas de educação alimentar e nutricional nas escolas.

O Ministério da Saúde considera a alimentação e a nutrição como requisitos básicos para a promoção da saúde. A Escala Brasileira de Medida Domiciliar de Insegurança Alimentar (Ebia), é utilizada para categorizar os tipos de insegurança alimentar que podem afetar as pessoas. São elas: Segurança Alimentar, quando os moradores de um domicílio possuem acesso regular e suficiente de alimentos de qualidade; Insegurança Alimentar Leve, quando a alimentação é afetada pela quantidade percebida como adequada; Insegurança Alimentar Moderada, quando há restrições na quantidade de alimentos entre adultos; Insegurança Alimentar Grave, quando há comprometimento da qualidade e redução da quantidade da alimentação de todos os membros de uma família, incluindo crianças (Ministério da Saúde, 2022).

A vulnerabilidade social é um fator de risco significativo para a insegurança alimentar. Famílias com renda baixa, acesso limitado a serviços básicos e moradia precária são mais propensas a sofrer com a falta de acesso a alimentos nutritivos. O incentivo à agricultura familiar nas Unidades de Produção Alimentar (UPAs) da região sul do distrito apresenta um grande potencial para gerar diversos benefícios, tanto sociais quanto ambientais. A agricultura familiar é a principal atividade econômica de quase 70% das famílias que a praticam nas UPAs do município de São Paulo. O fortalecimento dessa atividade contribui

para o desenvolvimento da economia local, gerando renda e promovendo o consumo de produtos frescos e de qualidade. Além de contribuir para a criação de empregos locais, essa atividade pode auxiliar na preservação das áreas remanescentes florestais da região. As UPAs podem ter a função de proteger áreas remanescentes florestais ao evitar a instalação de loteamentos irregulares em áreas urbanizadas, ajudando a manter a biodiversidade e a garantir a qualidade do ar e da água para as comunidades locais (Pereira *et al.*, 2013).

6.3 Criação e qualificação de espaços públicos

- Revitalizar e requalificar espaços públicos existentes, adequando-os às necessidades da comunidade.
- Criar espaços públicos em áreas estratégicas do bairro, priorizando áreas com pouca oferta de áreas de lazer, cultura e esporte.
- Garantir a acessibilidade universal para todos os espaços públicos da rede, com a presença de rampas, pisos táteis e sinalização adequada.
- Promover a diversidade de usos e funções nos espaços públicos da rede, oferecendo atividades para todas as idades, grupos sociais e interesses.
- Implantar sistemas de transporte público eficientes que conectem os diferentes espaços públicos do distrito, facilitando o acesso da comunidade a todos os espaços.

Uma análise histórica da produção habitacional do distrito de José Bonifácio revela uma lacuna fundamental: a ausência de preocupação com a criação de espaços públicos de qualidade. O foco principal do planejamento urbano se concentrou na produção em massa de unidades habitacionais, relegando a segundo plano a criação de áreas multifuncionais para interação social, lazer e expressão cultural.

Os espaços públicos, como parques, praças, áreas verdes e centros culturais, são elementos essenciais para a prosperidade de uma comunidade. Eles proporcionam locais para o encontro, o convívio social, a prática de atividades físicas e o desenvolvimento de atividades culturais. Os espaços públicos ajudam na construção de um senso de comunidade e identidade cívica, servem como pontos de referência para a comunidade, promovendo a interação entre os moradores e o fortalecimento dos laços sociais. Espaços públicos bem estruturados podem servir como locais de encontro para reuniões e fóruns de discussão, estimulando a participação dos cidadãos em decisões que impactam a comunidade (UN-Habitat, 2016).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A organização espacial das cidades sempre esteve intimamente ligada à saúde e ao bem-estar da população. Ao longo de sua existência, o Planejamento Urbano Saudável se consolidou como uma ferramenta que pensa a saúde como ponto central do planejamento urbano. Através de uma abordagem intersetorial, busca soluções que considerem as interconexões entre os diferentes setores e agentes interessados. Configura-se como uma estratégia em constante evolução, incorporando novas metodologias e abordagens para enfrentar os desafios contemporâneos das cidades, como as mudanças climáticas e as desigualdades sociais.

O distrito de José Bonifácio, marcado por um crescimento urbano acelerado e desigualdades sociais, necessita de um planejamento urbano que priorize a saúde e o bem-estar da população. A estratégia de Planejamento Urbano Saudável se apresenta como uma

ferramenta fundamental para a construção de um futuro mais saudável, sustentável e equitativo para o distrito. Através da promoção da mobilidade ativa, do incentivo à alimentação saudável e da criação de espaços públicos de qualidade, é possível impactar positivamente o bem-estar da população, fortalecer a coesão social e promover o desenvolvimento urbano sustentável do distrito. O Planejamento Urbano Saudável é um investimento no futuro das cidades e no bem-estar da população. Ao criar cidades mais saudáveis, sustentáveis e equitativas, é possível garantir um futuro mais promissor para as próximas gerações.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSP - Instituto Federal de São Paulo, instituição à qual estão filiados, por proporcionar o ambiente e os recursos necessários para o desenvolvimento dessa pesquisa, fruto do Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo (Departamento de Construção Civil – Campus São Paulo).

9 REFERÊNCIAS

Adriano, J. R., Werneck, G. A. F., Santos, M. A. e Souza, R. C. (2000) A construção de cidades saudáveis: uma estratégia viável para a melhoria da qualidade de vida?, **Ciência & Saúde Coletiva**, 5(1), 53–62.

Barton, H. e Grant, M. (2013) Urban planning for healthy cities: a review of the progress of the European healthy cities programme, **Journal of Urban Health**, 90, 129-141.

Barton, H. (2003) Introduction and context, In: H. Barton, C. Mitcham e C. Tsourou. **Healthy urban planning in practice**: experience of European cities, Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Bonduki, N. (2014) **Os pioneiros da habitação social** - Vol. 1: Cem anos da política pública no Brasil, Unesp, São Paulo.

Buss, P. M. e Pellegrini Filho, A. (2007) A saúde e seus determinantes sociais, **Physis — Revista de Saúde Coletiva**, 17(1), 77-93.

Carta de Ottawa (1986) **Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde**. Ottawa, disponível em: https://cidadessaudaveis.org/wp-content/uploads/2020/02/carta_ ottawa.pdf. Acesso em: 4 mai. 2023.

CDSS, Comissão Determinantes Sociais de Saúde (2010) Redução das desigualdades no período de uma geração: Igualdade na saúde através da acção sobre os seus determinantes sociais, **Relatório Final da Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde**, Organização Mundial da Saúde, Portugal.

Duhl, L. J. (1986) The healthy city: Its function and its future, **Health Promotion International**, 1(1), 55-60.

Duhl, L. J. e Sanchez, A. K. (1999) Healthy Cities and The City Planning Process: A background document on links between health and urban planning, **World Health Organization**, Copenhagen, Denmark.

Freitas, C. A. O. (2021) **Mulheres e periferia como fronteira**: o tempo-espaço das moradoras do Conjunto Habitacional José Bonifácio, FAUUSP, São Paulo.

Gallo, D. L. L (2020) **Cidade Humana**: A vida urbana e a promoção da saúde como qualidade de vida, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Gallo, D., Santos, F. S. e Bessa, E. R. A. S. (2018) Planejamento Urbano Saudável: políticas públicas para promoção de Cidades Saudáveis na Itália, **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 6(43), 41-55.

Hancock, T. (1993) The Evolution, Impact and Significance of the Health Cities/Healthy Communities Movement, **Journal of Public Health Policy**, 14(1), 5-18.

IBGE, Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (2022) **Censo Demográfico 2022**, Rio de Janeiro: IBGE.

Lemos, A. I. G. e França, M. C. (1999) **Itaquera**, Departamento do Patrimônio Histórico, São Paulo.

Ministério da Saúde (2022) **Insegurança Alimentar e Nutricional**, disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/glossario/inseguranca-alimentar-e-nutricional. Acesso em: 13 jun. 2023.

OMS, Organização Mundial da Saúde (1986) Carta de Otawa para promoção da saúde, In: **1ª Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde**, Otawa, Genebra: OMS.

OPAS, Organização Pan-Americana de Saúde (2004) **Municípios e Comunidades Saudáveis**: Guia dos prefeitos para promover qualidade de vida, Washington.

Pereira, D., Kuntschik, G., Valdiones, A. P. G., Ferreira, I. V. R. F. e Abdo, R. (2013) Região metropolitana de São Paulo: do cinturão caipira ao verde e cinza, In: Zanirato, S. H. (org.) **Mobilização e demanda social**: experiências de participação política na sociedade contemporânea, Annablume, São Paulo.

São Paulo, Prefeitura (2016) **Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeituras**, São Paulo, disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/QA-IQ.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.

São Paulo, Prefeitura de (2022) **Desenvolvimento humano e condições de vida**, São Paulo, disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/info_cidade/desenvolvimento_humano/index.php. Acesso em: 13 jun. 2023.

Rede Nossa São Paulo (2023) **Mapa da Desigualdade 2023**, São Paulo, disponível em: https://institutocidadessustentaveis.shinyapps.io/mapadesigualdadesaopaulo/. Acesso em: 08 mai. 2024.

Sperandio, A. M. G. (2019) **Cidade Saudável**: diálogos e estratégias entre promoção da saúde e planejamento urbano, Letra Capital, Rio de Janeiro.

UN, United Nations (2017) New Urban Agenda, **United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development**, Quito.

UN-Habitat (2016) **Global Public Space Toolkit**: from global principles to local policies and practice, UN-Habitat, SIDA, INU, Nairóbi.

Westphal, M. F. e Oliveira, S. C. (2015) Cidades Saudáveis: uma forma de abordagem ou uma estratégia de ação em saúde urbana?, **Revista USP**, São Paulo, (107), 91-102.

Westphal, M. F. (2000) O Movimento Cidades/Municípios Saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida, **Ciência e Saúde Coletiva**, 5 (1), 39-51.

WHO, World Health Organization (2020) **Healthy Cities**: Effective approach to a rapidly changing world, Geneva, Switzerland.

OS DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE COMO NORTEADORES PARA AMBIENTES SAUDÁVEIS EM DISTRITOS DO CONHECIMENTO

B. Bonetto, A.M.G. Sperandio

RESUMO

Este artigo apresenta um exercício para o desenvolvimento de ferramentas de priorização nas tomadas de decisões, aliadas aos processos colaborativos dos distritos de conhecimento e à transição das cidades em territórios saudáveis. Utilizando como referencial técnico o guia *"Integrating health in urban and territorial planning"* da ONU-Habitat e OMS, para categorizar temáticas das pesquisas latino-americanas relacionadas às cidades saudáveis. A partir da organização das recomendações propostas no guia nas categorias Equidade, Ambiente, Socioeconomia e Humanização, aplicando elementos de matrizes de planejamento estratégico é proposto uma sequência de etapas para priorização de questões relevantes à gestão urbana e ao planejamento urbano saudável. O desenvolvimento baseado em conhecimento contribui para a melhoria dos ambientes urbanos e da qualidade de vida. Aliado às premissas das cidades saudáveis e aplicando os determinantes sociais da saúde, distritos do conhecimento podem auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para a tomada de decisão pela gestão urbana na direção da equidade em saúde.

1 INTRODUÇÃO

Distritos do conhecimento podem ser considerados empreendimentos urbanos com o objetivo de auxiliar na implementação de estratégias voltadas à qualidade de vida e ao desenvolvimento de infraestruturas que permitam melhorar lugares e por fim, a sociedade. O desenvolvimento urbano proposto nesta estrutura é baseado em conhecimento e evidências e contribui na construção de espaços com vitalidade urbana, que despertem o interesse e a interação com o meio (Noronha *et al.*, 2023). Em sua estrutura mais recente, distritos de conhecimento de quarta geração, tem como premissa uma construção de seus espaços, ambientes e dinâmicas a partir da interação intersetorial de governo, universidades, empresas, sociedade e meio ambiente (Carayannis *et al.*, 2012).

A interação entre essas hélices pode promover inovação e contribuir com o impulso à transformação urbana. Cidades saudáveis propõem caminhos para a transição de um planejamento urbano hegemônico para um contexto de participação social e desenvolvimento de iniciativas territorializadas de promoção da saúde que contribuam com a resiliência, com a biodiversidade e com a mitigação climática (Sperandio *et al.,* 2023).

Por meio deste enfoque, a busca por territórios saudáveis na cidade se relaciona com a orientação para construção dos distritos de conhecimento, que consideram como premissas para uma economia segura a boa governança e a sustentabilidade ambiental, destacando o papel central do capital social e humano (Eloah *et al.,* 2023).

A inserção da saúde no contexto da gestão local urbana requer a aproximação do planejamento urbano e da promoção da saúde, dependendo da convergência de objetivos, narrativas, e mecanismos de implementação, que não podem ser simplesmente importados do norte global. Trabalhar a cidade como plataforma para a efetivação do direito à saúde deve considerar o contexto e realidade do sul global. Neste sentido, é preciso identificar localmente elementos que podem compor processos para serem aplicados na tomada de decisão no sentido da necessidade urgente de melhorar a saúde e qualidade de vida nas cidades latino-americanas, considerando tanto a participação social e comunitária quanto o conhecimento científico para a cidade baseada em evidências (Rice, 2021). A complexidade das necessidades atuais de mitigação e resiliência climática, em conjunto com as diversas demandas humanas básicas não atendidas devido ao aprofundamento das desigualdades sociais, requerem um esforço intersetorial e direcionado aos assuntos prioritários (Akerman *et al.*, 2020).

1.1 Processos colaborativos e a inserção da saúde na gestão urbana

A produção da saúde no contexto urbano é objeto de múltiplas disciplinas e setores, refletindo a complexidade e interconexões do assunto. A interação intensa, inerente a processos colaborativos pode desencadear conflitos, tensões e atritos entre os envolvidos, em especial quando partem de premissas e conceitos de saúde urbana que são distintos entre si, desta maneira estruturar a convergência e articulação de diferentes ideias e a tradução do conhecimento para uma linguagem comum podem contribuir com a efetividade de dinâmicas intersetoriais (Kim *et al*., 2021).

Os determinantes sociais da saúde (DSS) podem funcionar como elemento aglutinador de um planejamento intersetorial que engloba não somente distintas áreas de pesquisa e trabalho como diferentes escalas para o estabelecimento de objetivos comuns (Sperandio *et al*., 2023). Neste sentido, no contexto do desenvolvimento de cidades saudáveis e metas compartilhadas entre planejamento urbano e saúde pública, o guia da Organização Mundial da Saúde (OMS) fornece elementos e diretrizes para a inclusão destes DSS na prática da gestão urbana a partir do estabelecimento de recomendações, pontos de entrada e dimensões do planejamento urbano saudável (WHO, 2020).

Os avanços na pesquisa sobre urbanismo saudável ainda são pouco refletidos nas cidades. Neste sentido, a contribuição de distritos de conhecimento, em que os múltiplos setores atuam com objetivos compartilhados, pode ser significante para a transformação urbana, ao atuarem como laboratórios vivos de desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e práticas colaborativas de governança de espaços e dinâmicas urbanas atuam com objetivos compartilhados, pode ser significante para a transformação urbana, ao atuarem como laboratórios vivos de desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e práticas colaborativas de governança de espaços e dinâmicas urbanas (Eloah, Noronha & Celani, 2023).
Nestes processos coletivos voltados à implementação de soluções, matrizes podem ser aplicadas na caixa de ferramentas de gestão, inclusive no âmbito das cidades, por

oferecerem uma estrutura para etapas do processo decisório, como, por exemplo, a priorização de problemas, no caso da Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). Esta estrutura apresenta uma metodologia para categorizar, quantitativamente, dentre os problemas identificados, quais representam os maiores riscos. Questões urbanas referentes a sistemas complexos como, por exemplo, o manejo e a gestão dos resíduos sólidos podem se beneficiar da aplicação da Matriz GUT ao sistematizar a perspectiva dos diferentes setores envolvidos (Costa *et al.*, 2017).

Matrizes podem ainda considerar uma perspectiva qualitativa, como outro exemplo aplicado à gestão, a matriz FOFA (Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças). Esta matriz combina em uma mesma análise variáveis internas e externas que influenciam as questões urbanas e é aplicada em processos intersetoriais que envolvem governança territorial e intersetorialidade, convergindo os interesses da população com a gestão pública municipal. Neste contexto, a divisão em eixos temáticos e categorias de análise podem facilitar a aplicação da técnica em dinâmicas colaborativas de planejamento estratégico (Kummer & Silveira, 2016).

Territórios de conhecimento que atendam as premissas de ambientes saudáveis devem contemplar as necessidades indiretas e diretas dos diferentes envolvidos, de maneira convergente aos objetivos e dinâmicas do planejamento urbano para cidades saudáveis. Em uma dinâmica que se retroalimenta, aplicar as considerações necessárias para o atendimento dos DSS no planejamento, implementação e aprimoramento dos territórios de conhecimento, em uma das vertentes, pode efetivar na prática formas de construção colaborativa que evidenciem a equidade em saúde. E por outro viés, o estudo e prática das premissas do planejamento urbano saudável no contexto dos distritos de conhecimento pode contribuir para os processos de aprendizagem, investigação e inovação tanto no âmbito destes territórios quanto no avanço da implementação de políticas públicas urbanas saudáveis, com a produção e troca de informações relevantes para as cidades latino-americanas.

A combinação de diferentes estratégias para visualização de dados na tomada de decisão auxilia os gestores na compreensão do panorama do território local. A aplicabilidade destas ferramentas pode ser testada e desenvolvida em distritos do conhecimento e, ao combinar exercícios de planejamento estratégico com os conceitos de DSS se fortalece a cultura de implementação do planejamento urbano saudável. Uma caixa de ferramentas para o planejamento urbano saudável, poderia contar com instrumentos adaptados daqueles aplicados na gestão e planejamento estratégico, como as matrizes FOFA e GUT, para aproximar as questões de saúde e do território sob a ótica da implementação. A partir desta estrutura matricial, os DSS e as recomendações da OMS fornecem elementos para categorização dos dados e priorização de tratativas da gestão urbana. As dinâmicas de interação multissetorial possibilitadas em um contexto de distritos do conhecimento poderiam contribuir na construção, validação e aplicação deste tipo de ferramenta, e desta forma, atuar na transição das cidades no sentido da equidade em saúde.

2 METODOLOGIA

O recorte do trabalho apresentado neste artigo faz parte de uma das etapas da pesquisa de mestrado em andamento na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, com o título "Interfaces entre o Urbanismo e a Promoção da Saúde na América Latina: articulações para o desenvolvimento de Cidades Saudáveis". Este artigo procura apresentar um exercício para o desenvolvimento de uma ferramenta de priorização nas tomadas de decisões, que sejam aliadas aos processos colaborativos dos distritos de conhecimento e à transição das cidades em territórios saudáveis. A partir da perspectiva de um processo para a composição de uma matriz de convergência entre os DSS, este exercício é elaborado por meio da aplicação das doze recomendações de integração da saúde no planejamento urbano da OMS (WHO, 2020). A aplicabilidade destas diretrizes na sistematização dos macrotemas, relacionados às pesquisas de cidades saudáveis na América Latina, é discutida utilizando conceitos de ferramentas de gestão na elaboração da proposta de matriz.

Os dados sobre os macrotemas relacionados nas pesquisas do planejamento urbano saudável latino-americanas foram obtidos por meio de um levantamento bibliográfico para o período de 2013 a 2023, nas bases de dados *Scielo, SCOPUS, Avery Index e Google acadêmico*. O levantamento bibliográfico permite compreender a amplitude do tema e qual o nível de acessibilidade e organização das informações (Minussi *et al*., 2018). Os unitermos selecionados para a busca foram: cidades saudáveis, planejamento urbano e o nome do país, nas línguas português e espanhol. A área de abrangência da pesquisa foram 21 países, sendo dez da América do Sul (Argentina, Brasil, Bolívia, Colômbia, Venezuela, Chile, Equador, Paraguai, Peru e Uruguai), sete da América Central (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua e Panamá) e quatro do Caribe (Cuba, Haiti, Porto Rico e República Dominicana).

O processo de seleção e identificação dos macrotemas vinculados às pesquisas da América Latina considerou artigos, dissertações e teses que abordaram planejamento urbano e cidades saudáveis como eixo central da pesquisa ou como referência de apoio. Os resultados selecionados foram organizados em uma planilha que elencou a instituição responsável pela pesquisa, o canal de publicação e o país e a cidade da instituição. Após a organização dos resultados foram observados os títulos, resumos, sumário quando aplicável, e as palavras-chaves de cada pesquisa para identificação e seleção de duas a quatro palavras representativas da temática principal e aplicabilidade do artigo no contexto do movimento cidades saudáveis na região latino-americana.

A seguir, as palavras dos macrotemas foram agrupadas para aglutinar termos de significados similares. Em quadros, os macrotemas foram categorizados conforme a relação estabelecida com as doze recomendações de inserção da saúde no planejamento urbano do guia OMS (WHO, 2020). As recomendações versam sobre diferentes aspectos do planejamento urbano saudável e estabelecem um diálogo com os DSS. A partir da reinterpretação do guia, foram estabelecidas quatro categorias para aglutinação de recomendações que partilham características em comum: 1) Equidade; 2) Ambiente; 3) Socioeconomia e 4) Humanização.

2.1 Exercício para elaboração da matriz do planejamento urbano saudável na América Latina

Conforme o percurso metodológico deste artigo, os dados foram organizados primeiramente a partir da categorização das recomendações da OMS (WHO, 2020) e os respectivos macrotemas. Nesta etapa, foram compreendidas quais temáticas se relacionam de maneira direta com cada uma das recomendações, sendo consideradas como temáticas proximais. Neste âmbito, foram categorizadas aquelas temáticas que estabeleceram uma conexão específica com uma das quatro categorias de recomendações: Equidade, Ambiente, Socioeconomia e Humanização. Dentre os temas elencados, foi identificada uma seleção que se relaciona com todas ou mais de uma destas recomendações, e foram primeiramente apontados como temáticas transversais.

Em um segundo momento da sistematização, aplicando a perspectiva dos DSS, em que elementos que se conectam com múltiplos fatores, são as camadas de fora e mais abrangentes do diagrama de determinantes, foi possível estabelecer a identificação das temáticas distais. Estas temáticas foram aquelas que na primeira rodada de categorização foram relacionadas a mais de uma das recomendações. Para esta divisão foram consideradas as aproximações das temáticas transversais com cada uma das categorias, considerando ainda as conexões como resultados estabelecidos na primeira etapa de sistematização, ou seja, os macrotemas proximais.

Tanto os temas proximais quanto distais podem se relacionar com mais de uma categoria e recomendação, desta forma, este exercício permite a flexibilidade de categorizar os assuntos de interesse conforme orientação, enfoques desejados e alinhados visando sua aplicação. A seguir, a Figura 1 resume o processo de sistematização dos dados e elementos aglutinados para o exercício de composição de uma matriz do planejamento urbano saudável.

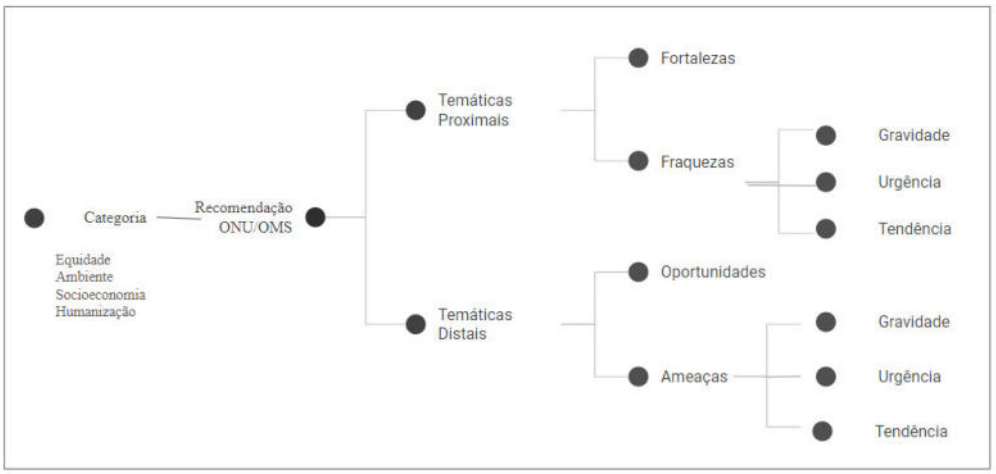


Fig. 1 Diagrama de elaboração da matriz do planejamento urbano saudável
Fonte: Autoras (2024)

Esta relação em camadas de proximidade, proximais e distais, dialoga com a estrutura do modelo dos DSS, e ainda com os elementos da matriz FOFA, que estabelece que as fortalezas e fraquezas são elementos internos e oportunidades e ameaças são elementos externos. Dentre os problemas a serem atendidos elencados, é possível ainda adicionar um

elemento quantitativo, como os da Matriz GUT. Ao organizar os macrotemas aplicando este direcionamento, destacam-se aqueles temas que representam questões de atenção. Aqueles temas que são considerados fortalezas e oportunidades podem ser avaliados como caminhos e recursos locais que devem ser conectados às propostas para resolução dos problemas, guiando a tomada de decisão em uma perspectiva de valorização das possibilidades do território.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os quadros referentes a cada uma das categorias apresentadas na metodologia referente às doze recomendações da OMS (WHO, 2020) para inserção da saúde no planejamento urbano e territorial.

3.1 Equidade

Os DSS nos trajetos para o avanço da equidade trazem elementos básicos e compreendem a fundamentação daquilo que é necessário para a qualidade de vida (Barton & Grant, 2012). As recomendações e temáticas relacionadas à equidade são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 Recomendações OMS para Equidade e temáticas relacionadas

Recomendação OMS	**Macro Temas relacionados na pesquisa de planejamento urbano saudável latinoamericana**
EQUIDADE	**PROXIMAIS**
Alcançar a equidade nas estruturas políticas, sociais, culturais e económicas	Agenda, análise, avaliação, constituição, crise estrutural, dados, desigualdades, diagnósticos, diretrizes legais, discurso hegemônico, intercâmbio de saberes, interdisciplinar, nova agenda urbana
Reconhecer e reverter os impactos na equidade na saúde do colonialismo e do racismo estrutural em curso	Ativismo, engajamento cívico, mobilização social, movimentos sociais, participação, perspectivas cidadãs, sociedade civil organizada, cicloativismo
Sistemas de saúde equitativos	Atenção primária, doenças respiratórias, doenças infecciosas, dengue, epidemiologia, equidade em saúde, obesidade, prevenção, promoção, saúde, serviços de saúde, transição epidemiológica, UBS, vigilância sanitária, suícidio na juventude, zika vírus, impacto à saúde, integralidade, pandemia
Arranjos de governança para a equidade na saúde	Ação intersetorial, ação participativa, ATHIS, *calles recreativas,* caracterização, certificação, cidadania, cidades inteligentes, ecovilas, governança, grandes obras, instrumento, intersetorialidade, marketing de cidades, normativa, ONGs e associações, Organização da sociedade civil, ocupação urbana, planos urbanos, preservação patrimônio cultural, ZEIS, regulamentação socioambiental
TEMÁTICAS DISTAIS (Aplicável a categoria equidade)	
Cidade saudável; Comunidade; Desenvolvimento comunitário; Determinantes sociais da saúde,. Estratégia; Ferramentas; Financiamento; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Riscos; Serviços públicos;Transformação social	

Fonte: adaptação recomendação OMS e elaboração autoras (2024)

A Equidade é o tópico que aglutina a maioria das recomendações da OMS e são apresentadas primeiro em virtude de serem elementos estruturantes das demais categorias de recomendações. Nesta categoria, foram enquadradas temáticas que se relacionam com questões políticas e amplas, incluindo agendas globais, mecanismos e processos relevantes para a gestão local e governança. A equidade ao centro do processo decisório considera desde questões epidemiológicas como a distribuição de doenças, quanto atributos importantes no desenvolvimento de ações de planejamento urbano promotoras da saúde, como o fortalecimento da colaboração e participação social.

Tratativas que combatem problemas de equidade e justiça são urgentes e sua efetivação necessita ir para além das mazelas da sociedade e suas disparidades e ir ao encontro de elementos possíveis de atingimento, a ciência da implementação voltada aos cuidados em saúde pode oferecer alguns caminhos para este avanço com perspectivas e ferramentas que contribuem com uma ação rápida (Brownson *et al.*, 2021). Neste âmbito, distritos do conhecimento, ao possibilitar interação de diferentes áreas em projetos colaborativos, podem contribuir na disseminação de estratégias exitosas de implementação nas cidades, dos avanços nas ciências e nas políticas. Uma das formas possíveis para este processo, e em congruência com as possibilidades de interação possibilitadas pela estrutura de distritos do conhecimento, seria uma atuação voltada à prototipagem em seus territórios de algumas soluções de base, em articulações como as dos movimentos sociais de intervenções urbanas.

A implementação voltada aos avanços na equidade deve se engajar em estratégias que apoiam o trabalho com os DSS, abordando uma amplitude de fatores nas dimensões sociais, econômicas e políticas. Desta forma, é fortalecida a visão de que a saúde não é somente a ausência de doença, mas a disponibilização e acessibilidade dos recursos necessários para vidas humanas exitosas (Baumann & Long, 2021). Os próprios processos de implementação possuem determinantes que podem funcionar como facilitadores ou barreiras sobre como as ações pensadas em políticas e projetos são traduzidas em mudanças no contexto urbano e de vida das pessoas (McLoughlin & Martinez, 2022).

3.2 Ambiente

A intersetorialidade como premissa da Cidade Saudável dialoga com as estruturas dos territórios de conhecimento. O Quadro 2 apresenta as recomendações da OMS e respectivas temáticas relacionadas ao Ambiente, natural e construído. Ao destacar os temas ambientais das pesquisas latino-americanas, observa-se que as recomendações OMS se alinham aos DSS ao elencarem múltiplos fatores que participam das dinâmicas dos processos saúde-doença.

Dentro desta categoria de recomendações é interessante considerar a questão da integração dos distritos de conhecimento com o restante dos territórios da cidade em que os desenvolvimentos realizados dentro destes espaços de inovação possam ultrapassar as fronteiras e serem refletidos no entorno e na escala urbana (Birsens, 2024). Nesta perspectiva, é essencial fortalecer a interdisciplinaridade dentro dos distritos de conhecimento, para que diferentes saberes e setores se dediquem à pesquisa e práticas de extensão que possibilitem a configuração da cidade como laboratório vivo, ampliando o repertório de experiências de um planejamento urbano saudável.

Quadro 2 Recomendações OMS para Ambiente e temáticas relacionadas

Recomendação OMS	Macro Temas relacionados na pesquisa de planejamento urbano saudável latinoamericana
AMBIENTE	**PROXIMAIS**
Proteger o ambiente natural, mitigar as alterações climáticas e respeitar as relações com a terra	Águas urbanas, contaminação, corredores verdes, crise ambiental, crise sanitarismo, degradação ambiental, desenvolvimento sustentável, ecologia urbana, ecossistemas urbanos, impacto ambiental, inundações, justiça ambiental, legibilidade ambiental, licenciamento ambiental, matriz energética, meio ambiente, metabolismo urbano, mudança climática, orientações climáticas, poluição atmosférica, poluição sonora, preservação ambiental e proteção ambiental, resíduos sólidos, serviços ecossistêmicos, testes ambientais e zoneamento ambiental
Melhorar o ambiente e as condições de habitação	Ambiente construído, arborização urbana, áreas verdes, assentamento, atividade física, bacias hidrográficas, bairros, bicicletas, cartografia, cidades caminháveis, ciclismo, ciclovia, cidade, cidade ativa, cidades pequenas, conforto, desenho, equipamento urbano, habitação, interseções urbanas, microplanejamento, mobilidade, morfologia urbana, padrões espaciais, paisagem, moradia, praças, reabilitação e reconversão urbanas, requalificação, regeneração urbana, sistema viário, transporte público urbanismo sustentável, unidade de vizinhança, urbanismo, urbanização, uso do solo, vazios urbanos e verticalização
TEMÁTICAS DISTAIS (Aplicável a categoria ambiente)	
Agricultura urbana, agronegócio, alimentação, migrações, hortas urbanas; sustentabilidade; ordenamento territorial, escala metropolitana, estilo de vida, espaços saudáveis; infraestrutura, expansão urbana, forma urbana; função social; gestão urbana, hospitalidade urbana, intervenções urbanas, pessoa-meio, planejamento urbano, produção do comum, relação homem-natureza; rural-urbano, territórios	

Fonte: adaptação recomendação OMS e elaboração autoras (2024)

As recomendações que abordam o ambiente natural e construído são as que tiveram a maioria dos temas relacionados. Os assuntos elencados nos resultados das pesquisas de Cidades Saudáveis e Planejamento Urbano nos países da América Latina apresentaram uma diversidade tanto com relação às possíveis situações adversas que a gestão urbana irá requerer atenção quanto opções de caminhos para desenvolver e implementar soluções para a transição dos territórios.

3.3 Socioeconomia

Ao se pensar em uma cidade saudável, é impossível não considerar questões sociais estruturantes como a pobreza, a desigualdade e a falta de ações que estabeleçam condições mínimas de vida e trabalho. Dentre as possíveis contribuições dos distritos do conhecimento com o entorno urbano uma delas é voltada a geração de novas possibilidades de atividades econômicas e atração de financiamentos externos, que poderiam contribuir com o ecossistema de geração de trabalho e renda no nível local (Birsens, 2024). No Quadro 3 abaixo, elementos voltados à economia e à proteção social estão relacionados com as recomendações da OMS.

Quadro 3 Recomendações OMS para Socioeconomia e temáticas relacionadas

Recomendação OMS	Macro Temas relacionados na pesquisa de planejamento urbano saudável latinoamericana
SOCIOECONOMIA	**PROXIMAIS**
Trabalho	Centro de desenvolvimento social, inovação, trabalho, turismo
Renda e proteção social	Estabelecimento comercial, assistência social, periferia, pobreza, vulnerabilidade
Reduzir a violência e equidade na saúde	Favelas, gentrificação, cidade amável, iniquidades, segregação, segurança
TEMÁTICAS DISTAIS (Aplicável a categoria socioeconomia)	
Caracterização; Dinâmicas espaciais; Monitoramento; Exclusão social; Geração de dados; Globalização; Indicadores; Índices; Observatório; Poder executivo; Políticas Públicas e Problemas socioambientais	

Fonte: adaptação recomendação OMS e elaboração autoras (2024)

Foi pouco observado temas relacionados à categoria de socioeconomia, no entanto, são assuntos essenciais para se estruturar ações voltadas ao direcionamento de recursos para as demandas de populações vulnerabilizadas, que requerem uma concentração de esforços para melhoria em sua qualidade de vida e dinâmicas de saúde.

3.4 Humanização

O Quadro 4 apresenta as diferentes recomendações que estabelecem fatores para a humanização das práticas do planejamento urbano saudável.

Quadro 4 Recomendações OMS para Humanização e temáticas relacionadas

Recomendação OMS	Macro Temas relacionados na pesquisa de planejamento urbano saudável latinoamericana
Humanização	**Proximais**
Equidade desde o início – infância e educação	Educação, educação ambiental, educação em saúde, formação, infância, universidades saudáveis, escola
Vida digna idades avançadas	Envelhecimento população, idosos, pessoa idosa
Cumprir e proteger os direitos humanos	Cidade humana, dignidade, dimensão humana e social, direito à água, direito à moradia, direito à saúde, direitos humanos, esporte, lazer, proteção social, vida ativa, cotidiana, pessoa com deficiência
TEMÁTICAS DISTAIS (Aplicável a categoria humanização)	
Lazer; Acessibilidade; Cultura; Estilo de vida; Geografia da saúde; Implementação; Metodologia integral; Mulheres; Multidisciplinaridade; Percepções; População; Práticas; Processos alternativos transdisciplinares; Produções artísticas; Projeto comunitário; Qualidade de vida; Redes e Usuários	

Fonte: adaptação recomendação OMS e elaboração autoras (2024)

Esta categoria de recomendações requer que a escala e dimensão humana representem um destaque nas perspectivas consideradas nos processos de tomada de decisões. e as temáticas relacionadas compreenderam alguns fatores que permeiam o pensar, elaborar e implementar soluções voltadas à garantia dos direitos humanos fundamentais, na perspectiva das cidades e ao longo da vida. Englobou os setores de educação, cultura, assistência social e dialoga com as outras categorias no sentido que para este processo, de humanizar as cidades e incluir as necessidades de crianças, idosos, pessoas com deficiência, significa ampliar o acesso e planejar espaços e dinâmicas com uma perspectiva integral e social.

Projetos vinculados às Cidades Saudáveis podem abranger distintos temas que apontam qual o enfoque que cada país ou cidade aborda a interface da promoção da saúde com o planejamento urbano. Ainda que os elementos e premissas deste movimento global estejam bem estabelecidos, cada região operacionaliza a implementação a partir de um enfoque. Esta questão é ainda mais evidente ao se considerar a natureza integrativa e multidimensional tanto da saúde pública quanto do ordenamento territorial, que transpõem em suas práticas valores e dinâmicas locais e culturais. Aplicar na sistematização de pesquisas que abordam tanto planejamento urbano quanto Cidades Saudáveis, os DSS como eixo estruturante, pode facilitar a compreensão tanto da distribuição, quanto do conteúdo, destas pesquisas e como se relacionam com o movimento global vinculado à OMS.

A aplicação da matriz nos territórios do conhecimento

O exercício apresentado neste artigo, de construção de ferramentas que ampliam as possibilidades de uma perspectiva ampliada sobre a saúde na cidade, podem contribuir com processos colaborativos intersetoriais tanto no âmbito de articular diferentes áreas da gestão pública municipal quanto de estruturar a participação social. Políticas públicas, mesmo que existentes, não são implementadas ou não se refletem nas cidades e na gestão urbana da maneira com que foram desenhadas (Chriqui *et al*., 2023) e a dimensão da implementação nas pesquisas do planejamento urbano é considerada uma lacuna (Smith, 2018). Distritos do conhecimento vinculam pesquisas importantes para a regeneração urbana, porém a composição destes territórios à realidade urbana deve transpor as fronteiras do próprio distrito e considerar o ecossistema urbano. Como no caso de Barcelona em que foram pesquisadas as conexões entre especulação imobiliária e deterioração dos bairros a fim de compreender as limitações dos meios de transformação urbana baseado em conhecimento (Charnock *et al*., 2017).

Cabe complementar que, embora, no contexto dos distritos de conhecimento os DSS não sejam específicos, estes podem ser utilizados como premissas de um desenvolvimento saudável e sustentável e precisam ser atendidos aplicando o viés da criatividade, da intersetorialidade e da ciência da implementação. Desta maneira, será possível alinhar a busca pela equidade em saúde a um processo abrangente de transformação urbana. Podem ser utilizados como ponto de partida para um debate de priorização de questões urbanas vinculados à saúde, no caso desta matriz, tanto a proposta, que utilizou temas vinculados às pesquisas latino-americanas, quanto a sua estrutura, que pode contribuir com uma forma de visualização de dados baseada em pesquisas de aprimoramento de gestão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Territórios de conhecimento que atendam as premissas de ambientes saudáveis devem contemplar as necessidades indiretas e diretas dos diferentes envolvidos, de maneira convergente aos objetivos e dinâmicas do planejamento urbano para cidades saudáveis. Em uma dinâmica que se retroalimenta, aplicar as considerações necessárias para o atendimento dos DSS no planejamento, implementação e aprimoramento dos territórios de conhecimento, em uma das vertentes, pode efetivar na prática formas de construção colaborativa que evidenciem a equidade em saúde. E por outro viés, o estudo e prática das premissas do planejamento urbano saudável no contexto dos distritos de conhecimento pode contribuir para os processos de aprendizagem, investigação e inovação tanto no âmbito destes territórios quanto no avanço da implementação de políticas públicas urbanas saudáveis, com a produção e troca de informações relevantes para as cidades latinoamericanas.

A combinação de diferentes estratégias para visualização de dados na tomada de decisão auxilia os gestores na compreensão do panorama do território local. A aplicabilidade destas ferramentas pode ser testada e desenvolvida em distritos do conhecimento e, ao combinar exercícios de planejamento estratégico com os conceitos de DSS se fortalece a cultura e a implementação do planejamento urbano saudável.

Uma caixa de ferramentas para o planejamento urbano saudável, poderia contar com instrumentos adaptados daqueles aplicados na gestão e planejamento estratégico, como as matrizes FOFA e GUT, para aproximar as questões de saúde e o território sob a ótica da implementação. A partir desta estrutura matricial, os DSS e as recomendações da OMS fornecem elementos para categorização dos dados e priorização de tratativas da gestão urbana. As dinâmicas de interação multissetorial possibilitadas em um contexto de distritos do conhecimento poderiam contribuir na construção, validação e aplicação deste tipo de ferramenta, e desta forma atuar na transição das cidades no sentido da equidade em saúde.

5 REFERÊNCIAS

Barton, H., & Grant, M. (2013). Urban planning for healthy cities: A review of the progress of the European Healthy Cities Programme. **Journal of urban health**, *90*, 129-141, United States of America, New York.

Baumann, A. A., & Long, P. D. (2021). Equity in implementation science is long overdue. ***Stanf Soc Innov Rev***, *19*(3), A15-A17.

Birsens, J. (2024). Towards a multidimensional understanding of urban integration: The case of the Cité des Sciences in Esch/Alzette (dissertation). **The Faculty of Humanities, Education and Social Sciences.** Université du Luxembourg. Alzette, Luxemburgo.

Brownson, R. C., Kumanyika, S. K., Kreuter, M. W., & Haire-Joshu, D. (2021). Implementation science should give higher priority to health equity. **Implementation Science***, 16*, 1-16.

Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of innovation and entrepreneurship**, 1, 1-12.

Charnock, G., March, H., Purcell, T., & Ribera-Fumaz, R. (2017). Urban regeneration, rent and labour: Insights from Barcelona's 'knowledge district'. In **Gentrification as a Global Strategy** (pp. 190-196). Routledge.

Chriqui, J. F., Asada, Y., Smith, N. R., Kroll-Desrosiers, A., & Lemon, S. C. (2023). Advancing the science of policy implementation: a call to action for the implementation science field. **Translational Behavioral Medicine**, *13*(11), 820-825.

Costa, A. R. S., dos Santos, T. C. G., Kozmhinsky, M., de Alencar, S. K. R. P., & Valle, G. (2017). Aplicação da matriz GUT na gestão integrada de resíduos sólidos da cidade do Recife-PE. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, 201-213, México, Ciudad del México.

Eloah, A., Noronha, M., & Celani, G. (2023). Knowledge districts and their urban proposals: urban vitality metrics with information modeling. Accelerated Landscapes, Centro Universitario Regional Este (CURE), **Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo**, Universidad de la República. Uruguay, Punta del Leste.

Kim, J., Harris-Roxas, B., de Leeuw, E., Lilley, D., Crimeen, A., Sainsbury, P. (2021) Protocol for a meta-narrative review on research paradigms addressing the urban built environment and human health. **Syst Rev** 10, 311.

Kummer, D. C., & Silveira, R. L. L. D. (2016). A importância da Matriz SWOT (FOFA) no contexto dos planos estratégicos de desenvolvimento do Rio Grande do Sul. **Revista Jovens Pesquisadores**, *6*(1), 101-15, Brasil.

McLoughlin, G. M., & Martinez, O. (2022). Dissemination and implementation science to advance health equity: an imperative for systemic change. **Commonhealth (Philadelphia, Pa.)**, *3*(2), 75.

Minussi, S. G., Moura, A. A., Jardim, M. L. G., & Ravasio, M. H. (2018). Considerações sobre estado da arte, levantamento bibliográfico e pesquisa bibliográfica: relações e limites. **Revista Gestão Universitária**, *9*(2), Brasil.

Noronha, M., da Silva, R. C., & Celani, G. (2023). Placemaking in the Design of Knowledge-Based Urban Developments: Extending CIM Capabilities in the Planning Phase. **Joelho-Journal of Architectural Culture**, (14), 91-112, Portugal, Coimbra.

Smith, M. C. (2018). Revisiting implementation theory: An interdisciplinary comparison between urban planning and healthcare implementation research. **Environment and Planning C: Politics and Space**, 36(5), 877-896.

Sperandio, A.M.G., Bloes, R.B., Bernardini, S.P., dos Santos, L.B. (2023). Enhancing Healthy Cities Through Urban Planning and Human Resilience. In: Cheshmehzangi, A., Sedrez, M., Zhao, H., Li, T., Heath, T., Dawodu, A. (eds) **Resilience vs Pandemics. Urban Sustainability.** Springer, Singapore.

ANÁLISE DO PERCENTUAL DE PERMEABILIDADE DO SOLO EM ESPAÇOS INTRALOTES DE CENÁRIOS HIPOTÉTICOS, ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL, PARA A CIDADE DE MACEIÓ-AL

M. R. C. Cavalcante

RESUMO

O Código de Urbanismo e Edificações de Maceió em vigor define que os lotes ou terrenos com área total inferior ou igual a 1.200m² estão isentos da taxa de permeabilidade (Maceió, 2007), permitindo a impermeabilização de parte considerável do solo da cidade. Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi estabelecer a relação entre o percentual de permeabilidade do solo e o microclima em espaços intralotes de cenários hipotéticos, na cidade de Maceió-AL. As etapas metodológicas adotadas foram: definição dos dados para a calibração do programa computacional ENVI-Met®; determinação dos diferentes percentuais de permeabilidade intralotes com vegetação gramínea e a escolha dos cenários hipotéticos para o desenvolvimento das simulações computacionais. Variáveis estudadas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante, temperatura da superfície e umidade do solo. Os resultados das simulações mostraram que a taxa de permeabilidade mínima adotada deveria ser de 20% para lotes com até 1.200m².

1 INTRODUÇÃO

O uso excessivo de materiais impermeáveis pode trazer inúmeras alterações no contexto urbano quanto à absorção de água pelo solo e à qualidade térmica dos espaços externos, tendo como principais consequências os alagamentos, erosões, diminuição da vazão dos mananciais, ampliação das cargas térmicas das edificações, incremento no consumo energético, aparecimento de ilhas de calor urbano, entre outras questões. Parte desses impactos é causado pelo aumento do escoamento superficial pluvial nas áreas impermeabilizadas, que diminuem a disponibilidade de água para evaporação e aceleram a transformação da radiação solar em calor, elevando a temperatura da superfície e do seu entorno imediato (Araújo *et al*., 2000; Nunes e Rosa, 2020). Dessa forma, contribuem para o aquecimento do ar na camada intraurbana.

No Brasil, o controle do uso e da ocupação do solo é discutido e definido por instrumentos do planejamento urbano que determinam as áreas de adensamento de edificações e verticalização, de preservação ambiental e de concentração industrial; o calçamento de ruas e avenidas; o percentual de áreas permeáveis; a intensidade de circulação de veículos; entre outros, dando forma à cidade. O código de urbanismo e edificações das cidades é um desses instrumentos.

Algumas leis deliberam parâmetros sobre o uso e ocupação do solo que intervêm diretamente no percentual de área destinada à utilização de revestimentos permeáveis, prevendo o controle da impermeabilização excessiva do solo urbano. O principal parâmetro que define esse percentual é a taxa de permeabilidade, cujos valores variam segundo a legislação de cada município.

Em Maceió-AL, o Código de Urbanismo e Edificações, em vigor, define que os lotes ou terrenos com área total inferior ou igual a 1.200m² estão isentos da taxa de permeabilidade, deixando a escolha da utilização de revestimento permeável ou não para o proprietário do terreno (Maceió, 2007). Portanto, parte considerável do solo da cidade tem a possibilidade de ser totalmente impermeabilizado, podendo sofrer consequências quanto ao aumento da temperatura do ar no ambiente urbano.

Diante disto, este artigo objetivou estabelecer a relação entre o percentual de permeabilidade do solo e o microclima em espaços intralotes de cenários hipotéticos, na cidade de Maceió-AL. As etapas metodológicas adotadas para o desenvolvimento da pesquisa foram: definição dos dados locais e climáticos para a calibração do programa computacional ENVI-Met®; determinação dos diferentes percentuais de permeabilidade dos espaços intralotes a serem revestidos com vegetação gramínea e a escolha dos cenários hipotéticos para o desenvolvimento das simulações computacionais.

As simulações computacionais dos diferentes cenários possibilitaram a elaboração de uma análise comparativa entre os diferentes percentuais quanto a sua interferência nas variáveis atmosféricas e do solo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento das simulações foi utilizado o programa computacional ENVI-Met®, na versão Estudante (*Student)*. Este é um modelo tridimensional de microclima projetado para simular as interações superfície-planta-ar em ambiente urbano com uma resolução típica de até 0,5m no espaço e de 1 a 5 segundos no tempo.

No programa, o cálculo do desempenho de uma área urbana é baseado nas leis fundamentais da dinâmica de fluidos e da termodinâmica (Bruse e Fleer, 1998), utilizando uma estrutura de quatro módulos que interagem entre si: atmosfera (temperatura, umidade, vapor, campo de velocidade e poluentes); solo (temperatura e umidade no solo, corpos d'água); superfícies (fluxos nas superfícies horizontais e verticais, pavimentos, telhados e paredes dos edifícios); e vegetação (temperatura da folhagem, trocas de calor sensível e latente no nível das copas).

O programa requer a introdução de dados climáticos e de localização, como latitude e longitude, da área de estudo. Esses dados locais foram adquiridos em *sites* especializados, como o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2023).

2.1 Dados para calibração do programa

Para a calibração do Programa ENVI-Met® foram identificadas as seguintes variáveis: temperatura do ar, umidade relativa do ar, nebulosidade, direção e velocidade do vento e insolação, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), para a cidade de Maceió-AL, referentes ao mês de fevereiro.

Os dados inseridos nas simulações foram:

- Cidade: Maceió; Elevação em relação ao nível do mar: 56 m; Tamanho da quadra: 63m x 215m;
- Latitude: 9°36'30" S; Longitude: - 35°44'14" O; Referencial de Longitude: -35;
- Data de início: 06 de fevereiro; Hora de início: 21h; Tempo total de simulação: 72h;
- GMT: -3; Área total da simulação: 113m x 265m; Área modelo: 90 (X Grid), 40 (Y Grid), 20 (Z Grid); Nesting grid: 3; Material de parede: tijolo; Material de piso: terracota;
- Temperatura do ar às 21h: 25,4ºC; Temperatura máxima: 30,4ºC; Temperatura mínima: 22,6ºC; Umidade relativa do ar às 21h: 81,4%; Umidade máxima: 97,7%; Umidade mínima: 61,7%; Umidade específica: 5,3; Nebulosidade (oitavas): 4,8; Velocidade do vento: 5.0m/s; Direção do vento: 135; Radiação Solar: 996W/m²; Fator de ajuste da radiação: 1,1.

O valor da umidade específica do ar a 2.500m de altura foi obtido através do balão atmosférico por sondagem vertical da atmosfera, localizado na estação meteorológica do Aeroporto Internacional de Natal-RN, disponível no *site* da Universidade do Wyoming – Estados Unidos da América (weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html), por ser o equipamento mais próximo à cidade de Maceió.

2.2 Cenários hipotéticos com diferentes percentuais de áreas permeáveis

Para a definição do lote, foi utilizada como referência uma quadra existente em um condomínio na parte alta da cidade. A área é composta por edificações unifamiliares com até dois pavimentos. As imagens de satélite do programa computacional *Google Earth* Pro® (*Google*, 2023) possibilitaram a obtenção das informações sobre o dimensionamento dos lotes e os tipos de revestimento do solo.

A quadra possui 25 lotes circundada por ruas transversais e longitudinais em asfalto e paralelepípedo, respectivamente (Figura 1). No interior dos lotes foram encontrados os revestimentos: cimentício (impermeável), solo nu e gramado (permeável), alguns corpos d`água (piscinas) e vegetação arbórea e arbustiva. Alguns lotes não possuíam edificações.



Fig. 1 Quadra utilizada como referência para as simulações computacionais

Dos lotes identificados, nove lotes possuem área livre permeável entre 0% e 9%; quatro lotes possuem entre 10% e 19%; três lotes possuem entre 20% e 29%; e dois lotes possuem área livre permeável revestida com vegetação acima de 30%, havendo, portanto, predominância de menores percentuais de permeabilidade nos lotes. Os sete lotes restantes são terrenos desocupados, isto é, sem edificação ou muros e com predominância de solo nu ou vegetado.

Foram definidos cinco cenários hipotéticos (Figura 2), representando diferentes percentuais de permeabilidade dos lotes para cada cenário (0%, 10%, 20%, 30% e 40%). Para a definição dos percentuais de permeabilidade, utilizaram-se como referência os dados encontrados na pesquisa sobre as taxas de permeabilidade existentes na legislação urbanística de algumas capitais brasileiras, como Belo Horizonte (1996), Natal (2007) e Recife (1996), vigentes até os dias atuais.

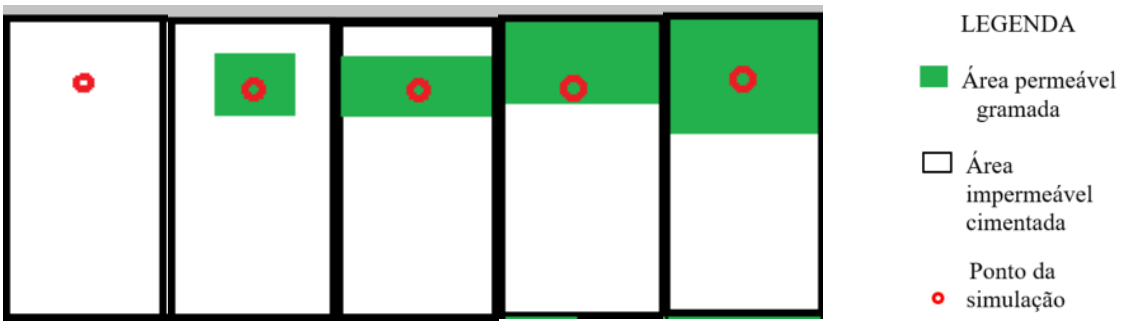


Fig. 2 Cenário hipotético com 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de área permeável

As dimensões dos lotes simulados foram: 25m de largura e 48m de profundidade, totalizando 1.200m². Nas simulações, o ponto de referência para a obtenção dos dados simulados foi localizado em um lote sem edificação para não haver a interferência de sombreamento no ponto estudado, com fator de visão do céu 0,95. As áreas livres permeáveis foram revestidas com vegetação gramínea e as áreas livres impermeáveis com revestimento cimentício. As quadras simuladas estão indicadas na Figura 3.

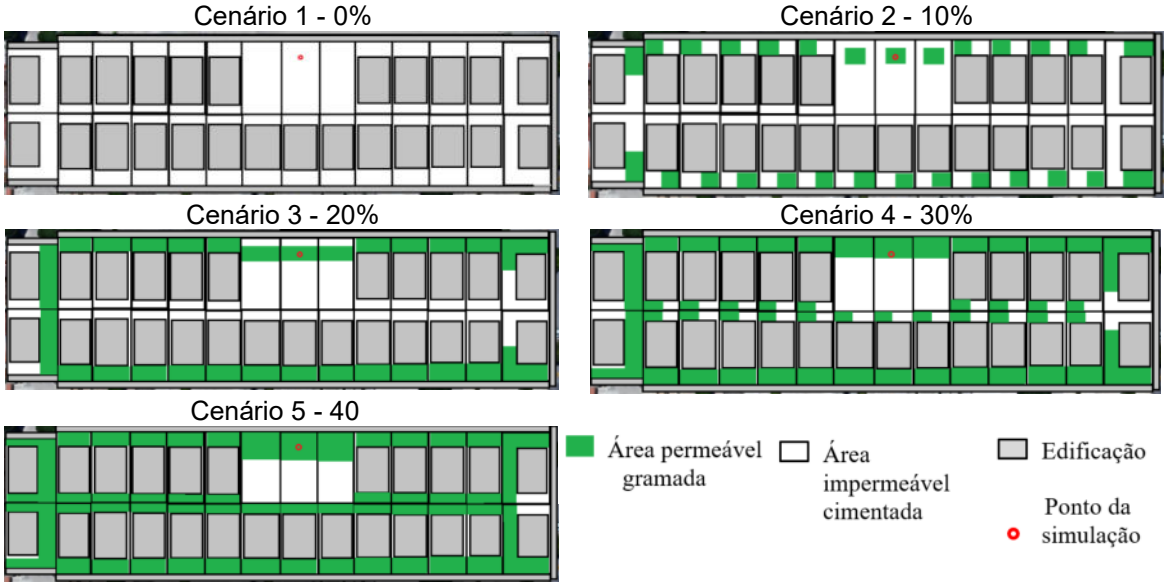


Fig. 3 Quadras simuladas (0%, 10%, 20%, 30% e 40% de área permeável)

Foram simuladas 72 horas para cada cenário hipotético, no total de 360 horas. Para as análises, os dados referentes às primeiras 27 horas foram descartados, levando em consideração o tempo para estabilização do sistema. O horário inicial das simulações foi às 21h devido à característica de atmosfera estável.

3 ANÁLISE DAS TAXAS DE PERMEABILIDADE

As variáveis do solo observadas nas simulações foram: temperatura da superfície e umidade do solo. As variáveis atmosféricas analisadas foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura radiante. Os dados referentes às temperaturas das superfícies do solo para os cinco cenários estão indicados no gráfico da Figura 4.

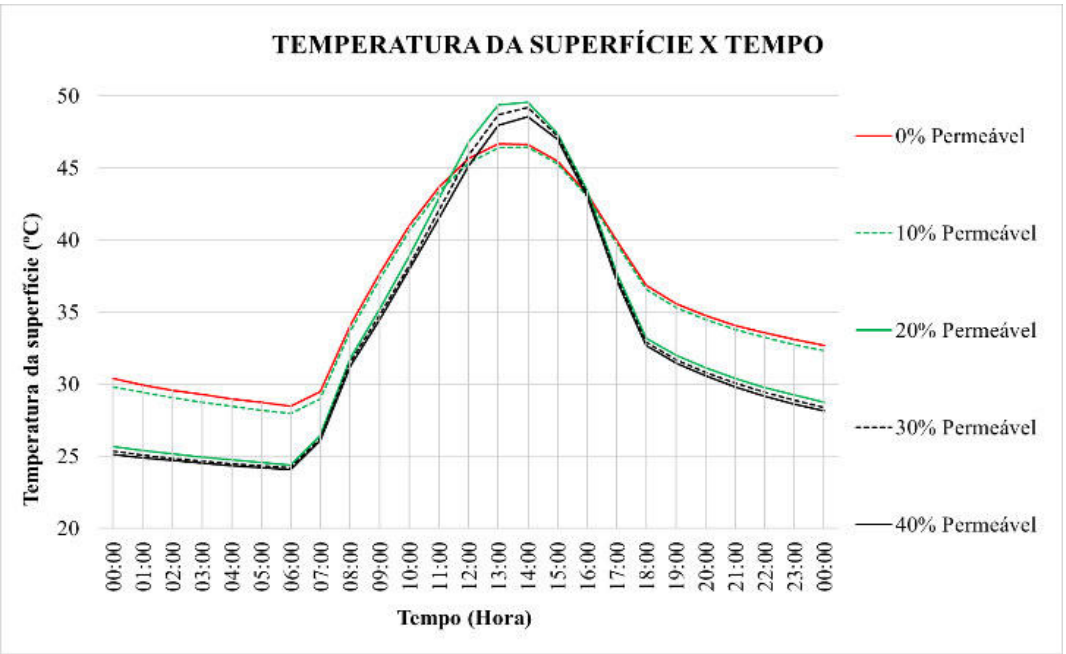


Fig. 4 Gráfico da temperatura da superfície (ºC) nos cinco cenários simulados ao longo do dia

Ao longo do dia, as temperaturas das superfícies variaram entre 49,5 ºC (cenário 3 – 20%, às 14h) e 24,1 ºC (cenário 5 – 40%, às 06 h), com uma diferença de 25,4 ºC entre estes pontos. Às 06 h da manhã foi encontrada uma diferença de 4,4 ºC entre os pontos localizados nos cenários 5 (24,1 ºC) e o cenário 1 (28,5 ºC).

Ao longo do dia, os cenários 1 (0% permeável) e 2 (10% permeável) tiveram valores de temperatura da superfície mais elevados, exceto no horário das 12 h às 16 h. Nesse horário as áreas mais vegetadas (40%, 30% e 20%) apresentam maiores valores da temperatura da superfície devido ao aquecimento das folhas.

Os dados referentes às umidades do solo para os cinco cenários estão indicados no gráfico da Figura 5.

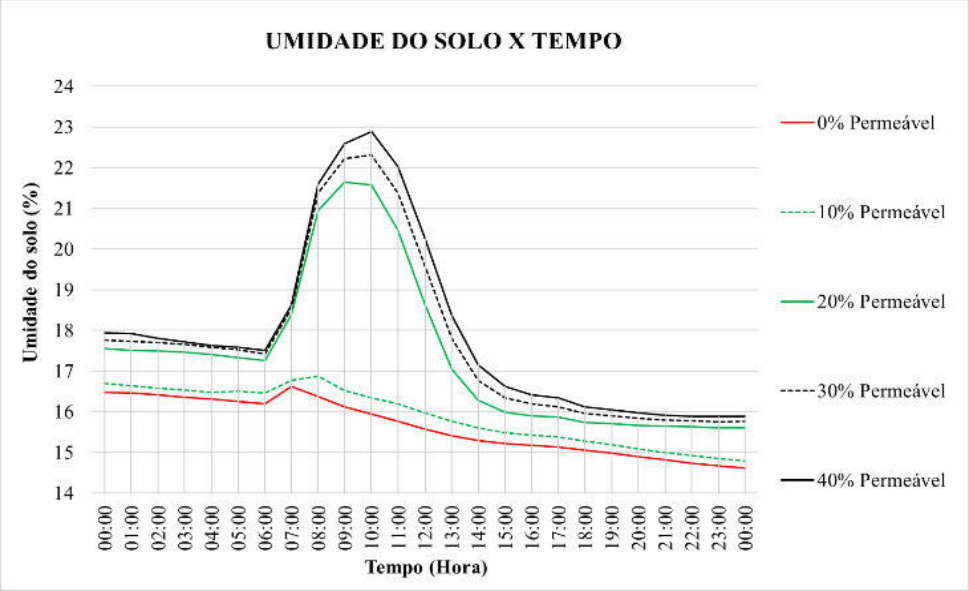


Fig. 5 Gráfico da umidade do solo nos cinco cenários simulados ao longo do dia

As umidades dos solos variaram entre 22,9% (cenário 5 – 40% permeável, às 10 h) e 14,6% (cenário 1 – 0% permeável, à meia noite), com uma diferença máxima de 8,3%. Quanto menor o percentual de área permeável no cenário (0% permeável e 10% permeável) mais baixos foram os valores encontrados referentes à umidade do solo, principalmente nos horários entre 06 h e 14 h. Os lotes com 20%, 30% e 40% de área permeável apresentaram um aumento na umidade do solo das 06 h às 10 h e uma redução da mesma entre 10 h e 14h. Após o aquecimento da superfície nas primeiras horas de incidência da radiação solar, parte do calor acumulado na superfície vegetal é evaporado com o aproveitamento da água existente no solo e no interior das plantas, reduzindo, assim, a umidade do solo (Stewart e Oke, 2012). O gráfico da Figura 6 mostra os valores de temperatura do ar ao longo do dia nos cinco cenários hipotéticos.

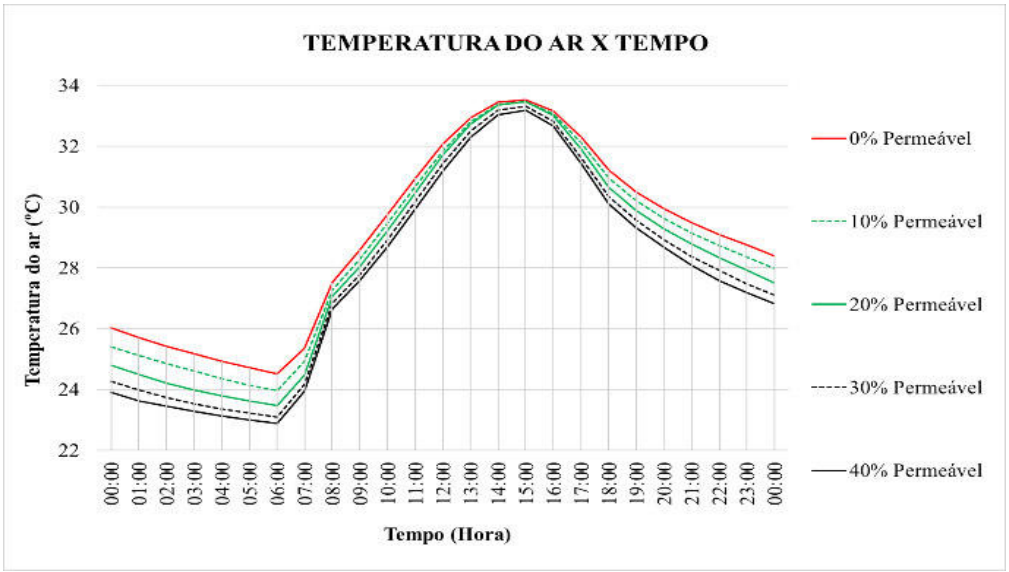


Fig. 6 Temperatura do ar nos cinco cenários simulados, obtida a 1,5m de altura do solo

Nos cinco cenários, às 15 h, foram registrados os maiores valores de temperatura do ar e às 6 h, os menores. Ao longo do dia, os menores valores da temperatura do ar aconteceram no cenário 5 com 40% de área permeável (gramado) e os maiores foram registrados no cenário 1 com 0% de área permeável (cimentado). A maior amplitude térmica encontrada foi de 10,3 ºC, no cenário 5 – 40% permeável (gramado), que apresentou a temperatura máxima do ar de 33,2 ºC e a mínima de 22,9 ºC.

O gráfico da Figura 7 apresenta a diferença entre as áreas com percentual de permeabilidade 0% e os demais percentuais estudados. O gráfico da Figura 8 mostra os valores da umidade relativa do ar (URA) ao longo do dia nos cinco cenários hipotéticos.

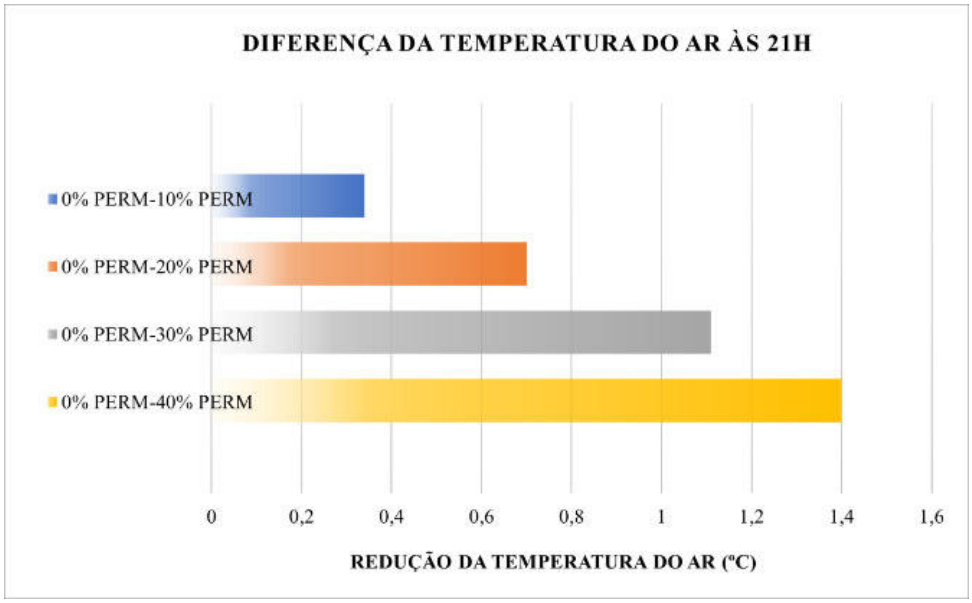


Fig. 7 Diferença da temperatura do ar (ºC) entre os cenários simulados às 21h

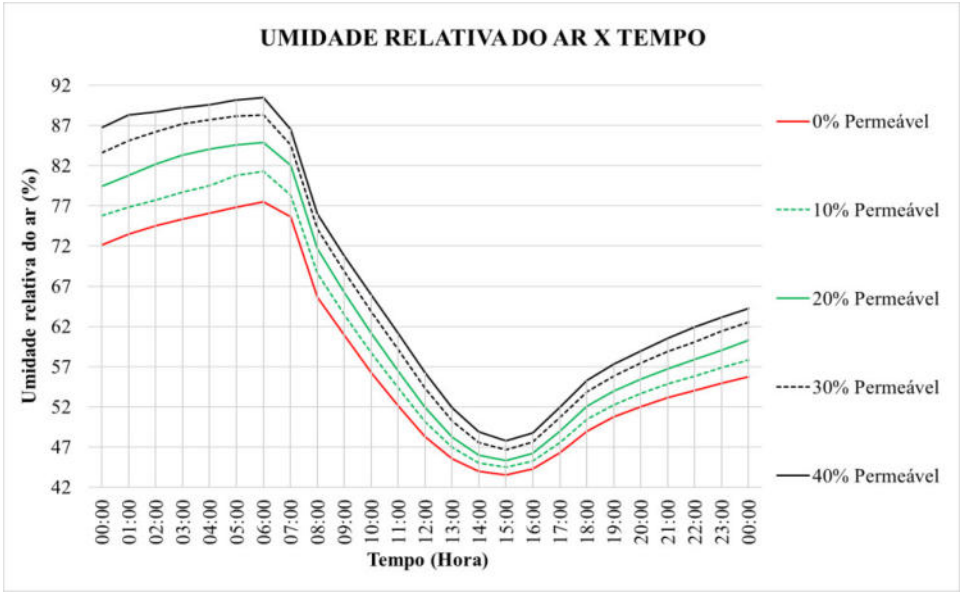


Fig. 8 URA (%) nos cinco cenários simulados, obtida a 1,5m de altura do solo

No período diurno, principalmente às 15h, os valores das temperaturas do ar dos cenários apresentaram pequena variação entre eles (máximo de 0,3ºC); entretanto, no período noturno, essa variação foi evidenciada com uma diferença de 1,4ºC às 21h, entre os cenários 5 (29,5ºC) e 1 (28,1ºC). A redução da temperatura do ar no período noturno pode contribuir para que não haja formação de ilha de calor urbano, além de favorecer ao conforto térmico humano.

A umidade relativa do ar apresentou os menores valores no período diurno e os maiores no período noturno. No período diurno, devido à influência da radiação solar incidente, as temperaturas das superfícies aumentam, contribuindo para o aumento da temperatura do ar através das trocas térmicas e a redução da umidade relativa do ar. No período noturno, sem a interferência da radiação solar, a umidade relativa do ar volta a subir. O maior valor de umidade relativa do ar encontrado foi 90,5% no cenário 40% permeável (gramado), no horário das 6h, e o menor valor obtido foi de 43,6% no cenário 0% permeável (cimentado), no horário das 15h, apresentando uma diferença de 46,9%.

O aumento do percentual da área revestida com vegetação gramínea nos cenários estudados acarretou o aumento da umidade relativa do ar nos mesmos, principalmente às 6h da manhã, face a evapotranspiração presente neste tipo de revestimento.

O gráfico da Figura 9 demonstra a diferença da umidade relativa do ar (URA) entre as áreas com percentual de permeabilidade 0% e os demais percentuais estudados.

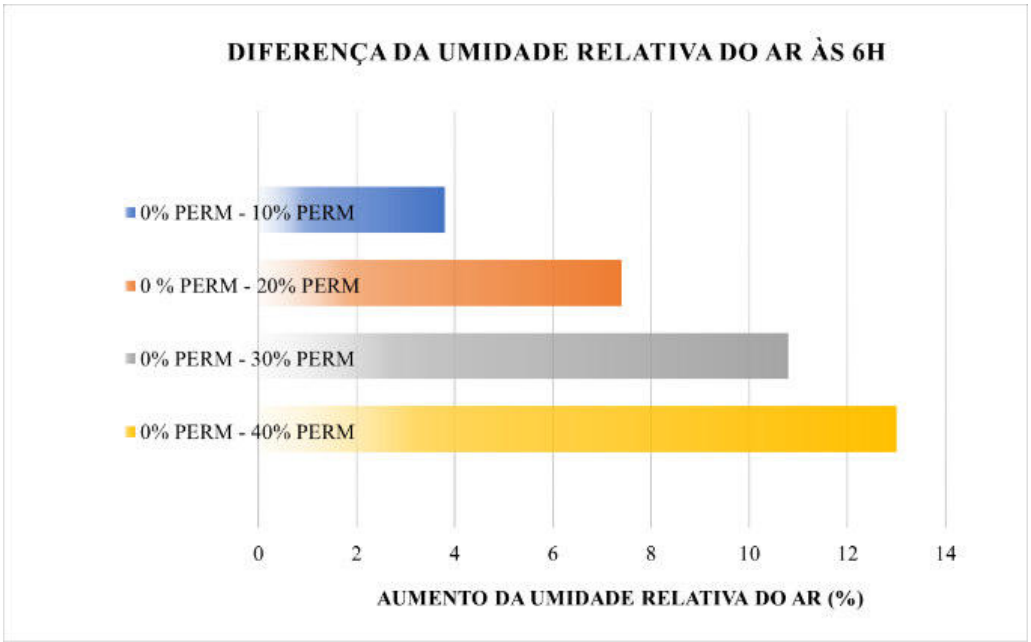


Fig. 9 Diferença da umidade relativa do ar (%) entre os cenários simulados às 6h

Às 6h foi observada uma diferença de 13% entre os cenários 40% permeável (90,5%) e 0% permeável (77,5%). A partir das 6h, os valores da umidade relativa do ar foram diminuindo, voltando a subir a partir das 15h. A umidade do ar interfere na amplitude térmica em uma relação inversa, isto é, quanto maior for a umidade do ar, menor será a amplitude térmica devido ao calor específico da água que conserva as temperaturas por mais tempo.

Os valores da temperatura radiante média (TRM) para os cinco cenários hipotéticos estudados variaram segundo a Figura 10.

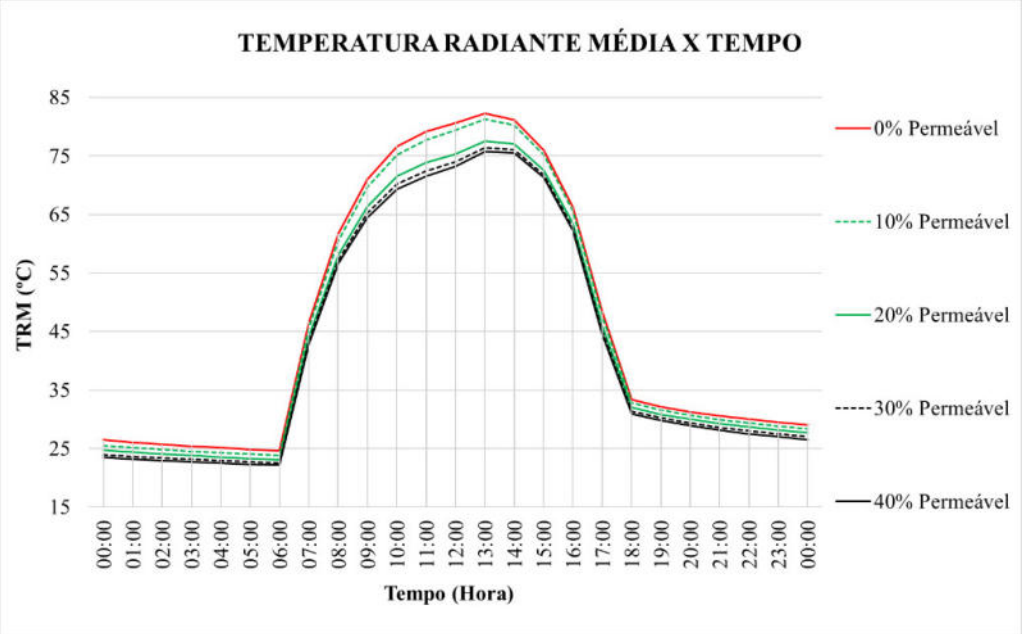


Fig. 10 TRM (ºC) nos cinco cenários hipotéticos simulados, obtida a 1,5m de altura do solo

Os maiores valores das temperaturas radiante média foram encontrados no horário das 13h em todos os cenários e os menores no horário das 6h. O maior valor de TRM observado foi 82,3ºC no ponto localizado no cenário 1 (0% permeável), às 13h e o menor foi de 22,1ºC no cenário 5 (40% permeável), às 6h.

Foi verificado, que no período de maior exposição da superfície à radiação solar, principalmente entre 8h e 16h, os valores da TRM nos cenários 1 e 2 (0% permeável e 10% permeável, respectivamente) estavam próximos, distanciando-se dos valores encontrados nos cenários acima de 20% de área permeável. A maior diferença encontrada foi de 7,7ºC, às 11h, entre o cenário 5 (40% permeável) com 71,5ºC e o cenário 1 (0% permeável) com 79,2ºC.

Neste contexto, os cenários com menor ou nenhum percentual de área gramada (0% permeável e 10% permeável) apresentaram resultados das variáveis atmosféricas e do solo que contribuem para o incremento da temperatura do ar, como, por exemplo, os valores elevados das temperaturas radiante média, no período diurno, e das temperaturas da superfície, principalmente à noite, além da baixa umidade da superfície, podendo facilitar a formação de ilhas de calor e contribuir para o desconforto térmico humano ao longo do dia.

4 SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

As simulações computacionais dos diferentes cenários hipotéticos mostraram que os lotes com maior percentual de área permeável revestida com vegetação gramínea possuem menores valores de temperatura do ar ao longo do dia. Nessas áreas, os valores elevados da umidade relativa do ar e os valores reduzidos da temperatura radiante média favoreceram ao resultado da temperatura do ar com valores mais baixos. A umidade contribui para a

conservação da temperatura por mais tempo devido ao calor específico da água. O aproveitamento da radiação solar incidente na vegetação para suas funções vitais reduz a temperatura radiante média na superfície, possibilitando menor troca de calor com o ar. Além disso, a interceptação da radiação solar pela vegetação gramínea reduz o impacto gerado pela radiação no solo adjacente à vegetação.

Foi constatado que o aumento do percentual de área permeável do solo intralote colaborou com a redução da temperatura do ar no período noturno. As simulações nos cenários hipotéticos, mostraram uma diferença de 1,4ºC da temperatura do ar às 21h entre o cenário 1 - 0% de área permeável (cimentado), com temperatura do ar igual a 29,5ºC, e o cenário 5 - 40% de área permeável (gramado) com temperatura do ar igual a 28,1ºC. A elevação das temperaturas do ar e da superfície de áreas impermeáveis no período noturno, associadas a outros fatores, como a redução da velocidade do vento em áreas adensadas são suscetíveis à formação de ilhas de calor urbanas (Vysoudil, 2015). A utilização de novas tecnologias que visam aumentar o albedo das cidades pode trazer resultados promissores para mitigação deste fenômeno (Santamouris, 2014). Entretanto, a reflexão da radiação solar para outras superficies pode gerar consequência, como ofuscamento para os transeuntes no meio urbano e o incremento da temperatura do ar interno das edificações devido ao aumento da carga térmica do edifício. Portanto, o uso da vegetação na superfície do solo, além de reduzir a perda de calor por condução e radiação (menor valor da temperatura radiante média), reduz a reflexão da radiação solar (baixo albedo) para outras superfícies próximas. Com isso, a vegetação pode contribuir para o controle do calor urbano intralote, proporcionando melhores condições termo-ambientais nesses espaços.

A isenção da taxa de permeabilidade para qualquer tamanho de lote pode contribuir para o aumento da impermeabilização do solo urbano, gerando uma redução na umidade do solo e um aumento das temperaturas do solo e radiante média, que irão influenciar no valor da temperatura do ar nessas áreas. Para o planejamento urbano, além do percentual de solo permeável, definido pela taxa de permeabilidade, outros parâmetros da ocupação do solo urbano devem ser igualmente verificados e estar contemplados nas normas em vigência, como os recuos e a taxa de ocupação do lote.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que a taxa de permeabilidade é um importante instrumento de controle da impermeabilização urbana, buscou-se averiguar o comportamento das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante média, temperatura da superfície e umidade do solo em áreas com diferentes percentuais de permeabilidade intralotes, através de simulação computacional com a utilização do programa ENVI-Met®. Foi utilizada como revestimento permeável a vegetação gramínea.

Os resultados das simulações computacionais mostraram que o percentual de área revestida com solo permeável pode interferir na temperatura do ar de um determinado local, visto que o aumento desse percentual apresentou uma redução nos valores dessa variável nos pontos estudados. Portanto, torna-se relevante a determinação de uma taxa de permeabilidade mínima para qualquer tamanho de lote.

Sabe-se que a existência de áreas vegetadas atua de forma direta e positiva no microclima local. Entretanto, outros fatores devem ser considerados no interior dos lotes, como os

materiais que compõem o entorno edificado; os tipos de revestimentos empregados no solo de áreas próximas, entre outras variáveis.

Os resultados das simulações mostraram que os lotes com 0% e 10% de área permeável apresentaram os maiores valores de temperatura radiante média e temperatura de superfície e baixa umidade do solo, em comparação com os demais pontos simulados ao longo do dia. Nos lotes simulados com a taxa de permeabilidade de 20%, em comparação aos lotes com 10% de área permeável, foram encontradas as maiores diferenças entre os valores das variáveis climáticas estudadas, sendo, portanto, sugerida como taxa de permeabilidade mínima para lotes com até 1.200m². No Código de Urbanismo e Edificações de Maceió-AL, o maior percentual da taxa de permeabilidade encontrado foi de 15% para lotes com área superior a 2.400m² (Maceió, 2007), o que mostra a ineficiência da taxa de permeabilidade atual e a necessidade de revisão desse parâmetro urbanístico.

É importante salientar que o estudo desenvolvido nesta pesquisa utilizou exclusivamente as simulações em cenário hipotético, não considerando estudos urbanos reais ou estimativa de desvio, podendo fomentar o surgimento de novas pesquisas na área.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Alagoas (Ifal), Campus Maceió. À Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Ao Grupo de Estudo da Atmosfera Climática Urbana (Gatu) da FAU/Ufal.

7 REFERÊNCIAS

Araújo, P. R., Tucci, C. E. M. e Goldenfum, J. A. (2000) Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. **RBRH – Revista Brasileira dos Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, 21-29.

Belo Horizonte.(1996) Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Lei Nº 7.166, de 27 de agosto de 1996.Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo - LPOUS**. Belo Horizonte, Minas Gerais.

Bruse, M. e Fleer, H. (1998) Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. **Environment Modelling & Software**, Bochum, v. 13, n. 3, 373-384.

ENVI_Met. GmbH. (2024) **Software de modelagem 3D líder para resfriamento urbano e planejamento adaptativo ao clima.** [traduzido para o português]. Essen, Alemanha. Disponível em: https://envi-met.com/

Google.(2023) ***Google Earth*** **PRO**®, (Versão 7.1.8.3036).

Inmet. (2023) Instituto Nacional de Meteotologia do Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados Meteorolígicos**. Brasília, Distrito Federal.

Maceió. (2007) Prefeitura Municipal de Maceió. Secretaria de Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente. Lei Municipal Nº 5.593, de 8 de fevereiro de 2007. **Código de**

urbanismo e edificações do município de Maceió. Maceió, Alagoas. Disponível em: https://www.semurb.maceio.al.gov.br/servicos/codigo_edificacoes. Disponível: jun 2024.

Natal. (2007) Prefeitura Municipal. **Lei Complementar Nº 082, de 21 de junho de 2007**. Dispõe sobre o Plano diretor de Natal e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Natal. Natal, Rio Grande do Norte.

Nunes, Elizon Dias; Rosa, Lucas Espíndola. (2020) Compactação e impermeabilização do solo e implicações nos canais fluviais urbanos. **Mercator**, v.19, e19023. Fortaleza, Seará. ISSN:1984-2201.

Recife. (1996) Prefeitura da Cidade do Recife. **Lei Nº16.176/96**. Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife. Recife, Pernambuco.

Santamouris, M. (2014) Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. **Solar Energy**, n. 103, 682-703.

Stewart, I. D.; Oke, T. R. (2012) Local climate zones for urban temperature studies. **American Meteorological Society**,1.979-1.900.

Vysoudil, M. (2015) Urban space and climate: Introduction to the Special Issue. **Moravian Geographical Reports**, v. 23, 2-7.

AMOR POR SÃO MIGUEL: ANÁLISE DAS AÇÕES DE URBANISMO TÁTICO EM UMA CIDADE INTERIORANA DA AMAZÔNIA

F. R. C. Gomes, H. L. Z. Tourinho

RESUMO

Localizada a 148 km de Belém, capital do Estado do Pará, São Miguel do Guamá é uma pequena cidade na Região Amazônica. Após a década de 1960, foi impactada por políticas nacionais de integração territorial, tornando-se polo industrial e atraindo imigrantes de outras regiões do país. Desde 2021, o Governo Municipal, mediante projeto denominado "Amor por São Miguel", está desenvolvendo ações de Urbanismo Tático na periferia urbana, com a participação popular ativa. O presente artigo, fruto de pesquisa participante, descreve e analisa o desenvolvimento das quatro fases de implementação de ações de urbanismo tático voltadas à criação de espaços de convivência e de lazer, descentralizados e periféricos, na cidade. Após breve revisão da literatura referente ao urbanismo tático e depois da apresentação do processo urbano de São Miguel, expõe-se criticamente a trajetória do Projeto "Amor por São Miguel", destacando os problemas enfrentados durante a sua implementação e seus resultados.

Palavras-chave: Urbanismo Tático, Projeto Social, "Amor por São Miguel".

1 INTRODUÇÃO

A cidade, enquanto lugar de encontro, tem disponibilizado, cada vez menos, áreas aprazíveis de convivência urbana. Conforme Gehl (2018, p. 43), "o influxo de veículos levou a conflitos quanto ao uso do espaço público". Porém, segundo esse autor, "não foi somente o aumento no número de carros que se tornou um desafio para a vida na cidade. No mesmo período, a densidade urbana diminuiu, porque havia menos pessoas por unidade domiciliar e as pessoas tinham mais espaço individual. Isso também era um desafio para a criação de cidades animadas e habitáveis." (p. 43).

O Urbanismo Tático (UT) surge como forma de desenvolver projetos na microescala da cidade, visto que "muitos espaços públicos urbanos hoje carecem de escala humana e sensibilidade" (Monteiro, 2019, p. 15). A partir do envolvimento da população na produção do espaço, o UT procura solucionar problemas projetuais de maneira pontual, com baixo custo de construção e manutenção. Ademais,

"Os projetos sob a bandeira do urbanismo tático oferecem a possibilidade de evoluir de forma fluida em relação a mudanças mais amplas nas esferas políticas e econômicas e nos processos institucionais. Esta maleabilidade e abertura são apontadas como as principais qualidades das intervenções táticas, em contraste com os planos estatais muito abrangentes,

formais e os esquemas rígidos que caracterizavam as intervenções urbanas modernistas." (Monteiro, 2019, p. 15).

Um exemplo de ação do UT é a implantação *parklets*, que, basicamente, consiste na transmutação de uma ou duas vagas de estacionamento de veículos automotores em espaço público de convivência. Apesar de ter o potencial de criar áreas de convívio social e democrático para a comunidade e/ou vizinhança em que está inserido, nem sempre isso ocorre nos *parklets* instalados. No Brasil, por exemplo, não raras vezes, esses espaços são usados quase que exclusivamente pelos consumidores de estabelecimentos comerciais a ele adjacentes[1].

Muitos outros tipos de intervenções táticas podem ser realizados para melhorar o uso do espaço público, da mobilidade e da acessibilidade urbana, promovendo a participação e o bem-estar da comunidade. Este artigo busca apresentar as ações de urbanismo tático que foram colocadas em prática na cidade de São Miguel do Guamá, localizada no nordeste do Estado do Pará no Brasil. Diante disso, pergunta-se: Quais os resultados das ações empreendidas? Que fatores contribuíram para que as ações de urbanismo tático realizadas em São Miguel do Guamá chegassem à fase perene?

O presente artigo é fruto de pesquisa participante e se insere em estudo mais amplo que busca analisar os limites e as possibilidades das ações do urbanismo tático para a criação de espaços de convivência e de lazer, descentralizados e periféricos, para a melhoria de espaços públicos em cidades de pequeno porte da Amazônia.

Após breve revisão da literatura referente ao urbanismo tático e depois da apresentação do processo urbano de São Miguel, expõe-se a trajetória do Projeto "Amor por São Miguel", destacando os problemas enfrentados durante a sua implementação e seus resultados. Por fim, analisa-se a contribuição do projeto para a ampliação do direito à cidade, este entendido tanto em termos de garantia de acesso a espaços públicos como em relação ao direito de os cidadãos participarem e deliberarem nas distintas fases do processo (Lefebvre 2001; Harvey, 2008).

2 O URBANISMO TÁTICO NA TRANSFORMAÇÃO DE ESPAÇOS PÚBLICOS

O Urbanismo Tático (UT) é tema relativamente recente nas discussões sobre planejamento urbano. Sua origem é atribuída ao urbanista e planejador Mike Lydon, que administra uma instituição de planejamento urbano e ativismo chamada *Streets Plan Collective*, baseada na cidade de Nova York. Para Lydon e Garcia (2015, p. 2), "*translated to cities, Tactical Urbanism is an approach to neighborhood building and activation using short-term, low-cost, and scalable interventions and policies*".

O objetivo principal do Urbanismo Tático é oferecer flexibilidade frente ao dinamismo dos espaços públicos de pequena escala, ao propor e implantar lugares resilientes às mudanças espaciais, contando com a participação popular em suas ações. Em termos gerais, busca ajustar pequenos espaços urbanos aos modos de vida e às necessidades da população usuária,

[1] Para Dias e Albuquerque (2019), por exemplo, o *parklet* pode ser considerado "uma releitura contemporânea do antigo costume de colocar cadeiras na calçada e prometem estimular a interação social" (p. 366). Não obstante, o "apossamento privado dos espaços públicos por meio de *parklets* pode ser perigosamente forjado em meio à ausência de regramentos e/ou à insuficiência do Poder Público para controlar de maneira eficaz o uso do solo urbano" (p. 370).

testando soluções temporárias até que a intervenção se estabeleça de forma perene (Lydon *"et al"*, 2015).

Uma das bases de criação do Urbanismo Tático é o *design thinking*, que é dinâmico, ou seja, assim como as cidades, nunca está concluso, segue em transformação. Diante disso, estabelece cinco passos para o processo de criação que são utilizados como fases em projetos e ações de UT. Com base nesse princípio, Lydon e Garcia (2015) apresentam cinco conceitos ordenados de forma cíclica, compondo um caminho que sempre deve se renovar.

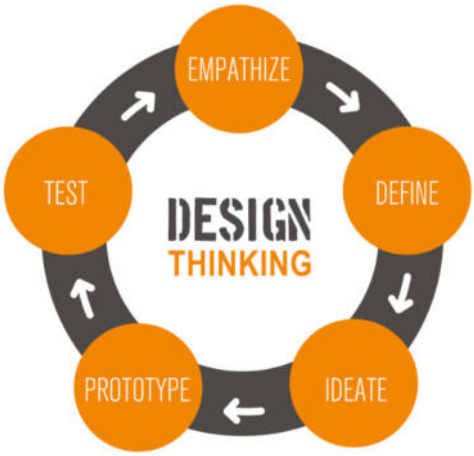


Fig. 1 Ciclo do design thinking.
Fonte: Lydon e Garcia (2015, p. 173).

Nesse sentido, ações de Urbanismo Tático podem ser direcionadas tanto para criar espaços urbanos quanto para reformá-los. Assim como no *design thinking*, o UT prevê cinco etapas de projeto. A primeira, chamada de empática, consiste no momento de reconhecimento do grupo social que será contemplado pelo projeto, o que requer pesquisa voltada para identificar o perfil da comunidade e suas necessidades, bem como os benefícios potenciais que a intervenção urbana pode promover aos usuários. A segunda etapa corresponde à definição do local para realização da ação, em geral, espaços vazios ou subutilizados devidamente cedidos pelos seus responsáveis, sejam entes públicos ou particulares. A partir do estudo feito no local e do levantamento sobre as práticas cotidianas da população, inicia-se a terceira etapa que é referente à idealização do projeto. Neste momento, os resultados de uma série de pesquisas sobre referências projetuais pré-selecionadas como possibilidades para agregar ao espaço urbano a ser trabalhado são discutidos com os diferentes segmentos da população envolvidos no projeto. A quarta etapa é a de montagem do protótipo, que deve ser rápida, de baixo custo e vinculada às necessidades detectadas na primeira fase do processo. Por fim, a quinta fase – a do teste – é destinada a analisar o desempenho das soluções adotadas, avaliando se a ação agregou aspectos positivos do ponto de vista dos seus beneficiários para, com base nesse *feedback*, difundir ou estabelecer nova alternativa para melhoria do espaço público. (Lydon *"et al"*, 2015).

Segundo Monteiro (2019), a prática do urbanismo tático permite que, de forma voluntária, a comunidade – junto a parcerias de associações, iniciativas privadas e, até mesmo, do Poder Público Municipal – realize intervenções explorando suas capacidades para a criação de espaços urbanos qualificados. Para esse autor, tais ações, se acumuladas, podem passar a integrar a política urbana mais ampla, deixando de ser táticas para se tornar parte da estratégia da cidade.

É indubitável que a criação/reformulação de espaços públicos a partir de ações de Urbanismo Tático traz novas formas de intervir na pequena escala da cidade. A partir da participação da população, evidencia-se como pequenos orçamentos e espaços diminutos podem transformar o cotidiano urbano e o espaço de vivência de muitas pessoas. Assim, segundo Melo (2022, p. 28), "diante dessa nova perspectiva urbana em formação, diversos profissionais, sobretudo da área de arquitetura e urbanismo, têm se organizado e explorado esse método de intervenção, formando grupos que, hoje, costumam ser chamados de coletivos urbanos".

Para Gehl (2018), no campo dos estudos urbanos, por muito tempo, foi difundida a ideia de que os planejadores, arquitetos e urbanistas seriam os profissionais mais qualificados para propor as soluções para os problemas urbanos. Porém, como alerta o arquiteto dinamarquês, é preciso pensar o espaço urbano voltado para as pessoas, ou seja, de modo mais democrático e participativo, sobretudo face às novas formas de organização social, à tendência ao individualismo e à privatização dos espaços públicos.

É praticamente consenso que é necessário superar as formas de planejamento urbano de cunho meramente tecnocrático. Os agentes que produzem, consomem e se apropriam dos espaços urbanos precisam ser integrados às diversas etapas do processo de planejamento e na resolução dos conflitos (Souza, 2005; Gehl, 2018).

É nesse contexto que o UT emerge como possibilidade de experimentação de novas alternativas e métodos para transformar espaços públicos. Quando bem trabalhado, proporciona o diálogo entre vários segmentos da população e poder público, a exemplo, o que ocorreu na intervenção *Intersection Repair,* realizada na cidade de Portland, Oregon, onde a pintura de um cruzamento permitiu reduzir a velocidade de veículos motorizados, melhorar o tráfego e criar espaço de convívio para a população. Assim, é "discutível o argumento que questiona as intenções do Urbanismo Tático alegando uma exclusão do poder público ou "conivência" perante a não execução de suas funções." (Melo, 2022, p. 30).

3 O CASO DE SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

A cidade de São Miguel do Guamá está situada no Nordeste do Estado do Pará no Brasil às margens do Rio Guamá. Dista 148 km de Belém, uma das principais metrópoles da Amazônia. (Figura 2). De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022, a população residente do município é de 52.894 pessoas, o que coloca a cidade na categoria de cidade de pequeno porte populacional.

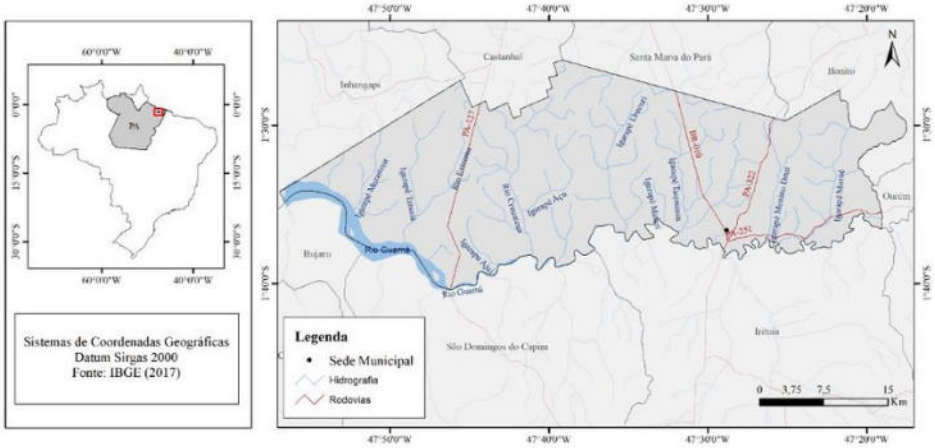


Fig. 2 Município de São Miguel do Guamá.
Fonte: Brabo (2020).

Assim como ocorreu em diversas cidades da Região Amazônica, após a década de 1960, São Miguel do Guamá foi impactada por políticas nacionais de integração territorial, tornando-se polo de produção de telhas e tijolos cerâmicos e de atração de imigrantes de outras regiões do país (Silva *"et al"*, 2022).

Com a abertura e a pavimentação da Rodovia Belém-Brasília atravessando o espaço urbano e proporcionando sua conexão a outros centros e regiões do país, a cidade cresceu de forma desordenada, sem planos e regramentos adequados para o controle do uso e da ocupação do solo (Figura 3). A cidade, que outrora era dependente de uma economia agrícola e ribeirinha, tornou-se industrial. Esse fenômeno desencadeou o processo de ocupação urbana desordenado. O resultado foi, dentre outros, a carência de espaços públicos, sobretudo em áreas periféricas ocupadas por população com maior vulnerabilidade social.

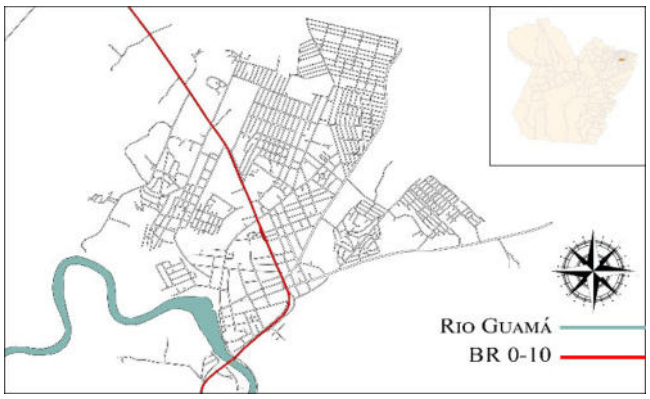


Fig. 3 Zona Urbana de São Miguel do Guamá.
Fonte: Gomes (2024).

Para enfrentar os problemas urbanos, na busca por promover melhorias na qualidade de vida e por ampliar a autoestima dos moradores, desde 2021, o Governo Municipal, mediante projeto denominado "Amor por São Miguel", começou a desenvolver ações de Urbanismo Tático na periferia urbana.

Tal projeto contemplou espaços de ocupação desordenada da cidade onde se encontravam usos inadequados do solo e vazios urbanos "seja porque não possuem nenhuma construção edificada ou porque apresentam edificações num estado de obsolescência e abandono". (Silva, 2020, p. 03).

Vale ressaltar que os investimentos, tanto em infraestrutura urbana quanto em lazer e qualidade de vida, sempre estiveram concentrados na área central da cidade. A apropriação desses espaços por uma elite econômica acabou segregando a maior parte da população, que foi "empurrada" para periferias desprovidas de equipamentos públicos e com dificuldades de mobilidade. Assim, observa-se em São Miguiel do Guamá o processo que já havia sido analisado por Lefebvre (2008, p. 82), segundo o qual o espaço público transforma-se em mercadoria "que nega e destrói a vitalidade da cidade como obra, fazendo-a desaparecer para ceder lugar a uma espécie de 'anticidade'"

É comum a ausência de parques, praças e espaços de lazer em comunidades e assentamentos irregulares. Quando existem, não é raro que tais espaços sejam improvisados, criados, muitas vezes, pela própria população da região. Esse quadro afasta o senso de pertencimento de

comunidades, já que não fazem uso ou não entendem o espaço urbano como seu, por não se identificar com ele.

Essa dissonância remete a importância de agregar aos debates noções referentes ao direito à cidade, aqui entendido como parte dos direitos humanos, no âmbito urbano, de modo que os direitos coletivos se sobreponham aos individuais. Dessa maneira, "o direito à cidade funciona como fio condutor para uma nova proposta de governança e de planejamento urbano" (Dias *"et al"*, 2019, p. 360).

É imprescindível que as pautas governamentais adicionem valor à zona periférica da cidade. Trazer senso de pertencimento e envolver esse público é, de fato, firmar as teorias lefebvrianas no âmbito da discussão do urbanismo tático. Afinal, é "impossível levantar a hipótese de reconstituição da cidade antiga; possível apenas escarar a construção de uma nova cidade, sobre novas bases, numa outra escala, em outras condições numa outra sociedade" (Lefebvre, 2001, p. 106).

A partir dessa concepção, leva-se em consideração as necessidades e a participação das populações periféricas de São Miguel do Guamá em processos decisórios que, em meados de 2021, surge o projeto intitulado "Amor por São Miguel".

4 AÇÕES DO PROJETO "AMOR POR SÃO MIGUEL"

Quadro 1 Processo metodológico da pesquisa.

Etapa	Descrição
Etapa 1	Definição do objeto de estudo, o projeto "Amor por São Miguel".
Etapa 2	As leituras com base dos referenciais teóricos sobre Urbanismo Tático e coleta de dados exploratória referente a participação nas ações.
Etapa 3	A problemática consiste na carência de área de lazer e convivência nas áreas periféricas da cidade.
Etapa 4	Analisar como o modelo implementado em São Miguel do Guamá e suas contribuições para melhoria na qualidade de vida urbana dos beneficiados.
Etapa 5	Destacar o processo de atuação dos voluntários na construção do espaço, desde o reconhecimento do local frente a frente com seus moradores, desde o processo pós entrega e seu *feedback*.
Etapa 6	Conclusão do experimento e análise da sua relevância para o planejamento urbano.

Elaboração: Gomes (2024)

O projeto "Amor por São Miguel" surgiu durante um trabalho de "bloquetagem" – pavimentação de ruas a partir de blocos de concreto – no bairro Padre Ângelo, localizado na periferia da cidade, em 2021. Na ocasião, a equipe responsável pelas obras de infraestrutura observou a existência de irregularidades no traçado das vias, e que, em uma das ruas, havia uma área subutilizada que poderia ser aproveitada para criar um espaço de lazer para a população. A equipe constatou também que, como aquele, existiam, na periferia urbana,

outros espaços subutilizados, ou mesmo pequenos vazios urbanos, os quais, com o planejamento, poderiam ser convertidos em espaços de uso comum para a comunidade.

A falta de espaços públicos de convivência em áreas urbanas periféricas, junto à dificuldade de locomoção de muitas pessoas para chegar até o centro da cidade, tornava as atividades de lazer eventos raros na comunidade, visto que os moradores dessas comunidades residiam longe das praças e equipamentos de lazer, os quais estavam concentrados no centro urbano.

Em síntese, as ações táticas iniciaram, de forma orgânica, quando a equipe de projeto e planejamento urbano municipal percebeu a possibilidade de criar espaços de convivência em áreas da cidade carentes de espaços públicos, mas que ainda dispunham de fragmentos do tecido urbano desocupados ou subutilizados.

Silva (2020, p. 10) afirma que "para se entender o vazio é preciso entender o lugar onde esse se encontra, sua especificidade cultural e sua história". Foi a partir desse pressuposto que se começou o processo de ação tática.

O primeiro passo dos planejadores envolvidos foi mobilizar e levantar as características, as necessidades, as demandas e as expectativas da comunidade onde a intervenção seria realizada e do seu entorno. Esse momento foi considerado muito relevante, pois "muitas intervenções de urbanismo tático não se tornam de longo prazo e finalizam, por várias razões, nas fases efêmera ou temporária". (Fontes *"et al"*, 2021, p. 31).

Criar espaços urbanos que invoquem o senso de pertencimento e a autoestima dos moradores da região, portanto, constituiu fator de suma importância para que a ação se tornasse perene, a fim de que o espaço criado/reformado fosse, de fato, apropriado e zelado pela comunidade.

Com o argumento que era imperioso agregar aos espaços urbanos ocupados pela população mais carente áreas de lazer, a equipe de Arquitetura, Urbanismo e Engenharia da Prefeitura Municipal de São Miguel do Guamá obteve o apoio da Câmara de Vereadores e dos moradores antes mesmo de dispor de plano ou projeto elaborado. A ideia de realizar a intervenção e a definição do que ela consistiria foram construídas no convívio, junto aos moradores, apesar da iniciativa ter partido do Governo Municipal.

Em termos operacionais, a primeira etapa do processo de implementação de ações táticas, ou seja, a fase preparatória, consistiu na realização de reuniões com a comunidade a ser atendida para identificação das suas demandas, das necessidades e das expectativas. A abordagem, inicialmente, se deu de forma orgânica, no período de realização de obras de pavimentação de ruas quando a equipe envolvida procurava conhecer e conversar com os moradores do bairro de forma direta e, assim, ouvir o que a população tinha a dizer.

Baseado nas conversas e vivências com a comunidade, analisando o cotidiano dos moradores, iniciou-se a fase efêmera, fase projetual de curta duração destinada à experimentação dos estudos e propostas.

A carência a ser suprida era a mesma para todos os casos trabalhados – a criação de espaços de lazer em áreas periféricas da cidade – e o processo de *briefing* se deu com os trabalhos de pavimentação que já vinham sendo realizados. A partir das informações obtidas nesse processo e da análise do espaço urbano da região, era estabelecida a área objeto para ação

de urbanismo tático e os técnicos municipais formulavam uma proposta de projeto de intervenção.

A proposta, então, era apresentada para a comunidade em forma de maquete 3D para que os moradores pudessem visualizar como o espaço ficaria, avaliando os benefícios que trariam para a região. Além disso, a proposta era divulgada nas mídias sociais da Prefeitura de São Miguel do Guamá.

Depois dessa fase, as ações de urbanismo colaborativo eram iniciadas. Nestas, os voluntários – que podiam ser tanto moradores da região, quanto de outros locais – se dispunham a ajudar na construção desses espaços e se coletavam doações de materiais necessários para a execução das obras. Por dependerem dessas doações de materiais e de recursos humanos voluntários, algumas ações levaram certo tempo até sua finalização. Por exemplo, a intervenção no bairro Padre Ângelo iniciou em novembro de 2021 e só foi finalizada em maio de 2022.

Assim, o fato de a execução do projeto também contar com a ação conjunta e voluntária dos munícipes na construção de praças em diversas localidades da cidade não implicou celeridade no processo como um todo.

As fases de teste e as instalações permanentes da ação tática foram trabalhadas de forma simultânea, pois a própria comunidade atuava e ajustava, na obra, as soluções dadas pelo projeto e a equipe da Prefeitura estava aberta às sugestões apresentadas e discutidas pela comunidade.

De 2021 até maio de 2024 o projeto "Amor por São Miguel" já desenvolveu seis ações táticas voluntárias para a criação de espaços de lazer para a população em áreas periféricas da cidade e uma realizada na zona rural do município, conforme apresentado no Quadro 1, também localizadas de acordo com a Figura 4.

Quadro 2 Ações táticas realizadas no município de São Miguel do Guamá de 2021 até maio de 2024.

Ação Tática	Localização	Bairro/Comunidade
Pracinha Sargento Palheta	Rua Sargento Palheta	Padre Ângelo
Canteiro Corpo de Bombeiros	Estrada da Fortaleza	Perpétuo Socorro
Pracinha Moacir Neto	Passagem São Francisco	Moacir Neto
Pracinha Igreja São Bento	Rua Luíz Gomes	Patauateua
Pracinha do Apuí	Área rural	Comunidade do Apuí

Elaboração: Gomes (2024).



Fig. 4 Mapa com a localização das ações realizadas na zona urbana de São Miguel do Guamá. Fonte: Gomes (2024).

As Figuras 5 a 9 retratam a transformação promovida por uma dessas ações – o caso da Pracinha Sargento Palheta – desde a identificação do espaço potencial para ser o *lócus* da ação de urbanismo tático (Figura 5), incluindo imagem 3D do projeto elaborado pela equipe técnica da Prefeitura (Figura 6), a etapa de execução da obra (Figura 7) e o resultado (Figura 8 e 9).



Fig. 5 Vazio urbano localizado na Rua Sargento Palheta em São Miguel do Guamá. Fonte: Gomes (2021).



Fig. 6 Imagem 3D da proposta de projeto para “pracinha” no vazio urbano.
Fonte: Gomes (2021).



Fig. 7 Equipe voluntária do projeto “Amor Por São Miguel” reunida, fazendo marcações do projeto no espaço.
Fonte: Gomes (2021).



Fig. 8 Resultado final da área de convivência na rua Sargento Palheta.
Fonte: Gomes (2022).



Fig. 9 Família local reunida fazendo uso da praça.
Fonte: Gomes (2022).

As ações se tornaram perenes e tiveram grande repercussão no município, dada a qualidade do produto entregue e a aceitação pelos munícipes. Atualmente, diversas comunidades urbanas e rurais procuram o Governo Municipal, principal agente do projeto, para apresentar novas áreas de interesse para criação de espaços de lazer em outras localidades.

5 CONCLUSÃO

As ações de urbanismo tático voltadas à criação de espaços de lazer na periferia urbana, promovidas pelo projeto "Amor por São Miguel", além de converterem vazios urbanos em espaços utilizáveis, têm surtido efeito positivo na qualidade de vida da população, pois favoreceram a realização de práticas de sociabilidade ao ar livre e aumentaram a autoestima dos moradores locais.

A experiência de São Miguel do Guamá mostra, portanto, que, mesmo em cidades de pequeno porte e de orçamento limitado, é possível direcionar as ações de urbanismo tático de modo que resultem em intervenções permanentes e que façam sentido à comunidade, desde que haja um real envolvimento da comunidade em todas as fases do processo, em especial, na decisão sobre as soluções a serem tomadas e na execução das obras.

Para isso, é importante que a equipe responsável pela elaboração da ação tática seja empática e capaz de apreender como funciona a vida cotidiana da comunidade, além de saber ouvir os seus anseios e estar aberta para reproduzir, no projeto, os valores e soluções que emanam dos moradores e usuários dos espaços a serem criados.

Dessa maneira, acredita-se que o urbanismo tático pode contribuir para ampliação do direito à cidade, para a criação de espaços que sejam abraçados, cuidados e mantidos limpos e conservados pelas pessoas da vizinhança que se identificam com eles.

É preciso, todavia, que tais ações deixem de ser pontuais e sejam incorporadas como uma política pública permanente, articulada a um projeto mais amplo de estruturação intraurbana que atenda as demandas sociais e seja blindado contra interesses de terceiros que veem no urbanismo tático apenas um caminho para a mercantilização e privatização do uso de espaços públicos.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – PROSUP processo número 88887.895578/2023-00.

6 REFERÊNCIAS

Defesa Civil de São Miguel do Guamá (2021). **Relatório diagnóstico para ações de prevenção.** São Miguel do Guamá.

Dias, D. M. S. e Albuquerque, M. C. B. (2019). **O direito à cidade nos interstícios do espaço público: *parklets* para que e para quem?** Revista de Direito da Cidade, vol. 11. Universidade Federal do Pará, Belém do Pará.

Fontes, A. S., Pina, J. P. e Paiva, L. M. (2021). **Urbanismo tático X: ações para transformar cidades**. Editora UFRJ, Rio de Janeiro.

Gehl, J. e Svarre, B. (2018). **A vida na cidade: como estudar?** Editora Perspectiva, São Paulo. Título original: How to Study Public Life.

Harvey, D. (2008). **O direito à cidade**. Lutas Sociais, São Paulo.

Lefebvre, H. (2001). **O direito à cidade**. Editora Centauro, São Paulo. Título original: Le Droit à la Ville.

Lefebvre, H. (2008). **Espaço e Política**. Editora UFMG, Minas Gerais.

Lydon, M. e Garcia, A. (2015). **Tactical Urbanism: short-term action for long-term change**. Island Press, Washington DC.

Melo, L. G. B. (2022). **URBANISMO TÁTICO NO BRASIL: A Perspectiva dos Coletivos Urbanos**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Monteiro, L. B. de F. (2019). **Urbanismo Tático e o Planejamento Urbano: ações e reações no contexto da cidade contemporânea.** Universidade do Porto, Porto.

Salamoni, G. F. (2008). **O crescimento urbano por extensão e suas repercussões morfológicas em estruturas urbanas: estudo de caso: Santa Maria-RS.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

Silva, U. R. e Costa, F. E. V. (2022). **Gestão e organização territorial em São Miguel do Guamá: transformações socioespaciais, ocorridas a partir da segunda metade do século XX.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo.

Silva, Y. K. G. (2020). **Os vazios urbanos como lugar do possível: uma nova perspectiva de desenvolvimento urbano.** ENANPARQ, Brasília.

Souza, M. L. de (2005). **ABC do desenvolvimento urbano**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

COMPLEXO JÚLIO PRESTES E A INSERÇÃO URBANA NA AMBIÊNCIA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO PAULO (SP): ANÁLISE DO PARÂMETRO DE LOCALIZAÇÃO DA MORADIA ADEQUADA

R. Z. Vieira, T. R. Jesus, R. F. B. Salcedo

RESUMO

A localização é um dos parâmetros da moradia adequada estabelecidos pela ONU (2015), descrevendo que a moradia não é adequada se não houver equipamentos e serviços públicos urbanos no entorno ou se forem localizadas em áreas perigosas. Considerando que as áreas centrais das cidades possuem maiores infraestruturas, o objetivo é analisar se o Complexo Júlio Prestes, pertencente ao Programa Parceria Público-Privada Habitacional, implantado no distrito de Santa Cecília na ambiência do centro histórico de São Paulo, atende ao parâmetro de localização da moradia adequada. Método: utilizou-se raios de abrangência para equipamentos públicos urbanos segundo estudos de Prinz (1986) e Pitts (2004), com base em distâncias peatonais. Resultados: os equipamentos urbanos, culturais e ambientais mostraram-se satisfatórios, exceto para saúde, centros esportivos e praças. Escolas de ensino médio e superior atenderam parcialmente aos requisitos de Prinz (1986). No geral, o Complexo Júlio Prestes atende majoritariamente o parâmetro de localização da moradia adequada.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de moradia adequada surgiu em 1948, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) o instaurou como direito humano universal, mas somente no ano de 2000 este direito ganhou espaço no Brasil, na Emenda Constitucional 26/2000. A definição de moradia adequada pode ser compreendida como:

> Toda a pessoa tem direito a um nível de vida suficiente para lhe assegurar e à sua família a saúde e o bem-estar, principalmente quanto à alimentação, ao vestuário, ao alojamento, à assistência médica e ainda quanto aos serviços sociais necessários, e tem direito à segurança no desemprego, na doença, na invalidez, na viuvez, na velhice ou noutros casos de perda de meios de subsistência por circunstâncias independentes da sua vontade (ONU, 1948, *online*).

No âmbito da moradia adequada há sete parâmetros que asseguram a qualidade habitacional, cujas definições foram descritas pela ONU-Habitat (2015) tais quais:

> Segurança da posse: a moradia não é adequada se os seus ocupantes não têm um grau de segurança de posse que garanta a proteção legal contra despejos forçados, perseguição e outras ameaças.

> Disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura: a moradia não é adequada, se os seus ocupantes não têm água potável, saneamento básico, energia para cozinhar, aquecimento, iluminação, armazenamento de alimentos ou coleta de lixo.
> Economicidade: a moradia não é adequada, se o seu custo ameaça ou compromete o exercício de outros direitos humanos dos ocupantes.
> Habitabilidade: a moradia não é adequada se não garantir a segurança física e estrutural proporcionando um espaço adequado, bem como proteção contra o frio, umidade, calor, chuva, vento, outras ameaças à saúde.
> Acessibilidade: a moradia não é adequada se as necessidades específicas dos grupos desfavorecidos e marginalizados não são levados em conta.
> Localização: a moradia não é adequada se for isolada de oportunidades de emprego, serviços de saúde, escolas, creches e outras instalações sociais ou, se localizados em áreas poluídas ou perigosas.
> Adequação cultural: a moradia não é adequada se não respeitar e levar em conta a expressão da identidade cultural (ONU-Habitat, 2015).

É seguindo os parâmetros de moradia adequada que todas as habitações deveriam ser construídas, incluindo as Habitações de Interesse Social (HIS) que são amplamente discutidas no Brasil e no mundo atualmente. Segundo Maricato (2001, pp.132) "no Brasil, como na grande maioria dos países latino-americanos, a questão da moradia social se identifica com a questão da moradia em geral, pois se refere à maior parte da população".

O Estado de São Paulo concentra a maior economia do Brasil e é o maior investidor em HIS, no entanto, enfrenta diariamente o imenso *déficit* habitacional, procurando formas de solucioná-lo (SEADE, 2018). Sua capital, São Paulo, possui população de 11.429.865 habitantes, segundo dados do Censo Demográfico de 2022 (SEADE, 2022), correspondendo à 25,6% do total da população do estado.

Devido à sua forma desregulada de crescimento urbano, ocasionado principalmente pelo "*boom*" de imigrantes entre os anos de 1886 e 1900 (Bonduki, 1998, pp.17), a cidade de São Paulo enfrentou grande segregação espacial, visto que houve aumento da especulação imobiliária, tornando o solo caro e disputado (Bonduki, 1994, pp.713). Isso gerou "limitação do acesso à moradia pela parcela mais vulnerável da população, configurando expressivos impactos sociais, econômicos e ambientais" (São Paulo, 2021, pp.03).

Uma das formas de diminuir tais impactos sociais foi a implantação de políticas públicas habitacionais voltadas a pessoas de baixa renda, focadas em regiões que "concentram o comércio, serviços e finanças, centralizando o transporte" (Salcedo, 2023, pp.25), como as áreas centrais, visto que "a localização periférica da moradia gera uma demanda exagerada de transporte coletivo em uma única direção: de manhã no sentido das áreas polarizadoras de emprego e, no final da tarde, em direção aos bairros-dormitórios" (Salcedo, 2023, pp.19).

> Os centros históricos representam principalmente o traçado inicial da cidade. Suas estruturas físicas expressam as manifestações sociais, econômicas, tecnológicas, políticas e culturais da sociedade acumuladas ao longo do tempo. Elas abrigam o patrimônio arquitetônico e urbano, sendo ainda testemunhos da história, das artes, da cultura e identidade (Salcedo, 2023, pp.25).

Na década de 80 do século XX, iniciou-se os Movimentos de Moradia no Centro, que reivindicava a utilização de imóveis vazios nas áreas centrais para fins de moradia. Mas o surgimento do primeiro programa habitacional "para a área central, destinado a moradores de cortiço" (Bonduki, 2000, pp.79) foi na gestão de Luiza Erundina (1989-1992), possuindo

duas vertentes: a compra e desapropriação por parte da prefeitura, de terrenos e imóveis para criar habitações de maior porte; e o sistema de autogestão, no qual era concedido financiamento para a compra de cortiços ou imóveis deteriorados a fim de reformá-los. Apesar de ser um programa inovador, ainda enfrentava dificuldades com relação ao tempo de produção em detrimento da alta demanda por moradias.

Ao longo dos anos e das seguintes gestões de escala federal, estadual e municipal houve diversos outros programas habitacionais na cidade de São Paulo, com foco em famílias com renda entre 1 e 10 salários-mínimos, priorizando àquelas com até 3 salários-mínimos. Entre eles estão o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), criado em 2001 na gestão federal de Fernando Henrique Cardoso (1995-2003) e municipal de Marta Suplicy (2001-2004), que "caiu como uma luva em um momento em que intensificou a luta por moradia bem localizada na cidade" (Salcedo, 2023, pp.21). Em 2009 foi criado pelo governo federal de Luiz Inácio Lula da Silva (2007-2010) o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com o intuito de reduzir o *déficit* habitacional propondo incentivos para compra de moradias. Em seguida, no ano de 2011, na gestão estadual de Geraldo Alckmin (2011-2015, 2015-2018), foi implementado o Programa Parceria Público Privada Habitacional (PPP-Habitacional) com foco em prover HIS e Habitação de Mercado Popular (HMP) para famílias entre 1 e 6 salários-mínimos[1] aproximadamente.

O Complexo Júlio Prestes, pertencente à PPP-Habitacional e regulamentado pelo Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014, é um empreendimento criado para impulsionar a moradia no centro de São Paulo, precisamente localizado na Avenida Duque de Caxias, no distrito de Santa Cecília. Além das HIS e HMP, o programa também impulsiona a:

> [...] implantação de infraestrutura, equipamentos sociais, espaços voltados a usos não habitacionais, como comércio e serviços, bem como a prestação de serviços relacionados ao trabalho social de pré e pós-ocupação. Inclui ainda a capacitação para gestão condominial e demais serviços de apoio ao adequado provimento da função moradia, para os condomínios de HIS (São Paulo, s/d, *online*).

A localização do Complexo Júlio Prestes na área central de São Paulo facilita a locomoção dos moradores em seu dia a dia, visto que a grande maioria se enquadra na classe trabalhadora, necessitando morar próximo ao seu local de trabalho, além disso, a proximidade com equipamentos e serviços públicos urbanos do entorno é um grande ganho no quesito educação, saúde, lazer e cultura.

2 OBJETIVO

Analisar se o Complexo Júlio Prestes, pertencente ao Programa Parceria Público-Privada Habitacional, implantado no distrito de Santa Cecília na ambiência do centro histórico de São Paulo, atende ao parâmetro de localização da moradia adequada.

3 METODOLOGIA

O parâmetro da localização da habitação está inserido em um grupo de outros 6 parâmetros definidos pela ONU (2015, *online*) conforme a Tabela 1, cuja correspondência total ao grupo define o que se entende como moradia adequada. É o parâmetro da localização que garante

[1] Faixas de Renda Familiar (RF) entre 1 e 4 (R$ 810,00 a R$ 4.344,00) na Quadra 49 e RF 5 e 6 (R$ 4.344,01 a 8.100,00) na Quadra 50, conforme disposto no Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014.

aos habitantes de grandes cidades, bem como de áreas rurais, o direito de acesso à cidade sem custos excessivos de tempo e orçamento com locomoção (Secretaria de Direitos Humanos/Presidência da República, 2013, pp.36).

Tabela 1 Parâmetro de localização na moradia adequada

Parâmetro	Descrição	Critério
Localização	A moradia não é adequada se for isolada de oportunidades de emprego, serviços de saúde, escolas, creches e outras instalações sociais ou, se localizados em áreas poluídas ou perigosas.	Acessibilidade a transporte, oferta de empregos, serviços, equipamentos sociais
		Mitigação de riscos naturais ou antrópicos

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de ONU-Habitat, 2015.

Nesse sentido, a metodologia deste artigo consiste na utilização de raios de abrangência a partir do objeto de estudo e a presença de equipamentos públicos, serviços e comércios nestes, propostos por Prinz (1986) com a finalidade de analisar o parâmetro de localização da moradia adequada, pois sua relação com a devida acessibilidade à cidade depende de uma oferta suficiente de equipamentos e serviços coletivos no entorno para que os habitantes daquele espaço possam realizar suas atividades cotidianas de maneira simples e convidativa. Para tanto, Prinz (1986) propõe raios de abrangência dos equipamentos conforme sua disposição em caminhos peatonais, ou seja, ruas de convívio público e social com rasgos edificados e não edificados, de velocidade reduzida e qualificadas para pedestres. Outro autor utilizado é Pitts (2004), que por sua vez, propõe indicadores de viabilidade urbana, ou seja, a distância adequada entre a habitação e o equipamento a ser acessado no entorno.

Assim, propõe-se a análise do presente objeto de estudo, o Complexo Júlio Prestes, e sua relação com os equipamentos do entorno e daqueles que incidem influência sobre este, com base em ambos os indicadores relacionados na Tabela 2, considerando primeiro os raios de Prinz (1986) devido aos indicadores menores que possibilitam acesso mais fácil ao pedestre, e uso dos indicadores de Pitts (2004) na ausência de indicadores de Prinz (1984). Ademais, o mapeamento de equipamentos segue base de georreferenciamento provida pela plataforma *online* GeoSampa, considerando apenas aqueles de uso público, com exceção para comércio.

Tabela 2 Distâncias entre habitação e equipamentos, comércio e serviços coletivos

Classificação	Equipamentos	Distância peatonal Prinz (1986)	Raio de influência Pitts (2004)
Urbana	Comércio	600 m	400 m – 499 m
	Supermercado	1,00 km	-
	Correio	-	600 m – 749 m
	Metrô e Trem	1,00 km	1,00 km – 1,24 km
	Ponto de Ônibus	600 m	500 m – 624 m
	Hospital	-	6,00 km – 7,49 km
	Posto de Saúde	600 m	1,75 km – 2,17 km
	Educação Infantil	600 m	800 m – 999 m
	Ensino Médio e Superior	1,00 km	2,25 km – 2,80 km
Cultural	Centros Culturais	1,00 km – 1,50 km	5,50 km – 6,86 km
	Centros Esportivos	750 m	800 m – 999 m
Ambiental	Praça de Bairro	750 m	800 – 999m
	Parque de Bairro	200 – 400 m	-
	Parque da Cidade	1000 – 1500 m	5,50 – 6,86 km

Fonte: Autoras, 2024. Elaborado a partir de dados de Prinz (1986) e Pitts (2004).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Oferta de equipamentos de âmbito urbano

Os equipamentos urbanos são “componentes físicos básicos de infraestrutura urbana de uma cidade ou bairro” (Neves, 2015) e existem para condicionar qualidade de vida e bem-estar à população residente em determinada cidade. É fato que as áreas centrais concentram a maior parte desses equipamentos urbanos devido serem, na maioria das vezes, o traçado inicial da cidade e acolherem o local de trabalho das pessoas, proporcionando maiores usos de comércio, serviços e transportes diariamente (Salcedo, 2023). No entanto, a implantação de equipamentos urbanos no Brasil não leva em consideração as distâncias percorridas, a acessibilidade universal e outros aspectos qualitativos, focando apenas em dados técnicos de legislações (Neves, 2015).

Segundo Santos (1988, pp.157), “há equipamentos públicos voltados para vizinhança e bairros. [...] Outros são únicos e servem ao conjunto da cidade”. Creches, escolas, postos de saúde e áreas verdes devem estar presentes em maiores quantidades nos bairros, enquanto equipamentos menos utilizados no cotidiano da população, a exemplo de cemitérios ou rodoviárias, se destinam à escala de cidade.

O Complexo Júlio Prestes está localizado no centro urbano consolidado, na ambiência do centro histórico da cidade de São Paulo, evidentemente é bem-dotado de equipamentos de comércio de subsistência no seu entorno próximo, sendo considerados nesta análise farmácias, mercearias e padarias, bem como supermercados em um entorno maior, e agências de correios também se fazem presente em boa quantidade e com fácil acesso, como pode-se observar na Figura 1.



Fig. 1 Equipamentos de Comércio e Serviços. Fonte: Autoras, 2024.

Ademais, o pavimento térreo das edificações habitacionais do Complexo conta com comércios variados em função da proposta de fachada ativa, permitindo um acesso mais facilitado a comércios diversos, não unicamente de subsistência.

A facilidade de locomoção nas ruas e o acesso aos equipamentos e serviços urbanos é parte integrante da mobilidade urbana, que deve ser bem atendida assim como os equipamentos urbanos, como previstos na lei NBR 9050 (2020), que visa:

> Proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção (ABNT, 2020).

Dessa forma, toda e qualquer pessoa tem o direito de transitar autônoma e livremente a pé ou utilizando qualquer meio de transporte, sejam eles públicos ou particulares. O centro de São Paulo e sua ambiência proporcionam aos moradores uma gama de transportes públicos como ônibus urbano ou metrôs com destino as mais variadas regiões da cidade. Sendo assim, pelo mapa da Figura 2, é possível notar que há dois terminais e uma grande quantidade de pontos de ônibus urbano em um raio de 600m do Complexo Júlio Prestes, ademais, nota-se duas estações de metrô e trem dentro do raio de 1,00km.

A estação de metrô Júlio Prestes, localizada em frente ao Complexo Júlio Prestes, fornece, além de mobilidade urbana, cultura e lazer aos residentes da região devido à Sala São Paulo, ponto turístico de São Paulo pelos concertos, orquestras e peças teatrais.

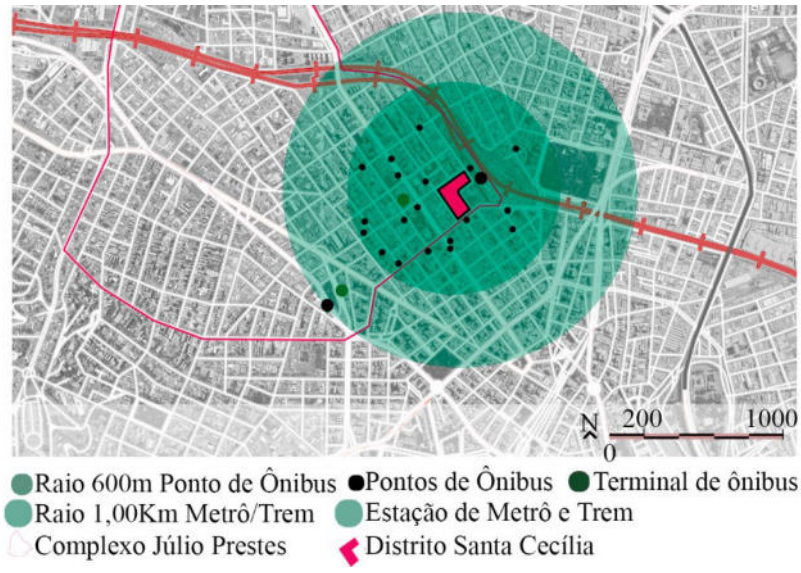


Fig. 2 Equipamentos de mobilidade urbana. Fonte: Autoras, 2024.

Prinz (1986) subdivide os equipamentos de educação em três categorias: ensino infantil, médio e superior. Considerando os parâmetros especificados para distâncias peatonais, é considerado raios de abrangência de 600m para ensino infantil e 1,00km para ensino médio e superior. Para fins de análise, serão considerados apenas os equipamentos públicos de educação do entorno do Complexo Júlio Prestes, obedecendo os raios de abrangência descritos anteriormente.

No que concerne ao ensino infantil, nota-se que há quatro escolas que suprem a necessidade dos moradores do Complexo Júlio Prestes e outros desta região. Uma das escolas infantis, inclusive, está localizada no interior do Complexo, agregando vagas para 200 crianças (São Paulo, 2017, *online*).

Já os equipamentos de ensino médio e superior, analisados a um raio mais abrangente (1,00km) partindo do objeto de estudo, totaliza-se seis, no entanto, todas elas são escolas de nível médio, estando a região carente de equipamentos de ensino superior, conforme observa-se na Figura 3.

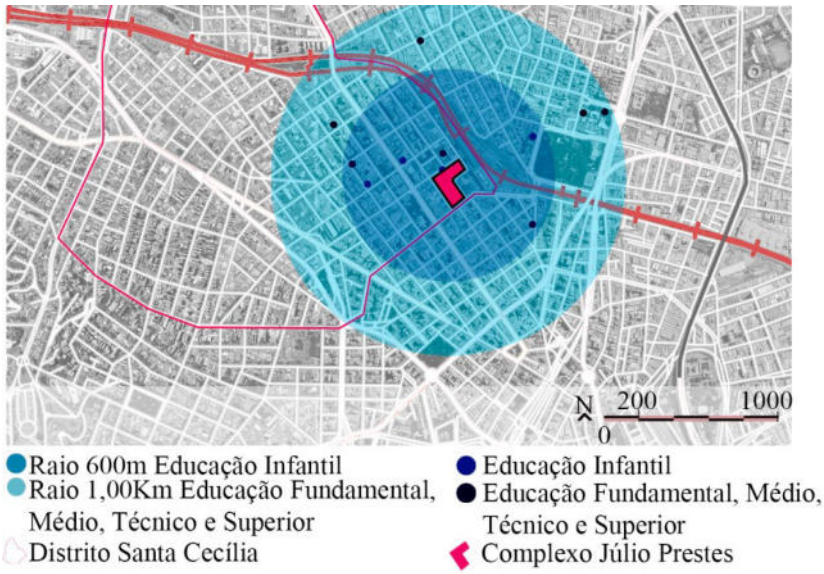


Fig. 3 Equipamentos de Educação Infantil, Fundamental, Médio, Técnico e Superior.
Fonte: Autoras, 2024.

Já para a análise de equipamentos de saúde, considera-se hospitais públicos e privados em função da questão de saúde ser primeiramente humana antes de qualquer acesso exclusivo, entretanto nota-se a saturação de hospitais privados enquanto apenas um deles era de cunho público, o Hospital Estadual Covid-19 Metropolitano Santa Cecília, o qual encerrou as atividades em 2022 após operar com instalação efêmera para auxílio de contenção da calamidade pandêmica (Geosampa, s/d, *online*).

Para tanto, não existem postos de saúde dentro do indicador proposto por Prinz (1986), mas sim dentro dos indicadores propostos por Pitts (2004), os quais são de acesso mais inviável por pedestres. As Unidades Básicas de Saúde (UBS) localizadas no entorno do Complexo servem à região segundo dados da Prefeitura de São Paulo (Geosampa, s/d, *online*), porém a UBS respectiva de cobrimento do Complexo Júlio Prestes é a mais longínqua em se tratando de acesso pedestriano, conforme análise na Figura 4.

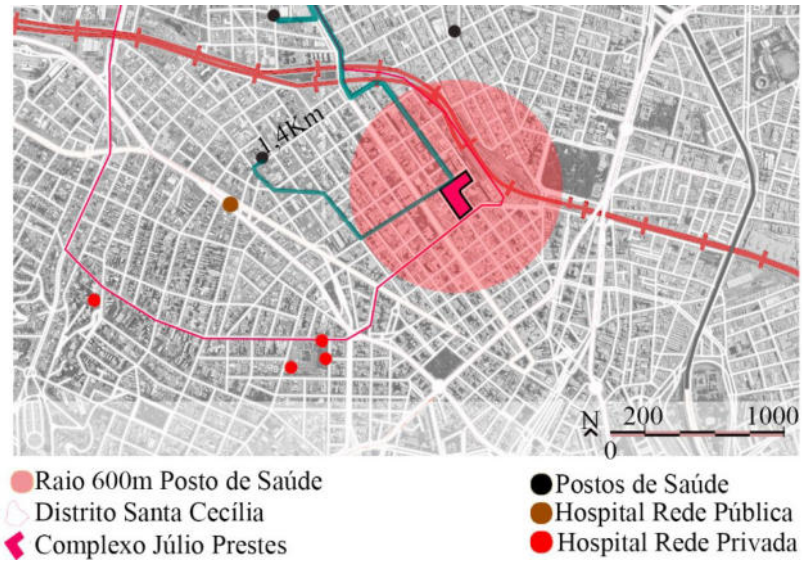


Fig. 4 Equipamentos de saúde. Fonte: Autoras, 2024.

4.2 Oferta de equipamentos de âmbito cultural

Em função da pluralidade de interpretações para equipamentos considerados "centros culturais", considera-se, na Figura 5, equipamentos definidos para a cidade tais como: bibliotecas, espaços culturais, museus, teatro, cinema e outros. Para "centros esportivos", considera-se centro esportivo, clubes da comunidade e outros.

A partir dos raios de abrangência estabelecidos por Prinz (1986), de 1,00km para centros culturais e de750m para centros esportivos, observa-se pela Figura 5 que nas imediações do Complexo Júlio Prestes concentram-se um número razoável de equipamentos culturais se comparado à situação de localização da maioria das habitações sociais do Brasil. Tais equipamentos incentivam a cultura aos moradores da região, visto que há diversos teatros e museus, a exemplo da famosa Pinacoteca de São Paulo, "museu de arte mais antigo da cidade" (Pinacoteca, *online*) que leva milhares de visitantes anualmente a seu recinto.

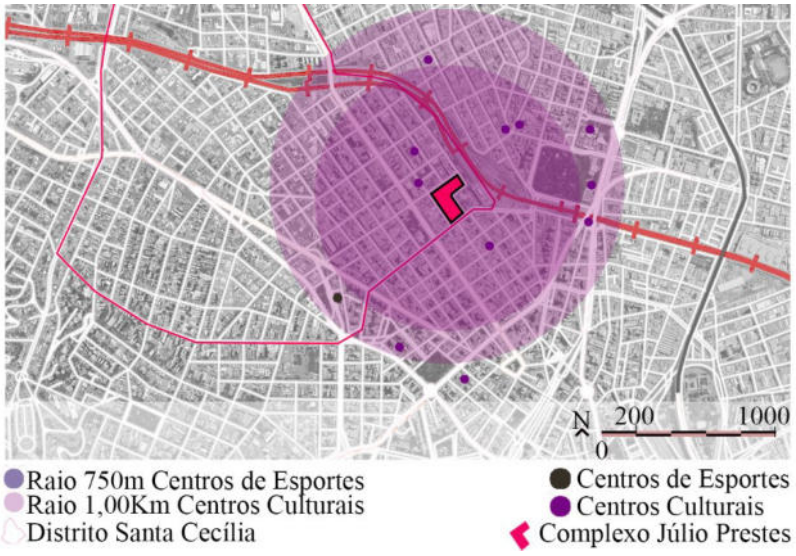


Fig. 5 Equipamentos culturais e de esportes. Fonte: Autoras, 2024.

Por outro lado, a distribuição de centros esportivos é insatisfatória ao passo que há apenas um equipamento no raio delimitado na Figura 5 do tipo Centro da Comunidade (CDC). Entretanto, no interior da Praça Princesa Isabel há uma quadra de esportes que pode ser utilizada pelos moradores da região e, além disso, dentro do Complexo Júlio Prestes também há uma quadra de esportes para uso exclusivo de seus moradores. Ambas as quadras contribuem minimamente para a demanda esportiva gerada nesta área.

4.3 Oferta de equipamentos de âmbito ambiental

Em função do fechamento com gradis da Praça Júlio Prestes e da transformação pública de proposta de transição de praça para parque da Praça Princesa Isabel, ambas foram interpretadas na Figura 6 enquanto parques de bairro. Nesse sentido, observa-se que poucas são as praças de bairro disponíveis no entorno do Complexo Júlio Prestes, entretanto a presença de um parque próximo e de fácil acesso pedestriano é positiva, já que o Parque Jardim da Luz é um patrimônio que serve de respiro em meio à densa malha urbana. Ademais, ainda que se tenha a Praça Princesa Isabel e a Praça Júlio Prestes no entorno próximo, ambas qualificadas para o uso da população local e visitante, a insegurança e violência urbana causada pelo enfrentamento ineficaz do Estado quanto aos cuidados de reabilitação e reinserção social da população dependente química e em situação de rua da região, culminou no cerceamento com gradis e certa inutilização destas.

Portanto, ainda que o projeto de reabilitação da Praça Júlio Prestes tenha visado um desenho urbano de reintegração de usos da cidade para além do uso das áreas comuns do Complexo Júlio Prestes que são qualificadas com parquinhos, pátios e quadras, o pós-ocupação não se efetivou como esperado.

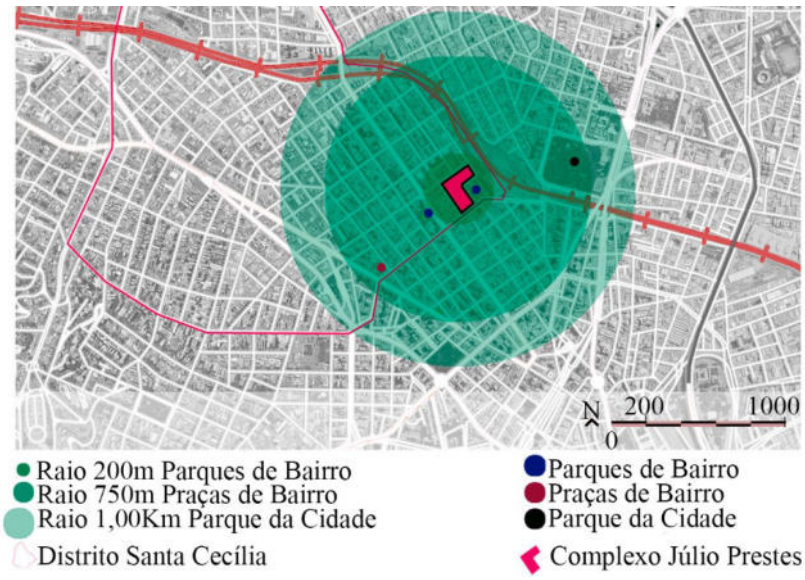


Fig. 6 Equipamentos ambientais. Fonte: Autoras, 2024.

4 CONCLUSÃO

Ao longo dos anos, a cidade de São Paulo passou por inúmeros processos e reivindicações que culminou nos assertivos programas de habitação social localizados nas áreas urbanas centrais. Visto que até a década de 1980 grande parte das habitações sociais eram implantadas nas áreas periféricas das cidades, as moradias sociais no centro passaram a gerar

maior vitalidade para regiões que vinham se esvaziando. Luiza Erundina, prefeita de São Paulo entre 1989 e 1992, foi pioneira em levar moradias para as áreas centrais e, a partir de então, surgiram diversos outros programas deste meio.

O Complexo Júlio Prestes, componente da PPP-Habitacional, é um dos programas habitacionais inseridos na ambiência do centro histórico de São Paulo cujo objetivo é prover HIS e HMP para famílias com renda até RF6 (São Paulo, 2014). A localização é um dos sete parâmetros da moradia adequada que deve ser levada em consideração deste o princípio de um projeto, portanto, as análises de localização neste artigo consideraram os estudos de Prinz (1986) e Pitts (2004) no que tange aos raios de abrangência a distâncias peatonais de: equipamentos urbanos; comércio e serviços; educação; mobilidade urbana; saúde; cultura; e equipamentos ambientais.

O resultado das análises estabeleceu boas situações para os equipamentos urbanos. Os comércios e serviços estão presentes em grande quantidade, uma vez que o Complexo Júlio Prestes está inserido na região central de São Paulo, além disso, o pavimento térreo dos edifícios do Complexo possui fachadas ativas, assim como prescritos nas especificações técnicas do Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014, Lote 2, área de intervenção A2.3, contribuindo para a vitalidade ao longo do dia. Os equipamentos de educação infantil e médio estão bem distribuídos já que o próprio Complexo auxilia na distribuição de vagas para ensino infantil do bairro devido a presença de uma creche em seu interior, por outro lado não existe nenhuma instituição de ensino superior no raio delimitado. Quanto à mobilidade urbana, há diversos pontos de ônibus e duas estações de metrô e trem próximas ao Complexo. No entanto, com relação aos postos de saúde, estes são inadequados segundo os parâmetros de Prinz (1986), pois não há posto de saúde dentro do raio de abrangência, obrigando os moradores a percorrerem distâncias longas em caso de necessidade. Quanto aos hospitais, segundo os indicadores de Pitts (2004), existe uma oferta suficiente para o atendimento público da região dentro do raio proposto, entretanto é inacessível na modalidade a pé.

Com relação à oferta de equipamentos de uso cultural, estes se fazem suficientes para o entorno do Complexo pois existem museus variados, teatros e centros culturais, no entanto, não há muitos equipamentos que incentivem o esporte na região. Já os equipamentos de âmbito ambiental, tais como praças e parques, estão presentes em pequena quantidade no entorno, porém, entre eles estão o Parque Jardim da Luz, importante em escala de cidade, e dois parques de bairro (antigas praças de bairro) que auxiliam no respiro urbano, ainda que careçam de incentivo quanto à segurança urbana de uso.

Na Tabela 3 é possível verificar quais equipamentos atendem, quais atendem parcialmente e quais não atendem ao disposto pelas análises de Prinz (1986) e ao parâmetro de localização da moradia adequada.

Tabela 3 Correspondências dos equipamentos urbanos, culturais e ambientais

Classificação	Equipamentos	Distância peatonal Prinz (1986)	Raio de influência Pitts (2004)	Avaliação
Urbana	Comércio	**600 m**	400 m – 499 m	
	Supermercado	**1,00 km**	-	
	Correio	-	**600 m** – 749 m	
	Metrô e Trem	**1,00 km**	1,00 km – 1,24 km	
	Ponto de Ônibus	**600 m**	500 m – 624 m	
	Hospital	-	**6,00 km** – 7,49 km	
	Posto de Saúde	**600 m**	1,75 km – 2,17 km	
	Educação Infantil	**600 m**	800 m – 999 m	
	Ensino Médio e Superior	**1,00 km**	2,25 km – 2,80 km	
Cultural	Centros Culturais	**1,00 km** – 1,50 km	5,50 km – 6,86 km	
	Centros Esportivos	**750 m**	800 m – 999 m	
Ambiental	Praça de Bairro	**750 m**	800 – 999m	
	Parque de Bairro	**200 m** – 400 m	-	
	Parque da Cidade	**1000 m** – 1500 m	5,50 – 6,86 km	

Legenda: Atende | Atende parcialmente | Não atende

Fonte: Autoras, 2024.

Dessa forma, conforme especificado na Tabela 3, é possível notar que grande parte dos equipamentos básicos referentes ao parâmetro de localização da moradia adequada atendem aos moradores do Complexo Júlio Prestes e ao entorno, visto que muitos deles se concentram no próprio empreendimento, como os comércios (fachadas ativas), educação infantil e os parques de bairro (originalmente praças), visando atender o edital de licitação. Por outro lado, as instituições públicas de ensino médio e superior são atendidas parcialmente e os postos de saúde, centros esportivos e praças de bairro não atendem ao Complexo.

5 REFERÊNCIAS

Bonduki, N. (1994) **Origens da habitação social no Brasil**. Análise social. Vol XXIX (127), 1994 (3ª), p 711-732. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/470900/mod_resource/content/1/Origens%20da%20habita%C3%A7%C3%A3o%20social%20no%20Brasil.pdf

Bonduki, N. (1998). **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria.** São Paulo: Estação Liberdade.

Bonduki, N. (2000) **A necessidade de habitação social na área central**. In: Habitar, São Paulo: reflexões sobre a gestão urbana (pp. 74-75) São Paulo: Estação Liberdade.

Edital de Concorrência Internacional n.º 001/2014 (2014). Secretaria da Habitação, São Paulo, SP.

Emenda Constitucional Nº 26, de 14 de fevereiro de 2000. Altera a redação do art. 6º da Constituição Federal. Brasília, DF: Presidência da República.

Inovação para combater o déficit habitacional (2018, 13 de abril). SEADE, São Paulo, SP. Disponível em https://www.seade.gov.br/inovacao-para-combater-o-deficit-habitacional/

Lote 1 – Complexo Júlio Prestes (2017). Secretaria da Habitação, São Paulo, SP. Disponível em http://www.habitacao.sp.gov.br/icone/detalhe.aspx?Id=13

Maricato, E. (2001). **Brasil cidades: alternativas para a crise urbana.** Petrópolis: Ed. Vozes, 4ª edição. Rio de Janeiro, RJ.

ONU (1948) **Declaração Universal dos Direitos Humanos.** Disponível em https://www.ohchr.org/en/human-rights/universal-declaration/translations/portuguese?LangID=por]

ONU-Habitat (2015) **Déficit habitacional em América Latina y el Caribe: Una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat.** Nairobi, Kenia. Disponível em https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/D%C3%A9ficit%20habitacional.pdf

Plano Estadual de Habitação de São Paulo: PEH-SP 2011-2023 (2011). CDHU, Secretaria de Habitação. São Paulo, SP.

Pitts, A. (2004) **Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic sustainable design on building and urban scales.** Oxford: Architectural Press.

Prinz, D. (1986) **Planificación y Configuración Urbana**. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli.

Salcedo, R. (2023) **Morar em Centros Históricos: Habitação social em São Paulo (Brasil).** São Paulo: Ed. Cultura acadêmica, 1ª edição.

São Paulo. Câmara Municipal de São Paulo. **Plano Diretor** (2014). Disponível em https://www.saopaulo.sp.leg.br/planodiretor/index.php/mapas/

São Paulo: Pinacoteca do Estado (s/d). **O museu.** Disponível em https://pinacoteca.org.br/pina/o-museu/institucional/

São Paulo. Prefeitura Municipal de São Paulo. **GeoSampa**. Disponível em https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

SEADE Municípios (2023). São Paulo, SP. Disponível em https://municipios.seade.gov.br/

Situação das ocupações na cidade de São Paulo (2021). Prefeitura de São Paulo, SP. Disponível em https://polis.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Situacao-das-ocupacoes-na-cidade-de-Sao-Paulo.pdf

AS RELAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DO CONJUNTO HISTÓRICO E PAISAGÍSTICO DE IGUAPE – SP E A TERRITORIALIDADE INDÍGENA, A PARTIR DE SEU TOMBAMENTO PELO IPHAN

R. C. P. Silva e V. M. N. Vasconcellos

RESUMO

Em 2009, o Iphan aprovou o tombamento do Centro Histórico de Iguape, São Paulo, incluindo parte da paisagem natural. Já em 2017, a FUNAI identificou e delimitou a Terra Indígena Ka'aguy Hovy, habitada pelos Guarani Mbya. O artigo explora as relações culturais e patrimoniais entre a sociedade de Iguape e a ocupação tradicional indígena nesse território, a partir do tombamento. O objetivo é entender como essas duas comunidades, com padrões culturais distintos, percebem e respondem às diferenças socioculturais, valorizando a diversidade cultural e o patrimônio ambiental, histórico e cultural da região. A pesquisa foi baseada em levantamentos bibliográficos e de campo, incluindo visitas, observações diretas não participativas e registros fotográficos. Os resultados iniciais indicam uma sobreposição territorial entre a área tombada e a Terra Indígena Ka'aguy Hovy, além de algumas mudanças no modo de vida dos Guarani Mbya.

1 INTRODUÇÃO

O Conjunto histórico e paisagístico de Iguape e a Terra Indígena Ka'aguy Hovy, ficam localizados no Município de Iguape, no Estado de São Paulo, região sudeste do Brasil. Iguape fica localizado na região do Vale do Ribeira. A região contempla 23 municípios situados no estado de São Paulo e Paraná e uma extensão relevante de floresta de Mata Atlântica densa. (Figura 1) O Vale do Ribeira recebe este nome em função da bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e ao Complexo Estuarino Lagunar de Iguape, Cananeia e Paranaguá. A chegada tardia de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias na região contribuiu para a preservação do patrimônio natural e edificado da região. Até 1914, a circulação da população do Vale do Ribeira era realizada exclusivamente através de vias fluviais. Após essa data, com a inauguração da ferrovia Sorocabana, ramal Santos-Juquiá, o escoamento da produção, dos pequenos distritos e colônias do Vale do Ribeira, passou a ser realizado por meio da ferrovia. A Rodovia Régis Bittencourt, hoje principal meio de acesso à região foi inaugurada em 1961. A região apresenta os menores índices de desenvolvimento econômico do estado de São Paulo, uma vez que ficou às margens da força econômica do café.

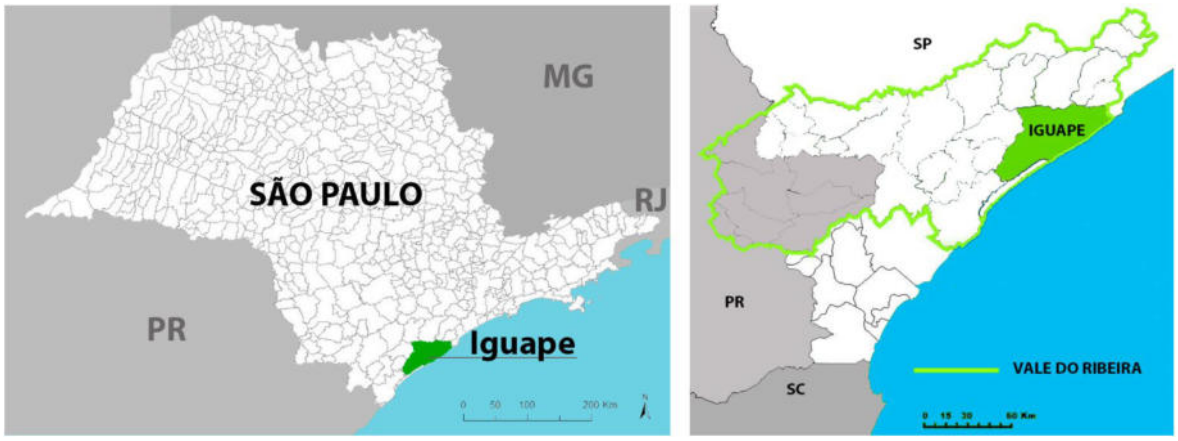


Fig. 1 Localização do Município de Iguape

O patrimônio arquitetônico e urbanístico de Iguape reporta aos primeiros momentos da ocupação do território pela Coroa Portuguesa, ao período da exploração do ouro e às conquistas territoriais no século XVI, às atividades ligadas à construção naval no século XVIII e à cultura de arroz no século XIX, as quais estruturadas por trama urbana singular, resultam em um núcleo urbano extraordinário no contexto das cidades da América Portuguesa. (NASCIMENTO e SCIFONI, 2015)

O Vale do Ribeira foi se configurando, no decorrer dos anos, em torno de uma população de caiçaras, indígenas, quilombolas, ribeirinhos e imigrantes, formando um expressivo patrimônio cultural, favorável a políticas de inclusão e desenvolvimento econômico através da exploração de seu patrimônio.

As pesquisas arqueológicas no Vale do Ribeira revelam uma fronteira fluida entre as ocupações indígenas guarani e tupi no período pré-colonial. Foi encontrado o sítio arqueológico tupiguarani da Toca do Bugio na mesma região da Terra Indígena Ka´aguy Hovy, com artefatos datados de 1.100 anos atrás. (Scatamacchia & Rambelli, 2008). Embora não seja claro se os habitantes eram Guarani ou Tupis, achados como um cachimbo semelhante ao usado pelos Guarani sugerem sua presença. Os Guarani ocupavam a parte meridional do Estado desde a Conquista, tornando-se o grupo majoritário na Capitania de São Vicente no século XVII, devido às expedições de captura de cativos guarani pelos bandeirantes paulistas. A história da ocupação guarani na região é complexa, reconstruída por fontes escritas, arqueológicas e memórias orais. Embora tenham recebido um reconhecimento formal na primeira metade do século XIX com o aldeamento do Rio do Peixe, foram ameaçados pela colonização e diretrizes assimilatórias, que orientaram a política indigenista desde o Império até a promulgação da Constituição de 1988. Mesmo o Rio do Peixe foi tomado dos índios, resultando na criação da colônia de Alecrim. Os Guarani resistiram, dispersando-se pela bacia do Rio Ribeira. Tentativas de transferência para o Posto Indígena de Itariri falharam. Atualmente, são pressionados para fora de suas terras tradicionais devido ao aumento da população não indígena, à devastação ambiental e à criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, e outros fatores de interesses capitalistas estão sendo impactados para fora das suas terras de uso e ocupação tradicional. (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2017)

2 O CONJUNTO HISTÓRICO E PAISAGÍSTICO DE IGUAPE

Tombado pelo Iphan em 2009, o conjunto histórico e paisagístico de Iguape é um patrimônio que apresenta diversas características formais do urbanismo português, como a localização e escolha do sítio e sua concordância com o território, estruturando o traçado urbano. Os bens tombados representam o esforço do imigrante japonês em sua adaptação ao território nacional. (Figura 2)

Misto de técnicas construtivas brasileiras e orientais, sua arquitetura é testemunho da trajetória do imigrante japonês, no Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo. As casas e sobrados de pedra e cal remontam ao período da exploração aurífera no século XVI, das atividades de construção naval a partir de meados do século XVIII, da cultura de arroz (século XIX) e do chá (século XX), vinculadas à imigração japonesa para a região.

> O centro histórico é o primeiro conjunto urbano do Estado de São Paulo a ser protegido pelo Iphan, como Paisagem Cultural. A cidade está localizada entre marcos geográficos importantes da região, como o Morro da Espia, o Canal do Valo Grande e o braço de mar chamado Mar Pequeno, que integram a área tombada e foram fundamentais na formação do núcleo urbano. Além do centro, também estão protegidos o antigo sistema portuário fluvial e marítimo, e diversas áreas da zona rural de Registro, marcos da imigração japonesa no Brasil.
>
> (site do IPHAN, 2021)

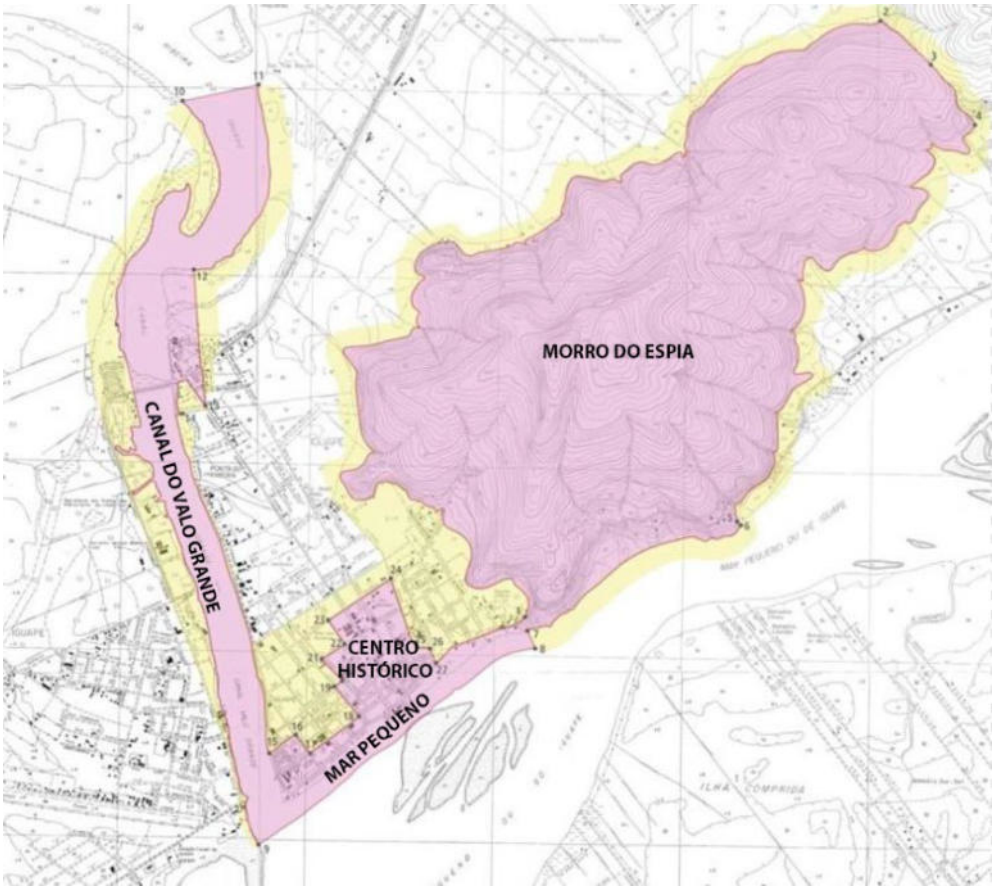


Fig. 2 Perímetro tombado pelo Iphan em Iguape

O patrimônio de Iguape sofreu poucas modificações até o início do século XX e mantém o maior casario colonial preservado do Estado de São Paulo, com várias casas, casarões e igrejas em vielas estreitas de paralelepípedos. As edificações datam entre os séculos XVI e XIX, época da mineração do ouro e da cultura do arroz entre os séculos XVI e XIX, período de auge desenvolvimento econômico na qual foi erguida a Casa de Fundição. Seu conjunto arquitetônico apresenta uma riqueza de detalhes e técnicas construtivas como a taipa francesa e a de pilão.



Fig. 3 Foto da Igreja de Bom Jesus de Iguape

Os monumentos e espaços públicos tombados em Iguape, pelo IPHAN são: Sobrado do Toledo (edificação em estilo neoclássico), casas da Rua das Neves ou do Funil (mais antigo conjunto arquitetônico da cidade), Igreja do Bom Jesus de Iguape (datada de 1858, atrai milhares de romeiros de todo o Brasil para a festa do padroeiro), Igreja Episcopal Anglicana, e Igreja de São Francisco Xavier. Fábricas de chá e prédios administrativos (Kaigai Kabushiki Kaisha, Shimabukuro, Amaya, Kawagiri, Shimizu), edificações residenciais (Fukasawa, Gozo Okiyama, Susu Okiyama, Hokugawa, Amaya e Katsura), e o engenho, sede social e residência da Colônia Katsura. Destacam-se o arruamento defensivo (com vias em funil, fechadas ao exterior) e as praças da Basílica e de São Benedito.

3 TERRITÓRIO KA' AGUY HOVY

O resumo do Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Ka´aguy Hovy, realizada pela FUNAI, Fundação Nacional dos Povos Indígenas, e publicada em abril de 2017 no Diário Oficial da União, identifica e delimita uma área de aproximadamente 1.950 hectares, e perímetro aproximado de 44 quilômetros, localizada ao longo da estrada que liga o núcleo urbano do Município de Iguape, passando pelo Morro do Espia (área de convergência Iphan/FUNAI) até a Vila de Icapara e ao Povoado Barra do Ribeira. Através de estudos etno-históricos, ambientais, cartográficos, documentais, fundiários e demográficos, realizados por um grupo técnico da FUNAI, foi demonstrado que

a Terra Indígena atende aos requisitos presentes na constituição federal brasileira de 1988, configurando-se como uma terra tradicionalmente ocupada, de modo a comprovar a existência de vínculo indissolúvel entre os Guaranis Mbya e a porção do seu território tradicional.

No relatório é identificado a denominação do povo indígena, Guarani Mbya, a língua predominante, Mbya, pertencente à família Tupi-Guarani, do tronco tupi; o número de aldeias, naquele momento eram 5 (cinco) aldeias - Itagua, Jejyty, Itape, Itapuã e Sambaqui (Ver Figura 4), atividades produtivas, agricultura, a caça, a pesca e a coleta para subsistência, que se complementam com atividades que geram renda, como a confecção e a venda de artesanato, turismo e apresentações musicais; e a condição local de reprodução física e cultural do grupo no longo prazo, segundo seus modos de vida, usos, costumes e tradições.

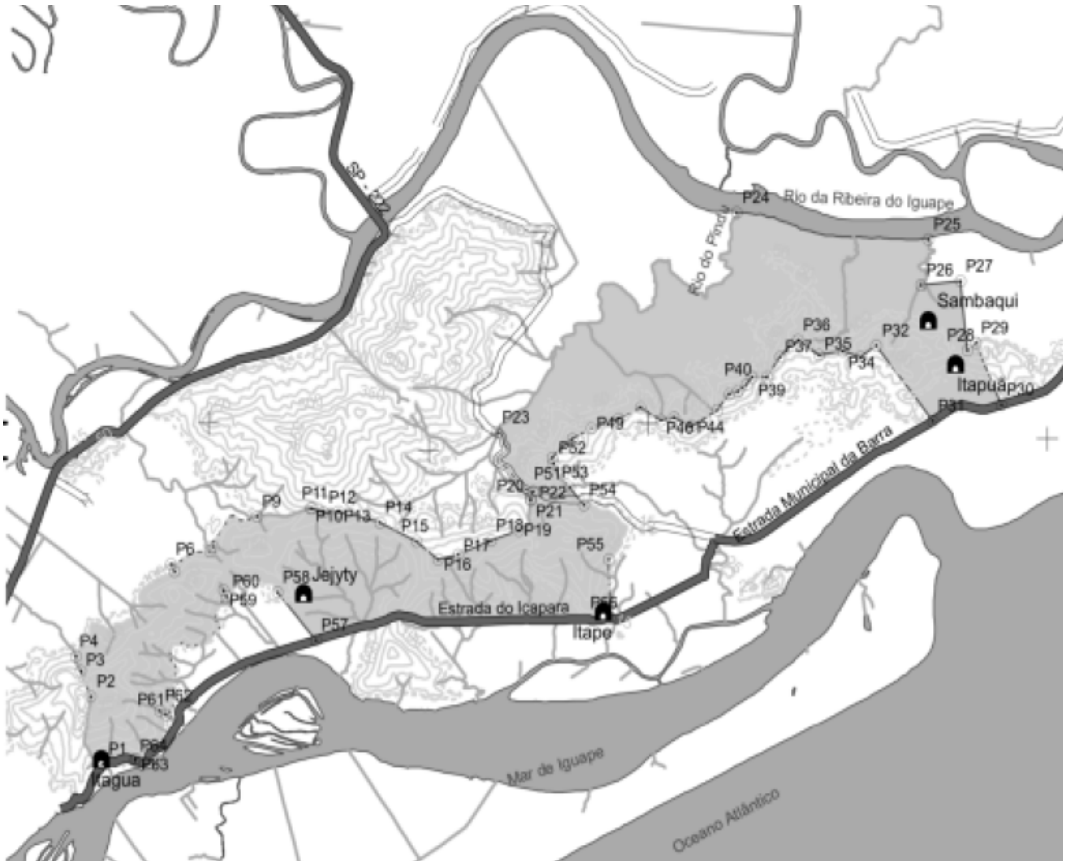


Fig. 4 Mapa do Território Indígena Ka'aguy Hovy com localização das aldeias

Uma das características do modo de vida do povo Guarani Mbya é a mobilidade. Os fatores que regem a mobilidade desse povo no Vale do Ribeira com o estabelecimento de diversos tekoas (aldeias) no decorrer do tempo são: a presença de boas condições ecológicas e ambientais, com águas limpas e a ocorrência de tipos específicos de animais e vegetais – mata atlântica; cosmologia que norteia as jornadas e trajetórias; e as relações com segmentos da sociedade em busca por diálogo com os Estados nacionais na busca por direitos territoriais e pela regularização fundiária de seus locais de uso e ocupação.

> Há no espaço delimitado da TI Ka´aguy Hovy, locais adequados para o manejo das áreas de moradia e plantio, para além das aldeias atuais, que permitem a reprodução física e cultural do grupo no longo prazo, segundo seus usos, costumes e tradições.

> São diversos os aspectos cosmológicos e culturais que fazem parte da vida do povo Guarani que apenas podem ser produzidos e transmitidos se estiverem conectados com elementos ligados ao que as sociedades ocidentais de tradição escrita entendem como "natureza". Os elementos que integram o "guarani teko ou mbyareko", o modo de vida, o jeito de viver guarani, como, por exemplo, a mobilidade e a multilocalidade, estão ligados tanto ao universo onírico (dos sonhos) e xamânico, como também ao ecossistema da Mata Atlântica, já que é a busca de locais de uso e ocupação próximos do oceano que compõe os percursos de vários indivíduos e coletivos.
>
> (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2017)

A Proposta de Delimitação da Terra Indígena Ka´aguy Hovy apresentada foi realizada pelo Coordenador do grupo técnico e Antropólogo Igor Alexandre Badolato Scaramuzzi, que descreve esta porção territorial de áreas tradicionalmente ocupadas imprescindíveis à manutenção da integridade física e cultural da população guarani das aldeias estudadas.

4 CONVERGÊNCIAS PATRIMONIAIS E CULTURAIS

A área de convergência do Patrimônio Histórico e Paisagístico de Iguape, tombado pelo Iphan, com a Terra Indígena Ka´aguy Hovy, delimitada pela FUNAI, fica no Morro da Espia, onde está localizada grande parte de abrangência da paisagem tombada pelo Iphan na cidade de Iguape. A partir de levantamento de campo, foi observado a presença de sete aldeias do povo Guarani Mbya do Território Indígena Ka'aguy Hovy. A aldeia 1 – Yakã Mirim, a mais próxima do Centro Histórico de Iguape, junto do Morro do Espia, a Aldeia 2 – Jejy-ty, de fácil acesso , a Aldeia 3 – Ka'aguy Poticapara e a Aldeia 4 – Yvy-Ty, têm acesso pela estrada do Icapara. A Aldeia 5 – Ita'Yvyju, e a Aldeia 6 – Itapuã, tem acesso relativamente fácil, através de uma estrada de terra. E a última e de acesso mais difícil, a Aldeia 7 – Takua-ty, onde o acesso é de terra e mato, quando chove o acesso fica impossibilitado.

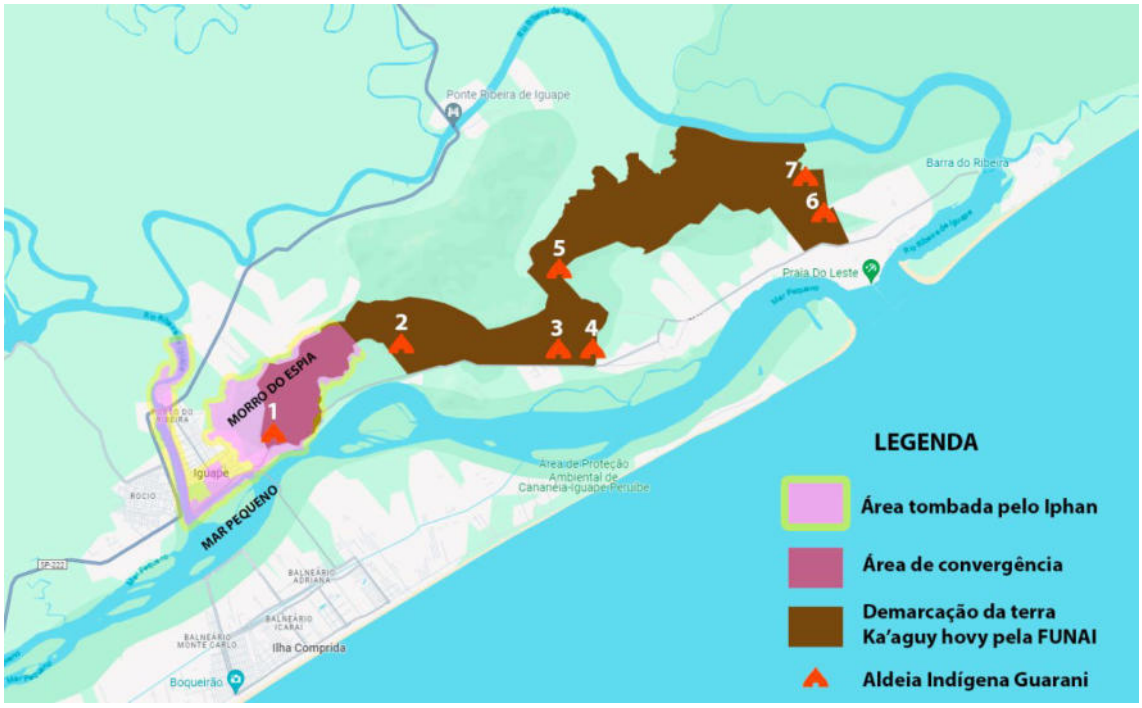


Fig. 5 Mapa do município de Iguape com demarcação da terra Ka'aguy hovy pela FUNAI e a área tombada pelo Iphan

O grande potencial turístico da Cidade de Iguape, com uma geografia natural exuberante, praias, rios, florestas e um conjunto arquitetônico de reconhecido valor histórico, é notório. Sua localização permite acesso fácil de turistas vindo tanto do estado de São Paulo quanto do estado do Paraná e Santa Catarina. A área dos povos Guarani Mbya, demarcada pela FUNAI, fica localizada em uma região propícia para a expansão urbana, com fácil acesso pela estrada do Icapara, uma paisagem privilegiada e de forte interesse imobiliário e turístico.

Em visita às aldeias na Terra Indígena Ka´aguy Hovy, foram observadas limitações e restrições nos modos de existência indígenas de seu povo, restrições que ferem o direito estabelecido na Constituição Federal de 1988 onde "reconhece aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens."



Fig. 6 Foto da Aldeia 2 – Jejy-ty

O modo de construir das aldeias foram prejudicadas, devido a retirada da vegetação nativa para a construção de seus telhados. Foram punidos através de órgãos ambientais que multam os caciques das aldeias, impedindo a reprodução dos seus modos de vida e forma de construir e habitar.

Outras ações judiciais também prejudicaram o modo de vida dos Mbya, impedindo a criação de roçados para o cultivo de raízes e hortaliças. O resultado foi a alteração no modo de consumo e alimentação dos nativos, que hoje precisam levantar renda com seus artesanatos para comprar e consumir alimentos industrializados no centro histórico de Iguape.

A demarcação da terra Ka'Aguy Hovy, realizada pela FUNAI em 2017, ainda não foi homologada pelo Governo Federal, tornando a sobrevivência e a reprodução dos costumes, crenças e tradições do povo Guarani Mbya cada dia mais difícil. Hoje a homologação se encontra na etapa final do processo demarcatório, que transfere direitos plenos sobre a terra e concede a posse permanente e o uso exclusivo dos recursos naturais ali presentes ao povo Guarani Mbya. Com a homologação da demarcação das terras a Comunidade Indígena das sete aldeias que compõem o Território Ka'Aguy Hovy, o povo Guarani Mbya poderá ter acesso a políticas públicas além de pacificar disputas territoriais.

5 REFERÊNCIAS

MINEIRO SCATAMACCHIA, Maria Cristina; RAMBELLI, Gilson. Na terra e na água o resgate dos vestígios da antiga aldeia toca do bugio. **Revista de Arqueología Americana**, p. 173-195, 2008.

NASCIMENTO, Flávia B.; SCIFONI, Simone. A paisagem cultural como novo paradigma para a proteção do patrimônio cultural: a experiência do Vale do Ribeira-SP. *Revista CPC*, São Paulo, n. 10, p. 29-48, maio/out 2010.

NASCIMENTO, Flávia Brito do; SCIFONI, Simone. O tombamento de Iguape como patrimônio nacional: novas práticas e políticas de preservação. **PARC-Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 6, n. 1, p. on line, 2015.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, seção 1, nº 78, terça feira, 25 de abril de 2017, **Resumo do Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Ka´Aguy Hovy**, p. 38-40, 2017.

MINEIRO SCATAMACCHIA, Maria Cristina; RAMBELLI, Gilson. Na terra e na água o resgate dos vestígios da antiga aldeia toca do bugio. **Revista de Arqueología Americana**, p. 173-195, 2008.

NASCIMENTO, Flávia B.; SCIFONI, Simone. A paisagem cultural como novo paradigma para a proteção do patrimônio cultural: a experiência do Vale do Ribeira-SP. *Revista CPC*, São Paulo, n. 10, p. 29-48, maio/out 2010.

NASCIMENTO, Flávia Brito do; SCIFONI, Simone. O tombamento de Iguape como patrimônio nacional: novas práticas e políticas de preservação. **PARC-Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 6, n. 1, p. on line, 2015.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, seção 1, nº 78, terça feira, 25 de abril de 2017, **Resumo do Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Ka´Aguy Hovy**, p. 38-40, 2017.

PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS VERDES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE A RELAÇÃO LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA E AS ÁREAS VERDES NATURAIS NO ESPAÇO INTRA URBANO DE VOTUPORANGA, SÃO PAULO, BRASIL

J. A. Cucato, L. G. Mendes e T. B. Delgobo

RESUMO

Este trabalho é um desdobramento de pesquisas desenvolvidas pelo grupo de estudos GEPIAE (Grupo de Estudos e Pesquisa em Imersividade e Ambientes Expandidos), registrado no CNPq, que reúne alunos do Instituto Federal-IFSP-VTP e da UNIFEV-Votuporanga-SP-Brasil. Analisa-se as áreas verdes naturalmente estabelecidas no espaço urbano de Votuporanga, com foco para as faces lindeiras às áreas de mananciais delineadas pelos córregos Marinheirinho e Boa Vista, apoiando-se no histórico do planejamento urbano do município, estudado por Cucato, 2015/2023- junto ao IAU-USP. Busca-se compreender como estas áreas, que fazem parte do sítio natural do município desde sua fundação, embora sendo incorporadas aos poucos a área urbana, foram sendo tratadas pela legislação municipal no processo de planejamento ao longo dos anos. Reforça-se a importância dos parques lineares, como um instrumento de bem-estar da população preconizando sua função de comunicação/integração linear numa dimensão que incorpora os meios físico, biótico e socioeconômico, numa vertente imersiva e sensorial.

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de estudar as áreas verdes naturalmente estabelecidas no espaço urbano de Votuporanga-São Paulo-Brasil, com foco para as faces lindeiras às áreas de mananciais que são delineadas pelos córregos Marinheirinho e Boa Vista, valorizando aspectos da paisagem ecológica, sonora e urbanística, este trabalho se apoia no histórico do planejamento urbano do município, para compreender como essas áreas, que fazem parte do sítio natural do município desde sua fundação, embora sendo incorporando aos poucos a área urbana do município, foram sendo tratadas pela legislação municipal no processo de planejamento urbano ao longo dos anos. Entende-se que, com as sucessivas ampliações de perímetro (a saber são altamente 37 leis aprovadas desde o ano de sua fundação em 1937, sendo a primeira Lei nº 325/1959 e atualmente ampliado pela Lei Complementar nº 530/2024), os córregos passaram cada dia mais a figurar de forma marcante na paisagem urbana do município.

Metodologicamente, além de priorizar os seus 04 planos diretores aprovados, preconizando o tema planejamento urbano e a relação com as áreas verdes do município, amparam esta pesquisa, as evidências empíricas construídas ao longo dos trabalhos de campo para realização do diagnóstico e pesquisa de documentos coletados em diferentes órgãos e repartições públicas e bibliografia científica disponível.

Num contexto regional, Votuporanga está localizada na região noroeste paulista, “na porção mais ocidental do estado de São Paulo”, (Monbeig, 1984). Distante 521km da capital do estado, seu histórico regional denota uma rica presença de importantes rios, destacando-se

os rios São José dos Dourados, Tietê, Turvo, Grande, e o encontro dos rios Grande e Paranaíba, formando o rio Paraná, na divisa com o estado de Mato Grosso do Sul. Mas, numa retomada de olhares para a escala municipal, interessa aqui reportar às análises com vistas para os dois córregos já mencionados no início, como estão estabelecidos atualmente e qual a contribuição desses espaços para a qualidade de vida da população e a profundidade da atenção dada pela legislação e o planejamento municipal, em relação a questão aqui abordada. Para isso, traçar-se-á um breve panorama da urbanização do município, no sentido de se compreender o processo de produção do seu espaço urbano e na sequência, o avanço da legislação com vistas para a questão ambiental nas tratativas para os dois córregos, destacando-se que o córrego Marinheiro, historicamente responsável por grande parte do abastecimento da cidade. Os córregos, constituem a formação de duas micros bacias hidrográficas que são ocupadas pela área urbana do município de Votuporanga.

2 ÁREAS VERDES DOS CÓRREGOS MARINHEIRINHO E BOA VISTA: A TÊNUE LINHA ENTRE PLANEJAMENTO E PRÁTICA

Embora relevante e sendo avançada em muitos aspectos, o processo de planejamento urbano no município de Votuporanga, não expressa profundas preocupações na lida com as Áreas de Preservação Permanente (APPs) dos córregos aqui estudados. Mostra-se, a seguir, um breve histórico dos 4 planos diretores aprovados no município, com vistas para diagnóstico e proposições apresentadas.

No início dos anos 1970, é aprovado o primeiro Plano Diretor de Votuporanga, tendo "como pano de fundo, a institucionalização do planejamento urbano no Brasil" (Cucato, 2015 p. 45). A preocupação com as áreas verdes propostas no Plano Desenvolvimento Integrado (PDI/1971), culminando na Lei nº 1233/1971, tinha um cunho mais ornamental do que uma preocupação eminente com as áreas de proteção ambiental, e que apenas apontou um mapa denominado "áreas públicas para fins paisagísticos", que embora esboce os dois córregos aqui estudados, não os configuram na cartografia, para além das rodovias, que juntamente com a Linha Férrea, ao sul, constituem o triângulo de delimitavam o perímetro urbano naquele momento. Ao longo de toda esta conformação perimetral, determinava-se bolsões de área verde demarcando as rodovias, e a noroeste, separando as áreas residenciais das áreas industriais.

Com relação ao segundo Plano Diretor de Votuporanga, agregando a Lei n. 2.830/1996 (parcelamento, uso e ocupação do solo), trazia em suas especificações o zoneamento municipal inaugurando as Zonas Especiais de Preservação (ZEP) no município. De acordo com essa Lei, as ZEPs estavam delimitadas em áreas rural e urbana, nos interessando aqui, esta última e assim, lemos na Lei "As Zonas Especiais são divididas em Zonas Especiais de Preservação (ZEP) e Zonas Especiais de Interesse Social: I-ZEP: Zonas Especiais de Preservação, manutenção e recuperação do patrimônio histórico, turístico, paisagístico, cultural ou ambiental. São, portanto, espaços de preservação dos mananciais e espaços que diferenciam e caracterizam a cidade, pois testemunham períodos históricos, promovem o turismo e subsidiam o conhecimento. Pela sua importância simbólica e paisagística, torna-se necessário também a proteção de sua área circundante, evitando-se os usos inadequados e a competição paisagística." (Lei 2830/1996, Cap. III, Seção V, Art.12).

A partir de 1996, observa-se um perímetro urbano mais abrangente e com ocupação que consolida áreas para além dos dois eixos rodoviários e, numa configuração urbana, bem

diferente daquela apontada pelo PDI/1971. Neste mapa, os dois córregos já passam a figurar e de forma mais intrínseca ao tecido urbano, tanto consolidado, quanto em processo de produção, entrelaçando-se a área urbana, de forma marcante.

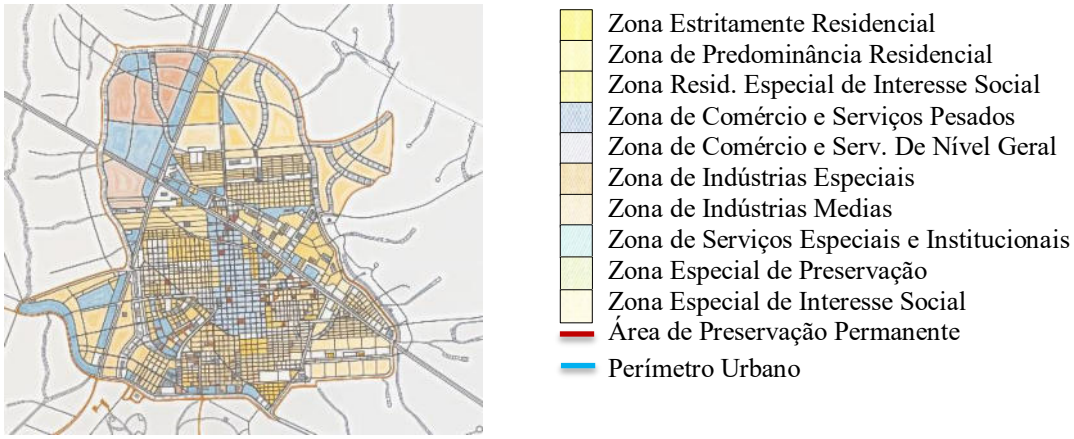


Fig. 2 - Mapa de zoneamento da lei nº 2830/1996, as ZEPs, demarcadas em verde

Cabe ressaltar que essa lei fora aprovada na lógica da reorganização da estrutura física e econômica do município, abalado pela crise do seu parque industrial. Contudo, não se observa uma posição ou orientação no sentido de intervir nas estruturas ecológicas intra e periurbana. Ressalta-se que essa Lei se restringe a demarcar e caracterizar as ZEPs, não prevendo espaços para inserção de equipamentos destinado a sistemas de espaços livres de uso público como é o caso dos parques, definindo-se apenas a "proteção de sua área circundante, evitando-se os usos inadequados e a competição paisagístico", diferentemente do que se observa na Lei do Plano Diretor que a precede, ou seja, a Lei nº 106/2007.

No bojo das questões que orientaram a formulação e o discurso da Lei Federal nº. 10.257/2001 - Estatuto da Cidade, é aprovado o Plano Diretor participativo de 2006, a Lei Complementar nº 106/2007, de cunho mais generalista, deixando as regulamentações de instrumentos de política urbana, previstos para aprovação futura de leis complementares específicas. No que tange a lei, essa é a mais completa no sentido de orientar tanto a proteção quanto a recuperação das áreas pertencentes às faces protegidas dos córregos em tela. Na Seção III, "Das Zonas Especiais de Interesse Ambiental", (Art 117, item II), lê-se: "II - ZEIA - Parques Lineares - áreas onde se situam as nascentes, cabeceiras e a extensão dos Córregos Marinheirinho e Boa Vista, situados no perímetro urbano, com o objetivo de recuperar e proteger as características ambientais existentes, através da implantação de Parques Lineares oferecendo espaços de lazer à população do entorno.". Também no Capítulo VII, trata-se sobre a "Política do Meio Ambiente", (item XIV) observa que há uma "priorização dos Parques Lineares, seguindo o conceito de recuperação ambiental das áreas de preservação permanente (APP) compatibilizadas com as atividades de lazer e recreação. (Lei 106/2007)

Além disso a lei complementar 106/2007 estabeleceu o macrozoneamento, denotando referência e características dos ambientes natural e construído, mas ainda respeitando o zoneamento estabelecido pela lei de zoneamento anterior (1996), apenas orientando a proteção de áreas de conservação e recuperação ambiental e patrimônio paisagístico. O macrozoneamento (Art. 53) divide o território do Município de Votuporanga em macrozona rural e urbana, e a área da represa de abastecimento sendo constituída pelo manancial do córrego Marinheirinho, tem cada uma de suas faces voltadas para área urbana e rural.

Sobre a delimitação dos parques lineares, encontramos esta tratativa o item da polícia urbana, Capítulo 1, "Do ordenamento do território do Município", (Art 48, item IV) - lê-se que "a implantação de parques lineares em todo o contorno do perímetro urbano onde haja a presença de córregos, devendo-se respeitar a dimensão mínima de 60m (sessenta metros) de cada lado, contada a partir da cota de inundação.". (Lei 106/2007)

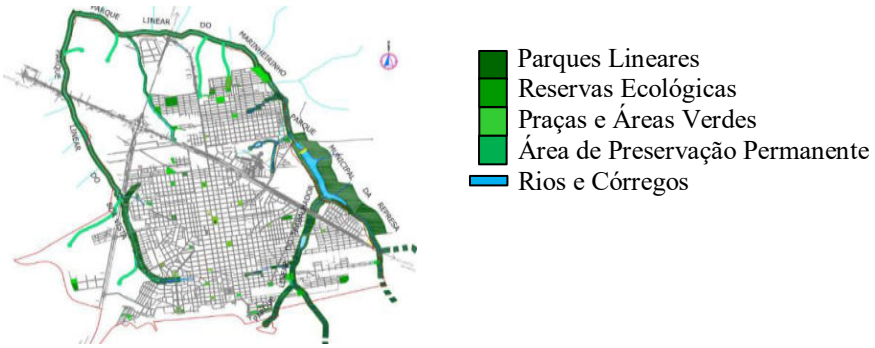


Fig. 3 – Parques Lineares- Mapa 05 da Lei 106/2007

Tal fato que não se observa na prática sob a análise de todas a margens dos dois córregos aqui estudadas, a exceção do Parque da Cultura, que respeita a faixa de 60m, embora, observa-se intervenções sobre o leito do córrego com a construção da biblioteca e do museu municipal. No que tange a macrozona urbana (Lei 106/2007), nos interessa a demarcação da "Zona de Recuperação e Ocupação Controlada", que se subdivide em "Art. 94) I- Zona 1; II- Zona 2, III- Zona 3." (Capítulo IV, Art.78, item III. A Zona de Recuperação e Ocupação Controlada é composta pelas Zonas 1, 2 e 3, inserida na Bacia de Contribuição do Córrego do Marinheirinho, com perímetro delimitado no Mapa 03, anexo à presente Lei. (Art 89-Lei 106/2007). Cabe destacar que nessas zonas não é recomendado o adensamento populacional ou construtivo e ainda são espaços marcados pela forte presença de recursos hídricos e vazios urbanos, e pela fragilidade ambiental, além de ser deficiente de equipamentos públicos. Nesse sentido, ao dividir as zonas, a Lei aponta algumas diretrizes gerais e específicas, para minimizar os impactos, recuperar áreas degradadas e ampliação de taxas permeáveis.

Chama atenção que ao tratar a questão ambiental a lei orienta dentro da divisão de zonas um sistema viário hierarquizado, visando a ampliação da largura das calçadas e passeios públicos de forma a aumentar as áreas permeáveis e favorecer a arborização, no prazo de dois anos, que denota preocupação com questões ambientais e mobilidade urbana. Reitera-se que há alguns casos em que a delimitação dos 60m para implantação dos parques não tem sido validada na integra. Assim, observa-se até o momento que a lei que mais se aproxima do que se espera de espaços de preservação é a lei 106/2007. Contudo, enquanto prática, até o momento, está longe de ter cumprido o que os ditames daquilo que a lei tem apregoado.A exceção da zona 03, que fora destinada naquele momento fruto de detalhamento contido no Plano Diretor para implantação do Campus Norte, dentre a divisão nas três zonas, estabelece ainda parâmetros específicos para a escala do lote como: coeficiente de aproveitamento máximo; taxa de ocupação para uso residencial; taxa de ocupação para uso não residencial; taxa de permeabilidade do solo; tamanho mínimo de lote.

Em relação ao Plano de 2021, esse fora instituído pela Lei nº 461/2021. Chamado Plano Diretor Participativo, ele também regulamenta o zoneamento. No que tange o plano, considerando aspectos mais atuais voltados para o zoneamento vigente, verifica-se que em

2023 é aprovada a Lei Complementar nº 498/2023 que "Altera o Anexo II da Lei Complementar nº 461/2021, fixando novos limites para a Área Urbana, altera o zoneamento de algumas áreas do Município de Votuporanga [...]". Reforça-se que o perímetro do município tem passado por diversas alterações, reconfigurando seu desenho, o que seria ainda mais um motivo para justificar as conexões entre as áreas consolidadas, com as áreas expandidas ou em expansão, inclusive em todas as direções desde sua fundação.

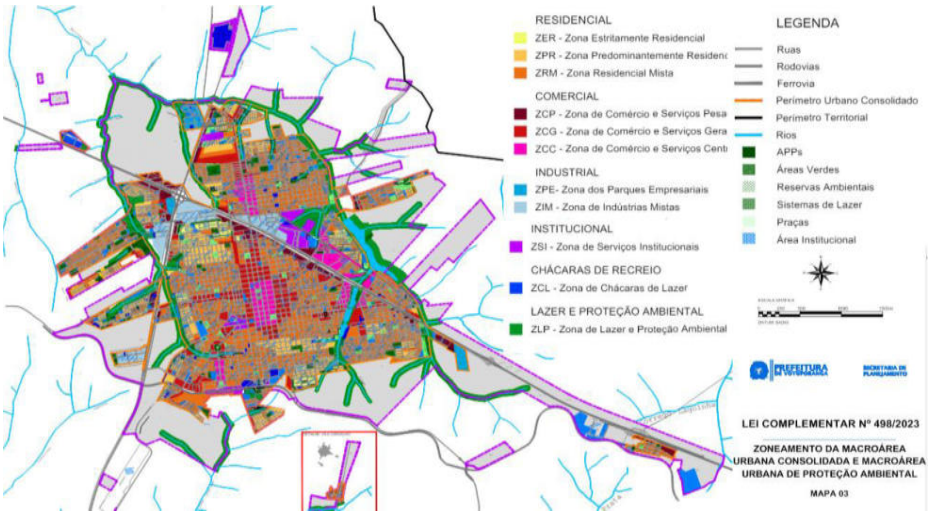


Fig. 4 - Zoneamento da macroárea urbana consolidada e macroárea urbana de proteção ambiental - Mapa 03 da Lei Complementar nº 498/2023

As tratativas da Lei nº 461/2021 para a questão dos parques lineares, são no sentido de que eles se enquadrem como Sistema Municipal de Áreas Protegidas (art.143). No seu Art. 144, esta Lei aponta que se deve "priorizar a criação de áreas verdes e de reservas ambientais, em continuidade das APPs, das cabeceiras das nascentes, correntes d'água, Parques Lineares, salvo nos locais onde tecnicamente estas forem inviáveis". Os ditames dessa lei, apontam para o fato de ora priorizar, ora proteger e ainda manter os parques lineares existentes, o que deixa túrbida a análise, já que, uma vez que há apenas um parque linear oficialmente estabelecido e já mencionado. Os demais "parques" figuram somente na forma de lei vigente.

Observa-se de forma positiva a preocupação legal, da "construção, ao longo dos parques lineares, de vias de circulação de pedestres e ciclovias", porém, isso não tem se desdobrado na prática, a exceção do caso do Parque da Cultura, com a implantação de uma via cicloviária apenas circundante a este, não se expandindo para demais áreas, conectando lugares. No Art.204, (Lei 461/2021), observa-se "a implantação de parques lineares nos córregos Boa Vista, Marinheirinho e Paineiras visando a integração social da população através do lazer e contemplação da paisagem natural". Observa-se que o Parque das Paineiras, não figurava de forma objetiva na Lei 106/2007.

Em relação às áreas ambientais, estabelece-se que, (Subseção III), "Da Macroárea Urbana de Proteção Ambiental", determina a preservação do ambiente, "[...] das faixas de preservação permanente, das matas ciliares, das várzeas e das planícies de inundação por meio da implantação dos Parques Lineares." Em vários pontos, a Lei de 461/2021 orienta diretrizes para os parques lineares, sendo estabelecidos como "Zona de Lazer e Proteção Ambiental", além disso, observa-se, delimitação específica (Art. 294, § 3°) "A faixa de 30m

[...] dos parques lineares destinados a sistema de lazer e área verde não poderão sobrepor-se às do maior leito sazonal, consideradas faixas de segurança contra inundações, nos termos do parágrafo anterior"(Lei nº 461/2021). Lê-se também que para os parques lineares, devem ser elaborados projetos específicos, (Art 293), o que não se observa na prática, até o presente momento, para as áreas previstas no mapa de zoneamento. Diversos são os textos e argumentos da lei vigente no que se refere a questão das interações da vida urbana com orientações dos parques lineares, o que não reverbera enquanto prática.

3 LER A CIDADE E PENSAR O PROJETO

A condição real que boa parte das áreas lindeiras aos Córregos Marinheirinho e Boa Vista se encontram, não diminuem seu aspecto sensorial, onde resistem espécies da fauna e flora regional, permitindo-se uma apropriação mais próxima para sentir e conectar-se com o ambiente, ainda que o parque, enquanto projeto/proposta de intervenção técnica, inexistem. Contudo, antes mesmo de qualquer projeto físico, carece valorizar a condição natural do espaço, e pensar em propostas que valorizem elementos que só o espaço na sua origem proporciona. Cuidado e sensibilidade é o mínimo que se espera para elevar a condição de lugar natural a uma imersão que incrivelmente conecta pessoas, lugares e o que naturalmente ali está colocado, valorizando inclusive a paisagem sonora.

Valoriza-se o fato de que existir em Votuporanga um espaço abrangente desenhado pelos córregos já mencionados, que ora delineiam a área peri urbana da cidade, ora serpenteiam o espaço intra urbano e suas margens ou áreas lindeiras não aproveitas para inserção de espaços livres de uso público. São áreas de extrema diversidade física, socioeconômica e ambiental. Os córregos cortam áreas imediatas aos espaços produzidos com "Habitação de Interesse Social", áreas de vazio urbano, inclusive áreas de ocupação irregular.

As áreas do entorno e as margens ou áreas lindeiras a estes córregos, não estabelecem uma conexão desejada e necessária ao uso digno e apropriado pelos moradores não somente das imediações, mas da cidade e da própria região. Também não se observam iniciativas no sentido de feitura de propostas que elevem a qualidade desses lugares, através de conexões por parques, ou outras propostas que orientem conexões ambientais ou viárias, para permitir um melhor aproveitamento desta área, e que garanta seu usufruto e imersão a medida que se produz lugares agradáveis, frescos (considerando o clima regional em torno de 38º (INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com sonoridades naturais obtidas pelas espécies da fauna regional e local, permitindo também o reconhecimento desses locais como marcos sonoros, fixando identidades também visuais pela paisagem proporcionada por essas áreas.

Inexiste, enquanto prática, um olhar mais acurado no sentido de melhorar a qualidade ambiental e física desses lugares, priorizando sobretudo dois pontos importantes que são as pessoas e a preservação das espécies da fauna e flora. Não é incomum encontrar tamanduás, capivaras, lagartos, macacos, e outros animais dispersos na área urbana, quer seja fugindo de predadores ou mesmo buscando alimento, abrigo e refúgio em espaços desconhecidos. Reconhecemos esses lugares como espaços interação da sociedade direcionando cuidados de forma a elevar a melhoria da qualidade de vida, agradabilidade no uso e percepção, melhoria visual e favorecimento das práticas culturais e esportivas, além do senso de proteção com esses, contrariando a visão que se tem de que "recreação e amenidades são vistas como exclusivas prioridades dos parques urbanos." (Franco, 1997, p. 208).

Considera-se um grande prejuízo manter ociosas essas áreas, já que não se trata apenas do fato da não intervenção das áreas e suas margens, mas, também, do não cuidado, deixando-se manter naturalmente. A proposta de parques lineares, da Lei 106/2007, (corroborada ainda em 2021) são aquelas que mais se aproximam de uma proposta direcionada a preservação linear aos dois córregos, bem como a destinação de espaços livres de uso público, com a intenção do parque linear, embora a lei 2830/1996 que estabelecia o zoneamento municipal do Plano Diretor de 1996, tivesse uma preocupação mais voltada às áreas de proteção com o estabelecimento das ZEPs. A análise sobre a qualidade e a precisão de inserção de parques lineares se volta para suas funções, como um elemento que vai além da função de ser um adorno da cidade, ele é um elemento de comunicação, linear em todos os sentidos, e permite a passagem e conexões de animais, pedestres e sons, entre diferentes pontos da área urbana, sendo interessante ter em suas proximidades vias de automóveis, facilitando a mobilidade e a permanência de pessoas nesse espaço. O parque faz ainda a função de conexão visual entre vários pontos da cidade.

É fato que se deve valorizar o lugar enquanto natureza, puro e sem intervenção alguma, pois ela, por si só é capaz de satisfazer as necessidades humanas de bem estar e qualidade de vida. Por isso, quando se preocupará aqui sobre qual o papel do planejamento para a permanência e manutenção desses lugares, refere-se muito mais a pensar na proteção e cuidado, do que efetivamente numa proposta de intervenção projetual, ainda que, consideramos que a ideia, quando complementar ao planejamento protetivo e preventivo, é importante para garantir o uso mais constante desses lugares e incentivar a percepção e uso como complementares a visão ecológica que se tem na idealização de um parque, entendendo- assim que "[...] o 'espírito' do lugar ecológico, [...] sagrado, onde a natureza prevalece sobre as demais coisas, ou onde tudo é natureza, exige uma visão nova, transcendental, na qual os objetos desaparecem em sua forma física e reaparecem na sua essência. As coisas assumem assim inusitadas proporções, e está na lúcida manifestação deste estado de coisas que os desenhos desses elementos tomem sua forma definitiva e/ou provisória." (Franco, 1997, p.149). Esta essência é a forma mais pura que o ambiente oferece e carece-se de apreender a valorizá-lo. Antes de tudo, "[...] existe uma alienação generalizada da sociedade urbana acerca dos valores ambientais e das conexões da cultura com o suporte biofísico que a sustenta. [...] Uma afluente e móvel sociedade procura o ar limpo, que lhe é negado na cidade, nos refúgios de lugares naturais". (Franco, 1997, p.207). Corroborando com Lamas, "para aprender a projectar, há primeiro que aprender a ler a cidade." (Lamas, 2011, p. 398).

3.1 Diagnóstico das áreas: percepções físicas e sensoriais

O diagnóstico, é parte de um processo que está em desenvolvimento em conjunto com GEPIAE. Para tal, tem sido realizadas visitas de campo com inventário fotográfico, percepções sensoriais e captação sonora (por meio do gravador H5 Handy Recorder 200m), com o intuito de obter informações acerca da paisagem sonora nas áreas verdes lindeiras aos córregos Marinheirinho e Boa Vista. O percurso iniciou-se no córrego Marinheirinho, mais especificamente no Parque da Cultura, passando, respectivamente, por alguns locais como o Horto-Florestal, bairro Vila Recanto das Águas e Pró-Povo. Em seguida, parte-se para o córrego Boa Vista, dando início na ponte Valdevir Bernadelli, onde ocorre o cruzamento dos bairros Jardim de Bortole e Cidade Nova Vida, indo no sentido do Condomínio Village San Remo, localizado na Chácara das Paineiras, encerrando-se o percurso no bairro São João.

Schafer (2011) destaca as três fontes sonoras existentes: geofonia , antropofonia e biofonia. A geofonia são sons não biológicos; a biofonia parte dos sons gerados por organismos vivos

e antropofonia é entendida como os sons produzidos por seres humanos. Assim, a partir do diagnóstico realizado, nota-se a predominância de sons antrópicos decorrente do tráfego de veículos próximo das áreas principalmente nas áreas de maiores adensamentos construtivos e próximas de vias arteriais e coletoras, como na avenida que conecta o bairro Jardim de Bortole e Cidade Nova Vida (localizados na ponte Valdevir Bernardelli). Estes ganham destaque enquanto os sons naturais perdem espessura na paisagem urbana, e traduz uma paisagem obstruída, desintegrando parte do que é sensível aos indivíduos.

Tabela 1 - Análise e percepção sensorial: Córrego Marinheirinho 01/05/2024

Córrego Marinheirinho							
Áudio	**Local**	**Hora**	**Duração**	**Descrição**	**Antropofonia**	**Geofonia**	**Biofonia**
	Parque da Cultura	10h14	45 seg	Canto de Pássaros e fluxo de veículos	90,00%	0,00%	10,00%
	Parque da Cultura	10h16	130 seg	Tráfego de veículos, pássaros e vento intenso	45,00%	45,00%	10,00%
	Horto Florestal	10h53	70 seg	Barulho do córrego e dos pássaros	0,00%	80,00%	20,00%
	Horto Florestal	10h57	127 seg	Barulho do córrego, pássaros, veículos e pessoas	5,00%	80,00%	15,00%

Tabela 2 - Análise e percepção sensorial: Córrego Boa Vista 01/05/2024

Córrego Boa Vista							
Áudio	**Local**	**Hora**	**Duração**	**Descrição**	**Antropofonia**	**Geofonia**	**Biofonia**
	Pró Povo	11h15	45 seg	Fluxo de veículos e pássaros.	40,00%	0,00%	60,00%
	Ponte Valdevir Bernadelli	11h39	55 seg	Fluxo de veículos e pássaros	95,00%	0,00%	5,00%
	Chácara das Paineiras	11h58	60 seg	Som do córrego, pássaros e veículos	5,00%	50,00%	45,00%
	São João	12h12	55 seg	Som do córrego, pássaros e veículos	5,00%	85,00%	10,00%



Fig. 5 - Compilação de dados da análise da Fig. 1

Em contrapartida, o local com maior incidência de sons de biofonia e geofonia estão concentrados no Horto Florestal. Isso ocorre devido a área ser considerada uma Zona de Lazer e Proteção (ZLP), além de conter uma grande proximidade urbana-rural, com um menor adensamento construtivo comparado às outras áreas, também possui uma Área de Preservação Permanente (APP), e com um entorno composto, por sua maioria, de Zona Especial de Proteção Ambiental ao Manancial de Abastecimento (ZEPAM), sinalizando espaços de permanência, como no caso do Parque da Cultura.

Conhecer os espaços a partir do que eles têm a nos oferecer quanto à sua sonoridade, traduz ao indivíduo uma nova forma de reconhecê-lo e apreciá-lo. Desse modo, foi possível estabelecer uma relação entre o corpo e o que ele entende do espaço, habitado e natural. Ao criarmos essa mediação, é factível que quanto mais adentramos as áreas verdes com maior adensamento de vegetação, dando ênfase ao que os nossos ouvidos tendem a conhecer, podemos (re)conhecer, o caminhar dos pássaros e suas vocalizações, o barulho do escoar das águas, o vento que é singular através de cada textura presente, e a partir disso o corpo propende a permanecer e ser parte integrante do espaço.

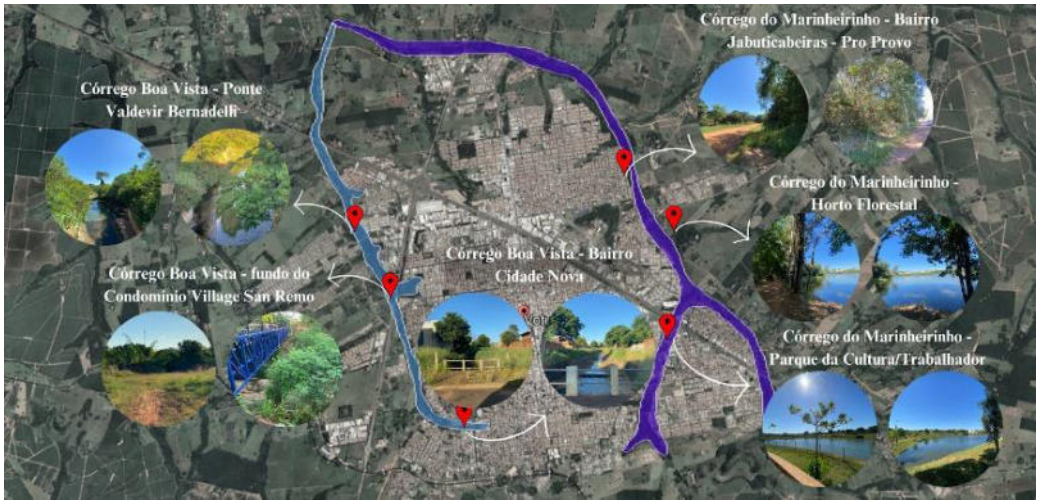


Fig. 6 - Demarcação dos córregos em estudo e visadas dos locais visitados

Considerando os pontos lindeiros às áreas de mananciais dos córregos Marinheirinho e Boa Vista, nas faces imediatas, observa-se uma grande diversidade vinculada tanto ao aspecto da paisagem natural, que congrega diversidade de espécies significativas da região noroeste paulista, as espécies da fauna, características de conservação e degradação das áreas estudadas, sonoridades, texturas, quanto os aspectos de natureza urbana relacionados ao uso do solo, que valida diferentes aspectos quanto às formas de uso/ocupação, sendo comércio, indústrias, prestação de serviços, moradias de interesse social e condomínio de alto padrão. Além disso, um sistema viário hierarquicamente diversificado permeia estas áreas que congrega desde vias arteriais, coletoras e locais, além das chamadas 'estradas de terra'.

A percepção que a visita *in loco* permite, leva a algo mais profundo, uma imersividade no processo do sentir, e se fazer sentir, conectando espécie humana àquelas que há no espaço natural, fazendo-se criar um processo cíclico, de conexão com a natureza "no meio da massa perceptiva, que a escuta não é simplesmente a somatória dos dados sonoros mais o lugar; que os aromas identificam o olhar e que a paisagem não é redutível aos conceitos ou aos demais órgãos dos sentidos. Os dados provenientes dos órgãos dos sentidos, enfim, ajudam a testemunhar a paisagem. Como recortes e pressupostos. Deles preciso para tatear o fugaz."

(Costa Neto, 2020. p. 28). Essa imagem "fugaz", é parte integrante daquilo que a cidade oferece, numa moldura ecológica que os córregos desenham por si só, sem precisar de mais nada que o ressignifique. Mas e quanto às propostas dos parques, enquanto intervenções humanas? Responde-se, portanto, que essas são necessárias muito mais como uma atração e fundamentações de melhorias daquilo que o tempo e o homem podem ter transformado de uma forma não desejada, mas, no espaço intocado, também há muito que se desfrutar, sentir, perceber, usufruir. Não se nega aqui a necessidade de intervenções projetuais, mas há que se pensar, na preponderância do ambiente natural sobre a cidade edificada.

A cidade, obra humana, revela as possibilidades do processo civilizatório e enquanto momento presente, ela existe pela "acumulação de tempos do passado" que entram em conflito com o tempo presente. "[...] o espaço, em constante mutação, e o tempo, em processo de aceleração, produzem uma nova dinâmica." (Carlos, 2007, p. 63-64). A vida cotidiana leva ao aniquilamento do indivíduo, ao não perceber e sentir o espaço por onde passa, o que tende também a se tornar prática impregnada a sua vivência.

4 UM OLHAR PARA AS ÁREAS VERDES DOS CÓRREGOS MARINHEIRINHO E BOA VISTA: UMA IMERSÃO EM ÁREAS DE REFÚGIO E ACONCHEGO

Áreas verdes degradadas e academia ao ar livre com projetos obsoletos ganham espessura na paisagem urbana. Enquanto isso, o canto dos pássaros e o barulho dos ventos são substituídos por intenso fluxo de motores motivados pela sobrecarga no sistema viário, à medida em que a cidade se amplia. Esse cenário resulta na poluição da paisagem sonora, sendo ela, o conjunto vasto de sons que fazem parte da existência humana, sejam eles sons agradáveis ou não. Segundo Schafer (2011), a paisagem sonora é dinâmica e transformável, sendo planejada por todos aqueles em que a compõem.

De acordo com Peixoto (1988), a era do imediatismo na qual o mundo está inserido é responsável por achatar a paisagem, deixando a experiência rasa e enfraquecida, incapaz de promover integração e principalmente imersão da população que habita determinado espaço. Assim o autor aponta para a necessidade de que o indivíduo seja turista da própria cidade, com o intuito de resgatar o olhar sensível para dentro da paisagem urbana, estando apto a redescobrir o local através da exploração dos sentidos, para além daquilo que os olhos alcançam, o que vai ao encontro a proposta de imaginabilidade de Kevin Lynch, referindo-se à "forma, cor ou arranjo que facilitam a formação de imagens mentais do ambiente fortemente identificadas, poderosamente estruturadas e altamente úteis." (Lynch, 1960,p. 9).

Segundo Jan Gehl (2014) os elementos básicos da arquitetura são os espaços de experiência e de movimento. Dito isso, o ponto de partida para a projetação de uma cidade para as pessoas é a mobilidade e os sentidos humanos, já que estes fornecem a base biológica das atividades, do comportamento e da comunicação no espaço urbano. As áreas verdes sinalizam a permanência, o silêncio, a tranquilidade e representam o campo de relaxamento, onde o corpo sente-se livre para ser, pensar e criar. O projeto, deve-se voltar a atenção aos elementos sonoros naturais, bem como criar espaços que possam provocar a ativação das funções sensoperceptivas a fim de promover a integração e a experiência imersiva ao ambiente. Pallasmaa (2011), defende que os espaços planejados devem ser projetados levando em consideração a maneira como eles afetam todos os sentidos, proporcionando experiências significativas para as pessoas que os habitam.

Em função dessa necessidade, os Parques Lineares apresentam-se como alternativa para favorecer essa conexão entre o meio urbano e o meio natural. O projeto de lei complementar nº 18/2021, assegura ao município a implantação, recuperação e preservação dos Parques Lineares, considerando que esses aprimoram o desenho urbano, aplicando e articulando os espaços de uso público destinado à circulação e bem estar dos pedestres e ciclistas, além de preservar e ampliar a arborização urbana nativa. A partir das percepções que esse espaço provoca, podemos destacar a necessidade de trazer ao ambiente uma nova forma de vivenciar e sentir. Através de ciclovias que margeiam as sombras das árvores é atribuído um espaço que não somente preserva o entorno, mas que também seja convidativo e sirva como espaço de refúgio e aconchego. Para manter a essência desses ambientes, é necessário inibir todos os ruídos indesejáveis externos e resgatar o silêncio, assim como favorecer a iluminação, a acessibilidade, sombriedade e integração.

Cullen (2010), quando analisa o espaço por (sub)categorias múltiplas, apregoa que esse espaço é imbuído de complexidades e que além da importância da categoria morfológica, sobressaem também os aspectos da cor, textura dos edifícios, pormenores construtivos, aspectos vegetais e mobiliários, inclusive o "percurso do transeunte" (Cullen, 2010, p. 11), orientando-se preocupar com os aspectos da caminhabilidade, sendo importante pensar na "arte do relacionamento" (Cullen, 2010), na relação espaço construído/natureza e há nesse sentido, um objetivo: A reunião dos elementos que concorrem para a criação de um ambiente, passam pelas árvores, água, por toda a natureza, enfim, e entretecendo esses elementos de maneira que despertem emoção e interesse. Uma cidade, é antes de mais nada, uma ocorrência emocionante no meio ambiente." (Cullen, 2010, p. 10).

5 CONCLUSÃO

Apesar do bom histórico do processo de planejamento urbano, sobretudo pelas práticas realizadas em diversos setores e pela exímia estruturação legal que ampara o município desde a década de 1970, com a aprovação de uma série de planos diretores e diversas leis de uso solo, ainda há que se pensar nas práticas relacionadas às preocupações aqui expostas.

Embora as áreas estudadas tenham potencial de comunicação e orientação de mobilidade urbana associadas ao sistema viário coletor, não se identifica de fato a existência destas conexões que levem a uma integração inclusive das áreas urbanas ampliadas para além das delimitações dos córregos, sobretudo sistemas cicloviários e para pedestres, o que seria plausível, ainda no sentido de orientar percepção e interação com a fauna e flora, e fortalecer a formação de novas centralidades, gerando diversidade, inclusive desobstruindo a sobrecarga de usos de áreas mais adensadas, como é o caso da área central.

Reiteramos que essa pesquisa não esgota a possibilidade e a necessidade de um maior aprofundamento, considerando que a cidade, enquanto organismo vivo, também carece de manter dinâmica suas leis, práticas e determinações que levam àquilo que a Lei Federal 10.257/2001 transmite: a construção de "uma cidade mais justa e mais bela", entendendo que isso deve reverberar em todas as instâncias da vida urbana, e expressar a lógica que Cullen reporta dessa cidades ser sim, uma ocorrência emocionante no meio ambiente e não o contrário.

6 REFERÊNCIAS

Carlos, A. F. A. (2007) **O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade**, São Paulo: FFLCH.

Costa Neto, A. A. (2020) **Projeto cerrado: instaurando ambientes expandidos**, Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, DF.

Cucato, J. A. (2015) **As disputas pelo território no espaço urbano de Votuporanga/SP: contradições no Zoneamento de Interesse Social (ZEIS), 1996-2012**, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Cucato, J. A. (2023) **Planejamento integrado e indústria: o SERFHAU/BNH no estado de São Paulo de 1964 a 1980**, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Franco, M. A. R. (1997) **Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico**, São Paulo, Annablume, Fapesp.

Gehl, J. (2014) **Cidades para pessoas**, São Paulo, Perspectiva.

Lamas, J. M. R. G. (2011) **Morfologia urbana e desenho da cidade**, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

Lepetit, B. (2001) **Por uma nova história urbana**, São Paulo, USP.

Lynch, K. (1980) **A imagem da cidade**, Lisboa, Edições 70.

Monbeig, P. (1984) **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**, São Paulo, Hucitec-Polis.

Pallasmaa, J. (2011) **Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos**, Porto Alegre, Bookman.

Peixoto, N. B. (1988) O olhar do estrangeiro, in A. Novaes (org.), **O olhar**, São Paulo, Companhia das Letras.

Prefeitura de Votuporanga (1971) **Plano de Desenvolvimento Integrado de Votuporanga.**

Prefeitura de Votuporanga (1996) **Plano Diretor Municipal: lei 2.830 de 1996**.

Prefeitura de Votuporanga (2006) **Plano Diretor Participativo de Votuporanga**.

Prefeitura de Votuporanga (2021) **Plano Diretor Participativo de Votuporanga**.

Prefeitura de Votuporanga (2021) **Projeto de Lei Complementar n. 18/2021**.

Prefeitura de Votuporanga (2023) **Projeto de Lei Complementar n. 498/2023**.

Schefer, R. M., Fonterrada, M. T. (2011) **A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora**, São Paulo, UNESP.

DESAFIOS URBANOS EM ATENAS: ENTRE A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL E A COEXISTÊNCIA COM GATOS DE RUA

Y.M. Camelo e L. Alcanfor

RESUMO

Este artigo tem como propósito discutir questões sobre o desenvolvimento de políticas públicas a partir da interação entre o patrimônio cultural de Atenas e a presença de gatos de rua na cidade. O estudo investiga a complexidade existente entre a interação com a população de felinos e os desafios enfrentados pelas autoridades locais por meio de estratégias adotadas para lidar com essa interação, incluindo programas de esterilização em massa, conscientização pública e envolvimento da comunidade. Pretende-se debater os resultados das estratégias adotadas considerando seus impactos sociais, ambientais e culturais, buscando compreender como encontrar um equilíbrio entre a preservação do patrimônio cultural e a gestão adequada dos desafios contemporâneos. Assim, esta pesquisa proporciona valiosos entendimentos para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes em contextos urbanos históricos semelhantes, como Salvador, no Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O patrimônio cultural de uma cidade é considerado como testemunho histórico de determinada população e os bens que conferem identidade, memória e ação a determinado grupo social ao longo da existência se fazem presentes, porém, o patrimônio cultural não deve ser reduzido apenas a isso. No contexto da cidade de Atenas, Grécia, monumentos icônicos como a Acrópole e o Partenon, também símbolos de instrumento político, revelam como esses monumentos foram cruciais para a criação de uma identidade helênica. O patrimônio cultural, quando situado no rol da matéria ambiental, se contextualiza como uma teia intricada de desafios e oportunidades. Essa dinâmica pode ser exemplificada pela superpopulação de gatos de rua na cidade de Atenas, levando a crer que as abordagens em educação ambiental crítica em conjunto com a defesa do patrimônio cultural são ferramentas para exercer a cidadania e a compreensão dos processos humanos.

Segundo o ensaísta e antropólogo brasileiro, Roberto DaMatta, na interpretação do espaço, o espaço público se configura como uma categoria sociológica em que as ações sociais e os traços de convivialidade e comunidade são capazes de despertar emoções,

reações e interações. Ao analisar o patrimônio cultural e histórico grego, tem-se que parte do espaço público é configurado por monumentos antigos de Atenas, que, por sua vez, testemunham séculos de cultura e civilização e interagem com questões modernas como a superpopulação de gatos de rua nesses espaços. Essa relação denota importantes preocupações relacionadas à saúde pública, ao bem-estar animal e à sustentabilidade ambiental. Ao considerar as dificuldades enfrentadas pelas autoridades locais quanto ao manejo da população de felinos nas ruas atenienses, pode-se pensar na relação entre a casa e a rua, no segmento em que, para os felinos, a rua não é espaço e sim casa. Sendo assim, de que modo pensar o seguimento de regras e as proteções sociais para esses agentes que compõem a paisagem urbana e interagem socialmente com a população e seu patrimônio cultural?

Este estudo analisa brevemente a interação entre o patrimônio cultural de Atenas e a presença dos gatos de rua com o objetivo de oferecer uma compreensão abrangente das questões envolvidas e das estratégias adotadas para lidar com elas. Ao examinar os resultados das políticas públicas e práticas implementadas, como os programas de esterilização em massa, as campanhas de conscientização e os esforços de envolvimento comunitário, busca-se contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes não apenas em Atenas, mas também em outros contextos urbanos históricos que enfrentam dilemas semelhantes.

Embora cada cidade possua suas próprias características, a análise comparativa pode ajudar a identificar padrões e tendências comuns, informando e reconhecendo a necessidade de orientação para a tomada de decisões e a implementação de medidas adequadas em cidades históricas ao redor do mundo. Para tanto, e a fim de fornecer entendimentos adicionais sobre os desafios e oportunidades associados à presença de gatos de rua em contextos urbanos, pretende-se fazer um paralelo com a cidade de Salvador, capital da Bahia, Brasil, que enfrenta questões específicas urgentes relacionadas à superpopulação de gatos de rua.

2 IMPACTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E CULTURAIS DA PRESENÇA DE GATOS DE RUA EM ATENAS

Ao longo dos séculos, Atenas desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da civilização ocidental. Considerada como exemplo da urbanização e tendo o Partenon como monumento que abarca significado histórico, cultural e educativo para a população e para a sociedade, a cidade movimenta economicamente o país, sendo um dos destinos turísticos mais populares e visitados do mundo. Seus sítios arqueológicos localizados no centro da cidade colaboram para a apreciação da relação entre passado e presente.

Paralelamente à sua rica herança cultural, Atenas também abriga uma população considerável de gatos de rua. A presença desses animais adiciona uma camada adicional à tapeçaria cultural de Atenas, contribuindo para sua atmosfera única e peculiar. Esses

felinos, vagando pelas antigas ruas da cidade, tornaram-se uma parte intrínseca de sua paisagem urbana.



Figura 1 Felino em rua do bairro de Plaka nas proximidades das ruínas do Panteão de Adriano
Fonte: arquivo pessoal de Leonardo Alcanfor

Ao considerar a relação simbólica dos animais na sociedade, tem-se que os processos de domesticação de várias espécies animais foram resultados das relações traçadas entre eles em cada período histórico. Os gatos, especificamente, fizeram parte de diversas culturas, como aponta Machado *et al.* (2014):

> Na Grécia antiga, os filósofos Pitágoras, Plutarco, Porfírio e Plínio possuíam um pensamento ético em relação aos animais não humanos, afirmando que não deveriam ser mortos e que deveriam ser respeitados e tratados com dignidade. Em Roma, os gatos desempenhavam um papel como caçadores de ratos, o que contribuiu para esses animais formarem colônias por toda a Europa, já que eram transportados em barcos durante a expansão do império Romano.

A interação da fauna urbana ateniense revela uma dinâmica complexa: os gatos de rua desfrutam de um ambiente urbano que oferece abrigo, são frequentemente vistos como parte integrante da comunidade urbana, desempenhando papéis simbólicos e emocionais importantes para muitos residentes. Suas aparições nas ruas, praças e becos de Atenas contribuem para gerar uma atmosfera de cuidado coletivo para com esses animais, evocando uma sensação de proximidade com a natureza em meio ao ambiente urbano. Muitos residentes atenienses constroem abrigos em papelão para que os felinos possam se proteger das intempéries do meio em que vivem.



Figura 2 Felino em abrigo localizado nas proximidades das ruínas do Panteão de Adriano
Fonte: arquivo pessoal de Leonardo Alcanfor

As características da cidade também colaboram para a sobrevivência urbana dos felinos, devido à existência de becos, ruínas e ruas estreitas que servem de esconderijo e abrigo aos gatos, principalmente às fêmeas, que podem dar à luz a uma ninhada de até cinco filhotes de duas a três vezes ao ano.

Os gatos de rua também são responsáveis em certa medida pela movimentação da economia local, uma vez que existem passeios destinados aos turistas em que é possível conhecer o patrimônio histórico e cultural e interagir com os gatos. Os passeios e caminhadas destinam uma parte de seus lucros para ajudar organizações locais responsáveis pela manutenção de cuidados e bem-estar desses animais, que estão localizados em grande parte das áreas dos monumentos históricos.

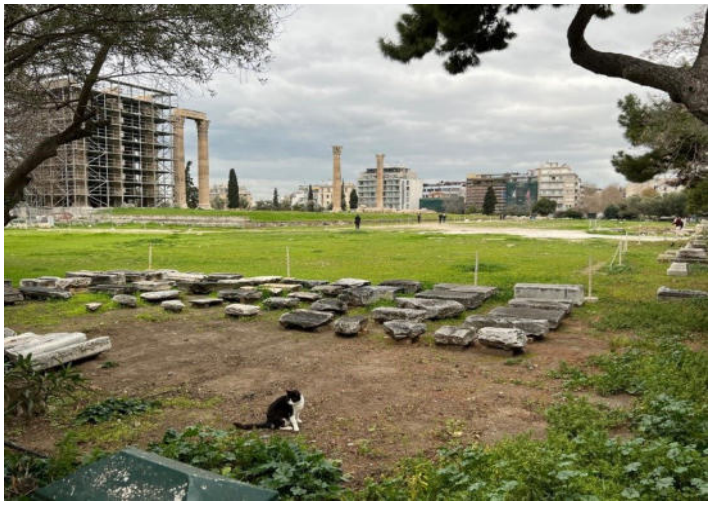


Figura 3 Felino no Templo de Zeus
Fonte: arquivo pessoal de Leonardo Alcanfor

Ao considerar o aspecto ambiental, embora os gatos desempenhem um papel na regulação da população de roedores e pragas urbanas, sua presença em grande número pode impactar negativamente a biodiversidade local, pois a competição por alimento pode levar os animais a buscarem recursos na fauna silvestre a partir da predação de aves e pequenos mamíferos. Dessa forma, a ecologia urbana pode ser afetada, gerando dois fatores preocupantes: o desequilíbrio dos ecossistemas naturais e a transmissão e propagação de zoonoses. A deposição de fezes em áreas públicas representa um desafio não somente para a conservação do patrimônio cultural da cidade de Atenas, mas para a saúde pública, uma vez que animais contaminados são passíveis de transmitir doenças como raiva, toxoplasmose (doença causada por protozoário do gênero *Toxoplasma gondii*), esporotricose (doença infecciosa que é causada pelo fungo do gênero *Sporothrix* que afeta tanto gatos quanto humanos e causa lesões profundas na pele), entre outras.

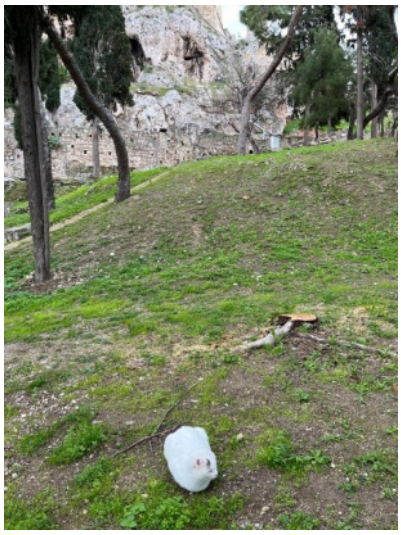




Figura 4 Felino nas proximidades da Acrópole
Figura 5 Felino em detalhe (supostamente com vestígios de esporotricose na orelha direita)
Fonte: arquivo pessoal de Leonardo Alcanfor

Por outro lado, a presença dos felinos levanta questões sobre a conservação do patrimônio cultural e a gestão adequada da vida urbana contemporânea, uma vez que os gatos de rua podem causar danos à infraestrutura urbana e ao patrimônio histórico de Atenas a partir de arranhões em monumentos e edifícios antigos, por exemplo. Esses impactos ambientais e culturais destacam a necessidade de abordar de forma abrangente a presença dos gatos de rua em Atenas, buscando soluções que possam equilibrar a preservação do patrimônio cultural com a gestão sustentável da fauna urbana.

3 DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DA SUPERPOPULAÇÃO DE GATOS DE RUA EM ATENAS

Visando mitigar os impactos negativos da superpopulação dos gatos de rua em Atenas e promover uma convivência harmoniosa entre humanos e animais, um dos principais pilares das estratégias de gestão da população felina é a realização dos programas de esterilização em massa, conhecido popularmente como a castração. Em contextos urbanos os programas de esterilização de animais também são conhecidos como CED (captura, esterilização e devolução). Essa ação visa estagnar e diminuir o crescimento populacional dos gatos, além de evitar comportamentos desagradáveis como a competição por recursos, demarcação de território, vocalização de brigas ou acasalamento. Com essa medida pela saúde animal, percebe-se que os gatos castrados consequentemente tornam-se mais calmos e são mais aceitos pelos humanos.

Além dos programas de esterilização, a ação de voluntários também é fundamental, pois são agentes sociais e comunitários que muitas vezes possuem um conhecimento detalhado da territorialidade dos felinos promovendo o processo de captura para a castração. Ademais, a conscientização pública desempenha um papel fundamental na gestão da superpopulação de gatos de rua em Atenas. A conscientização acerca do programa de castração em massa pode ser percebida como estratégia contra o abandono e sensibilização da sociedade para a adoção dos animais que se encontram nas ruas, levando às campanhas sobre a guarda responsável desses animais. Além de informativas, essas campanhas são sociointerativas comportamentais, pois visam modificar atitudes e comportamentos em relação aos gatos de rua, a fim de promover uma cultura de respeito e proteção aos animais.

No entanto, apesar dos esforços empreendidos, a gestão da superpopulação de gatos de rua em Atenas continua sendo um desafio em constante evolução. Um dos principais desafios das autoridades locais é a falta de recursos financeiros e infraestrutura adequada para abrigar os felinos de rua, bem como a resistência por parte de alguns setores da comunidade quanto às necessidades demandadas por esses animais.

A busca por soluções eficazes exige um compromisso contínuo com a inovação e a colaboração entre governo, organizações não governamentais e a sociedade civil, a fim de garantir um ambiente urbano saudável e sustentável para todos os seus habitantes, humanos e animais.

4 SUPERPOPULAÇÃO DE GATOS EM SALVADOR: APROXIMAÇÕES

Um exemplo similar ao problema da superpopulação de gatos de rua em Atenas pode ser observado na orla da praia de Piatã, em Salvador da Bahia, Brasil. Esta área faz parte do conjunto urbanístico e arquitetônico do centro histórico de Salvador, que foi declarado Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO em 1985. Uma colônia de gatos, composta por cerca de 300 animais, vivia no local. Segundo a Secretaria de Sustentabilidade, Resiliência e Bem-estar e Proteção Animal de Salvador, muitos dos animais estavam infectados por esporotricose e necessitavam do apoio das autoridades locais para que o problema fosse resolvido.



Figura 6 Gatos abandonados na orla da praia de Piatã
Fonte: https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/01/09/colonia-de-gatos-abandonados-em-salvador-vira-caso-de-justica-entenda-polemica.ghtml

Os gatos recebiam alimentação e cuidados de voluntários da comunidade local. Porém, ficavam em situação vulnerável e expostos a atropelamentos e envenenamentos. Um dos principais desafios que se mantém até hoje é o combate ao abandono de animais próximo à região onde a colônia de felinos se localizava. A questão foi inclusive objeto de ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público do Estado da Bahia.

Como fruto da mencionada ação judicial e como estratégia de gestão da superpopulação de gatos de rua, a prefeitura de Salvador, por meio de chamamento público, selecionou uma Organização da Sociedade Civil apta a receber os animais. Em atuação com a Polícia Civil foram instaladas câmeras de segurança para identificação das pessoas que abandonassem os animais no local e assim pudessem ser investigadas pelo crime, previsto na Lei Federal nº 9.605/98, além da instalação de salas de monitoramento de animais nos arredores da orla da praia de Piatã.

O resgate dos animais da colônia felina localizada na orla da praia de Piatã começou no dia 2 de maio de 2024 por uma ONG credenciada pela prefeitura de Salvador que, por sua vez, trouxe como medida de gestão da superpopulação de felinos a disponibilização da esterilização gratuita dos animais que porventura fossem adotados, além da construção do Hospital Veterinário de Salvador que contaria com atendimento ambulatorial, vacinas, centro cirúrgico e outras especialidades. Após a retirada de grande parte felinos (pois tal ação ainda está em curso), autoridades locais ficaram responsáveis pela limpeza e retirada de dejetos a fim de preservar a área pública na qual a população de gatos se localizava.

É possível verificar que o caso da superpopulação de gatos de rua de Salvador e dos gatos de rua de Atenas coincidem em conceitos como a dignidade, o bem-estar e a

qualidade de vida dos felinos a partir de medidas de gestão que consideram a saúde pública e a preservação do patrimônio cultural das cidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se evidente que a presença dos gatos de rua em Atenas é um fenômeno complexo e multifacetado, que afeta diversos aspectos da vida urbana na cidade. A produção de uma "cultura natural" ateniense configura uma relação ecológica que deve ser considerada. Ao longo deste estudo, examinou-se os desafios enfrentados pelas autoridades locais na gestão da superpopulação de gatos de rua, bem como os impactos sociais, ambientais e culturais dessa interação entre patrimônio histórico e fauna urbana.

Percebe-se que a presença dos gatos de rua em Atenas desencadeia uma série de questões, incluindo preocupações com a saúde pública, o bem-estar animal e a conservação do patrimônio histórico da cidade. No entanto, também é possível reconhecer o valor simbólico e emocional desses animais para os habitantes locais, que os consideram parte integrante da identidade e atmosfera única de Atenas.

Em vias de conclusão deste estudo, é importante refletir sobre as lições aprendidas e as perspectivas para o futuro. A cidade de Atenas enfrenta desafios significativos na gestão da superpopulação de gatos de rua, mas também se percebendo uma abordagem proativa e inovadora na implementação de estratégias de controle e conscientização pública.

À luz dessas considerações, é fundamental reconhecer que a cidade de Atenas não está sozinha nessa jornada e que este é um tema de implicações ético morais que envolvem as autoridades locais, a comunidade e a população em geral. Outras cidades históricas ao redor do mundo enfrentam desafios análogos, incluindo Salvador, no Brasil, em que a presença de gatos de rua também é uma realidade urbana. Ao analisar casos semelhantes, podemos aprender com as experiências compartilhadas e desenvolver abordagens mais eficazes para lidar com a interação entre patrimônio histórico e cultural e a fauna urbana em contextos urbanos únicos e diversos.

6 REFERÊNCIAS

Adams, C.E e Burton, P.J. (2009). **Urban Wildlife Management**. CRC Press; 2nd edition (November 24, 2009).

Alcanfor, L. (2024). Arquivo pessoal de imagens da cidade de Atenas, Grécia.

College Year in Athens (2024). **The Low-Down on Athenian Cats**, disponível em: https://cyathens.org/student-life/the-low-down-on-athenian-cats/
(acesso em 25 Abr 2024).

Congresso Nacional (1998). **Lei nº 9.605**, Lei dos Crimes Ambientais.

Convenção sobre Diversidade Biológica (2012). **Cities and Biodiversity Outlook: Action and Policy.**

Costa Pinto, L.B. (2022). **O abandono animal em Salvador e seus reflexos ecológicos.** Salvador, Brasil.

Dal Bosco, S.M e Penteado, M.L. (2012). **Gatos de rua e os desafios para a saúde pública**: uma revisão, disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcv/a/3Wh6b8X4R7yKvXPrT2g2nqY/?lang=pt (acesso em 24 Abr 2024).

Dal Bosco, S.M. e Penteado, M.L. (2014). **População de Gatos de Rua e Saúde Humana**, disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcv/a/z8CwKH4qFk2Hvk7bS5w7VSD/?lang=pt (acesso em 24 Abr 2024).

DaMatta, R. (1987). **A casa & a rua.** Rio de Janeiro, Guanabara.

Dillenseger, C. (2023). **Stray cats between urban planning, heritagization and ecofeminism**, in Maloutas T., Spyrellis S. (eds) Athens Social Atlas, disponível em: https://www.athenssocialatlas.gr/en/article/feral-athens/ , DOI: 10.17902/20971.113 (acesso em 24 Abr 2024).

Greek Cat Welfare Society UK (2024), disponível em: https://greekcats.org.uk/about-us/ (acesso em 24 Abr 2024).

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2014). **Patrimônio Cultural – BA**, disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/479/ (acesso em 25 Abr 2024).

Kedi (2016). Full Length Documentary, disponível em: https://www.youtube.com/watch? v=PpG0z-npFIY (acesso em 25 Abr 2024).

Lopes, F.A. (2011). **Impacto ambiental de gatos domésticos e de gatos ferais em áreas urbanas**, disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95353 (acesso em 24 Abr 2024).

Machado, J. Paixão, R.L. (2014). A representação do gato doméstico em diferentes contextos socioculturais e as conexões com a ética animal. **Revista Internacional**

Interdisciplinar INTERthesis, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 231-253. Florianópolis, Brasil, jun. 2014**.**

Maluf, E.A.F. (2003). **A presença do gato doméstico no meio urbano e sua relação com o homem**, disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/RTW6Jh9MK4fy8cjbMTPNcVh/?lang=pt (acesso em 24 Abr 2024).

Matera, J.M e Mello, F.F (2017). **Gatos de Rua - Uma Questão de Saúde Pública e Bem-Estar Animal**, disponível em: https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/133438 (acesso em 24 Abr 2024).

Ministério Público do Estado da Bahia. **MP aciona Município de Salvador para encaminhar animais da 'Colônia de Gatos de Piatã' para unidade pública habilitada**, disponível em: https://www.mpba.mp.br/noticia/71150 (acesso em 24 Abr 2024).

Navarrete, L. (2022). **El Partenón: uso del patrimonio arqueológico en la construcción de la identidad nacional.** Santander, Espanha.

Portal g1 BA e TV Bahia (2024). **Com cerca de 300 animais, colônia de gatos abandonados em Salvador vira caso de Justiça; entenda polêmica**, disponível em: https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/01/09/colonia-de-gatos-abandonados-em-salvador-vira-caso-de-justica-entenda-polemica.ghtml (acesso em 25 Abr 2024).

Unesco (1987). Convenção do Patrimônio Mundial. **Acrópole, Atenas**, disponível em: https://whc.unesco.org/en/list/404/ (acesso 25 Abr 2024).

VII Conferência Internacional de Medicina Veterinária do Coletivo (2016), disponível em: https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/36895/41489 (acesso em 25 Abr 2024).

Warren, L, Paige. S e Bay, Sarah G. M. (2014). **Urban Wildlife Conservation**: Theory and Practice. Springer; Softcover Reprint of the Original 1st 2014 ed. Edição.

A OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL POR FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS EM TERESINA-PI

A. L. R. C. da Silveira, A. P. Rocha

RESUMO

A ocupação de áreas de fragilidade ambiental nas cidades brasileiras está relacionada, entre outros fatores, com a existência de um grande déficit habitacional no Brasil. Como exemplo desse cenário, uma expressiva parcela da população de Teresina ocupa áreas não aptas à urbanização organizadas, por sua vez, em favelas ou comunidades urbanas que se concentram principalmente nas proximidades das lagoas e dos dois rios que cortam a cidade. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar três comunidades urbanas localizadas em áreas de fragilidade ambiental na zona norte da cidade, segundo suas respectivas morfologias, infraestruturas urbanas e estruturas socioeconômicas. Os resultados evidenciam a necessidade de orientar o planejamento e a gestão dessas comunidades à correta gestão e preservação dos seus sistemas ambientais, visando a urbanização equilibrada sobre o território, a proteção do patrimônio ambiental e principalmente a proteção das pessoas expostas à situação de vulnerabilidade socioambiental e que reclamam políticas públicas habitacionais.

1 INTRODUÇÃO

As áreas de fragilidade ambiental em meio urbano estão sob constante pressão da urbanização, especialmente a informal. Em geral, são áreas em que a ocupação não deve ser estimulada e, se feita, deve seguir padrões de ocupação específicos, que visem a proteção do ambiente natural - já que apresentam características relevantes para a ocorrência e manutenção de fluxos e ciclos naturais de suma importância à realização de atividades humanas diversas (Santos; Marchioro, 2020). Estas áreas também podem ser reconhecidas enquanto porções do território que possuem algum aspecto de fragilidade em decorrência das características do meio ambiente e, por essa razão, a ocupação inadequada pode gerar risco à vida e ao patrimônio natural, reverberando problemas de ordem ambiental e socioeconômica.

Santos e Marchioro (2020, p. 73) afirmam que "o funcionamento dos ambientes naturais passa por constantes alterações devido às intervenções antrópicas que ocorrem numa velocidade maior do que aquela suportada pela natureza". Nesse sentido, infere-se que as intervenções humanas na paisagem urbana podem potencializar a fragilidade ambiental existente e provocar a conformação de novas áreas por meio da degradação ambiental, principalmente em regiões ambientalmente frágeis segundo critérios como o tipo de solo, a declividade, precipitação pluviométrica, infiltração da água e a biodiversidade.

Teresina, no estado do Piauí, apresenta diversos espaços de relevância paisagística e ecológica, muitas vezes impróprios à urbanização, mas ainda alvos da ocupação informal, especialmente em áreas de várzea e encostas (Silveira e Pessoa, 2019). Com base nesse cenário, observa-se a necessidade de orientar o planejamento e a gestão das cidades à correta gestão, manutenção e preservação desses espaços. As áreas de fragilidade ambiental se relacionam intimamente com diversos sistemas, desde o ciclo da água até o setor urbano de saneamento por exemplo, e sua proteção contribui para o aumento de área para infiltração da água no solo, redução da velocidade do escoamento superficial de água da chuva, controle da erosão bem como redução da carga de lama e sedimentos transportados para os corpos hídricos, entre outros.

Embora seja uma cidade cuja história é marcada pela existência de inúmeros planos de ordenamento territorial, Teresina teve sua expansão urbana orientada pela implementação de grandes conjuntos habitacionais, que atuaram como vetores de crescimento urbano e de ocupação de áreas impróprias por favelas e comunidades informais. Atualmente a cidade possui aproximadamente 130.000 pessoas morando em favelas e comunidades urbanas, de acordo com Carto (2010) e, de acordo com dados da Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Teresina em 2024, com o início do período chuvoso (Portal GP1, 2024) já existiam 56 áreas com risco de desastre natural, por enchente, inundação, enxurrada ou deslizamento de terra, que se concentram principalmente nas proximidades dos dois rios que cortam a cidade. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo a análise de três comunidades urbanas localizadas em áreas de fragilidade ambiental na zona norte da cidade apresentando suas características físicas, socioeconômicas, forma de ocupação, topografia, infraestrutura, entre outros parâmetros.

2 METODOLOGIA

De caráter exploratório, a pesquisa toma como ponto de partida a revisão de bibliografia sobre o processo de urbanização em Teresina, as características da sua matriz ambiental - com destaque ao sistema hidrográfico -, e processos ocupacionais em áreas de fragilidade ambiental. Isso, sob o suporte teórico de legislações urbano-ambientais a nível municipal e nacional, produções científicas sobre o território local e outros dados provenientes de sites de entidades municipais e supramunicipais, tais como a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SEMPLAN) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). Para o alcance dos objetivos, foi desenvolvido um diagnóstico de três comunidades urbanas localizadas na zona norte da capital piauiense, as quais foram analisadas segundo suas respectivas morfologias, infraestruturas urbanas, bem como suas estruturas socioeconômicas. O diagnóstico desenvolvido e as consecutivas discussões são apoiadas pela produção de dados primários (produção de mapas) e o suporte contínuo do software QGis como instrumento dedicado ao processamento de dados e validação dos resultados.

3 FAVELAS E COMUNIDADES URBANAS EM ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

A ocupação de áreas de fragilidade ambiental nas cidades brasileiras está relacionada, entre outros fatores, com a existência de um grande déficit habitacional no Brasil, em torno de 5.876.699 domicílios (FJP, 2021). De acordo com a metodologia adotada pela Fundação João Pinheiro, o cálculo do déficit habitacional é realizado considerando a existência de habitações precárias, a coabitação e o ônus excessivo do aluguel urbano. Na Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina, de acordo com dados de 2019 (FJP,

2021), o déficit habitacional urbano e rural é de 35.538 domicílios, onde 48,5% se referem a habitações precárias, 36,3% a coabitação e 15,1% ao ônus do aluguel excessivo.

Desta forma, a pressão desta parcela populacional na ocupação de áreas urbanas não aptas à urbanização é crescente, trazendo grande impacto ambiental na cidade. Quadro este, ainda mais reforçado ao se questionar as estatísticas levantadas sobre esse déficit habitacional, que conforme Davis (2006), costuma ser sub calculado de forma deliberada. Distantes do mercado formal de habitação, a população pobre urbana se encontra frente a uma lógica complexa para escolha de alternativas de moradia, por sua vez ainda mais dificultada pela baixa eficácia de políticas de provisão habitacional (Britto et al, 2006).

> (...) a escolha da moradia é um cálculo complicado de considerações ambíguas. Como a famosa frase do arquiteto anarquista John Turner, 'Moradia é um verbo'. Os pobres urbanos têm de resolver uma equação complexa ao tentar otimizar o custo habitacional, a garantia da posse, a qualidade do abrigo, a distância do trabalho e, por vezes, a própria segurança. (Davis, 2006, p. 39)

Consoante a esta linha de pensamento, a moradia compreendida enquanto verbo, necessita de diversas formas de conjugação as quais, para a população de baixa renda torna-se uma lógica complexa de decisões, por sua vez pautada na valorização de determinados fatores - proximidade ao trabalho, garantia de posse, custo da terra, qualidade da edificação, presença de infraestrutura urbana básica - e a necessidade de suportar outros, tal como a localização da moradia em áreas suscetíveis à ocorrência de desastres naturais. Outrossim, no caso de Teresina, e reforçando esse quadro de exposição a riscos socioambientais, a população residente em áreas de fragilidade ambiental lida com a ausência parcial ou total de sistema de esgotamento e tratamento de esgoto. Fator este, que precariza ainda mais condições de habitação na capital piauiense e contribui para a continuidade da degradação do sistema ambiental, principalmente nas comunidades situadas próximas a corpos d'água. Isso, sob o contexto de uma cidade que, em 2021, apenas 38,79 % de sua população urbana foi atendida com serviços de coleta de esgoto e 22,05 % do volume de esgoto gerado foi submetido à tratamento (Trata Brasil, 2023).

4 URBANIZAÇÃO E MEIO AMBIENTE EM TERESINA

Para analisar o processo de consolidação do tecido urbano de Teresina, faz-se necessário antever o contexto histórico sobre a fundação da cidade, a qual, no início do século XIX, ainda não se materializava enquanto cidade e tampouco capital piauiense. Até então, a sede administrativa da província localizava-se em Oeiras, na região central do Piauí, contudo a ideia de transferência da sede do poder provincial, que já se consolidava desde o período colonial - em busca de um sítio urbano localizado de forma mais estratégica e próximo a eixos de navegação -, ganhou um novo capítulo nos primeiros meses de governo do então presidente de província, José Antônio Saraiva, o qual no final de 1850, definiu o território próximo à Vila do Poti como berço da nova capital (Filho, 2002). Localizada no terraço fluvial marcado pelo encontro dos rios Poti e Parnaíba, a vila já possuía diversas famílias instaladas, principalmente de pescadores, todavia, em razão da sazonalidade dos eventos de cheia dos rios, o poder provincial definiu como núcleo inicial da nova sede administrativa do Piauí o território situado a poucos quilômetros ao sul, no planalto da Chapada do Corisco, em que no ano de 1852 foi fundada a cidade de Teresina (Filho, 2002).

O traçado original da cidade foi feito a partir de uma malha ortogonal com os quarteirões regulares a partir do ponto inicial na Igreja Nossa Senhora do Amparo. O crescimento da cidade se deu a partir da expansão desta malha, nas direções norte e sul, desconsiderando aspectos do ambiente natural, como pequenos riachos e grotões que foram aterrados no processo de urbanização inicial. A partir da década de 1950, a cidade passa por um grande incremento populacional, devido a fatores como a aberturas de rodovias, a centralização dos serviços do estado na capital e melhorias na sua infraestrutura, atraindo um grande contingente populacional. A população entre as décadas de 1950 e 1990 passou de aproximadamente 90.000 para 600.000 habitantes e a urbanização da cidade se deu de forma intensa, estimulada pela construção de grandes conjuntos habitacionais pelo poder público e, também, por assentamentos informais em áreas não adequadas à ocupação, habitados pela parcela mais pobre da população, consolidando áreas de favelas e comunidades urbanas na cidade (Datapedia, 2010).

Já a partir da década de 1990, a capital piauiense foi regida por três diferentes planos diretores, com destaque ao II Plano Estrutural de Teresina (1988) - vigente de 1988 a 2006 - e o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável (2006) - vigente de 2006 a 2019. Para o alcance de formas mais sustentáveis de desenvolvimento urbano, o plano de 2006 ampliou a necessidade de intervir sobre os problemas socioambientais do território, ao exemplo das diretrizes pautadas na relocalização de edificações localizadas em áreas de fragilidade ambiental e a coibição de aterramento das lagoas e seu uso como áreas de despejo de esgotos. Em comum, todos os planos aprovados até 2019 ainda estavam ligados a um planejamento majoritariamente econômico do território, evidenciado, por sua vez, pelas abordagens funcionalistas de zoneamento. Abordagem que a partir de 2019 se reconfigura com o Plano Diretor de Ordenamento Territorial, o qual além de manter as diretrizes supracitadas também apresenta, em comparação com as plantas diretoras anteriores, regulamentações urbanas-ambientais mais alinhadas com as particularidades de cada região, incluindo também um novo zoneamento para a cidade que, a partir de 2022, passa a ser zoneado conforme a Lei Municipal Nº 5.807 (Teresina, 2006, 2019, 2022).

Entre suas disposições, a lei (op. cit) detalha o macrozoneamento e o zoneamento da cidade. Das macrozonas criadas, enfatiza-se a Macrozona de Interesse Ambiental (MZIA) com objetivos pautados na compatibilização da ocupação do solo às limitações ambientais, evitar novos processos ocupacionais desordenados e irregulares, promoção de iniciativas de requalificação urbanística nas áreas ocupadas a fim de ofertar infraestrutura urbana e moradia digna à população residente, bem como de requalificação ambiental nas áreas inundáveis e de fundo de vale (Teresina, 2022). Tais objetivos são ainda mais reforçados ao se analisar o planejamento ambiental proposto na planta diretora de Teresina perante o diagnóstico das áreas mais e menos aptas a serem urbanizadas no território urbano, considerando a suscetibilidade a desastres naturais (SGB, 2020).

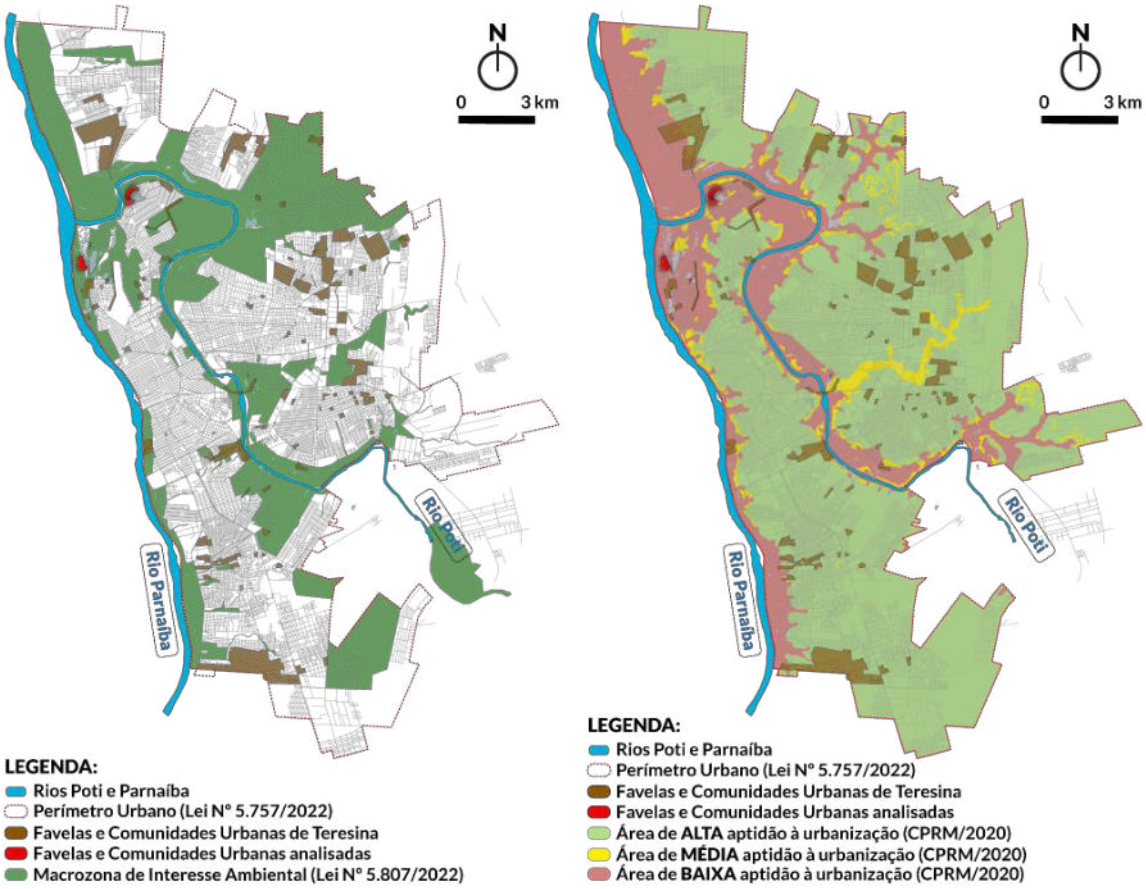


Fig. 1 Aptidão à urbanização em Teresina e localização das favelas e comunidades urbanas. Fonte: SGB (2020) e Teresina (2022) - Elaborado pelos Autores (2024)

Conforme SGB (2020) o território urbano de Teresina é majoritariamente apto à urbanização, todavia, nas áreas marginais aos rios Poti e Parnaíba e em regiões de fundo de vale, o território é considerado de média a baixa aptidão a receber processos ocupacionais. Nesse sentido, considerando que entre a totalidade de favelas e comunidades urbanas de Teresina, algumas situam-se em áreas não aptas à urbanização, faz-se imprescindível reconhecer as dinâmicas de ocupação do solo nessas áreas e a exposição da população residente à situação de vulnerabilidade socioambiental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as favelas e comunidades urbanas de Teresina foi desenvolvido um diagnóstico de três destas, situadas na zona norte da cidade e no terraço fluvial dos rios Poti e Parnaíba (Figura 2). As comunidades analisadas, quais sejam Apolônia, Mocambinho II e III - internas aos bairros Olarias, São Joaquim e Mocambinho -, localizam-se em um território que, conforme SGB (2020), possui baixa aptidão a receber processos de urbanização, tendo em vista a maior suscetibilidade dessas áreas aos impactos negativos relacionados à ocorrência de desastres naturais, com destaque aos eventos sazonais de cheia nos rios e outros corpos d'água da região, onde a população se encontra exposta constantemente a situações de risco. Isso, devido a enchentes e alagamentos, ocasionando muitas vezes a perda de bens materiais além da exposição a situações de insalubridade e ameaças à saúde.

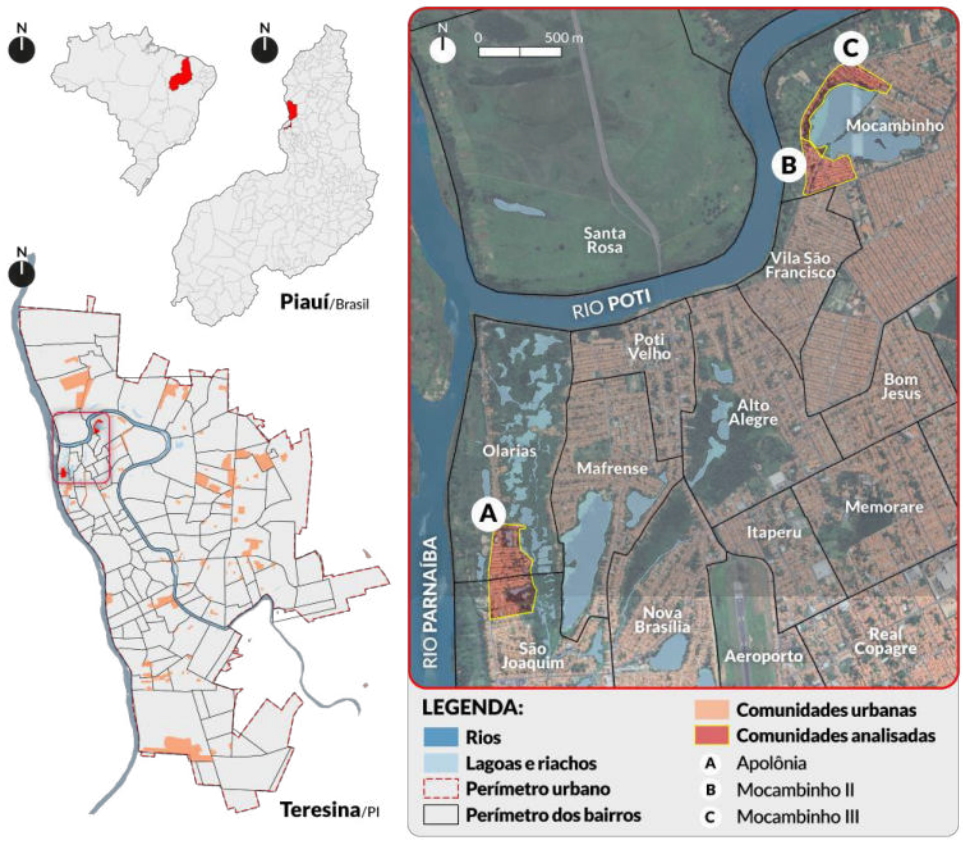


Fig. 2 Localização das comunidades urbanas analisadas. Fonte: Os Autores (2024)

A ocupação da zona norte, como destaca Lima (2023, p. 70), ocorreu a partir da década de 1960, "nas planícies e terraços aluviais entre os rios Parnaíba e Poti, bem como no entorno das lagoas, sendo muitas delas aterradas, total ou parcialmente, para ocupação com habitações". O aumento populacional desta área, incentivado pela implantação do aeroporto e dos conjuntos habitacionais levou a criação de vários bairros, onde a população passou a conviver com uma situação de insalubridade devido às enchentes periódicas dos rios Parnaíba e Poti e das lagoas existentes na região, em razão do maior volume de chuvas. Vale destacar também que nesta região a extração de argila nas áreas ao redor das lagoas para uso na fabricação de tijolos e telhas artesanais por oleiros também contribuiu para o aumento do número de lagoas nesta área (Lima, 2023).

A Vila Apolônia localiza-se entre os bairros Olarias e São Joaquim, região que era habitada antes da criação da cidade. O bairro Olarias foi ocupado por oleiros que trabalhavam na extração de argila e fabricação de telhas e tijolos artesanais e o bairro São Joaquim teve início com a ocupação informal de uma área sujeita a enchentes periódicas, e se desenvolveu principalmente a partir da construção do Conjunto Habitacional São Joaquim em 1985. O crescimento da área ocupada pela Vila Apolônia ocorreu a partir da Avenida Boa Esperança, construída com o objetivo ser um dique de proteção contra as enchentes do rio Parnaíba, e hoje em dia se estende até as margens de uma lagoa, numa área de grande fragilidade ambiental. Já as comunidades Mocambinho II e III localizam-se no bairro Mocambinho, criado na década de 1980 com a implantação do Conjunto Habitacional José Francisco de Almeida Neto na área de uma antiga fazenda. Em 2024, o bairro é considerado uma subcentralidade em Teresina, concentrando atividades comerciais e de prestação de serviços na região e, por outro lado, atraindo a população a ocupar áreas não adequadas à urbanização nas proximidades das lagoas.

5.1 Diagnóstico das comunidades analisadas

Tomando como parâmetro o zoneamento vigente a partir de 2022 em Teresina, salienta-se que as três comunidades se localizam em três zonas distintas, quais sejam a Zona de Interesse Ambiental, Zona de Ocupação Moderada 2 e Zona Especial de Uso Sustentável - esta última que, dentro do perímetro das três comunidades, se apresenta também enquanto Área de Preservação Permanente (APP). Conforme Figura 3, observa-se que uma quantidade significativa de domicílios, principalmente da comunidade Apolônia, está localizada em áreas restritivas à ocupação representando, assim, um quadro contraditório entre as novas políticas urbano-ambientais da cidade e uma antiga demanda habitacional pela população de baixa renda.

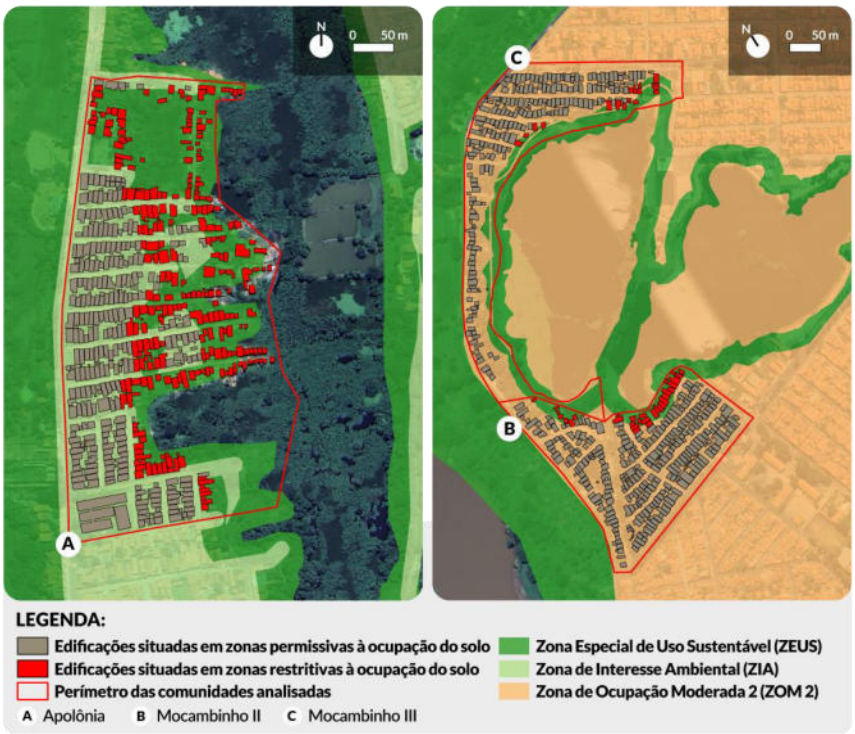


Fig. 3 Zoneamento do território conforme Lei Nº 5.807/2022. Fonte: Teresina (2022) - Elaborado pelos Autores (2024)

Quanto ao perfil socioeconômico da população de cada uma das três comunidades, salienta-se, a priori, que os dados mais atualizados ainda correspondem ao levantamento feito em 2010 pelo IBGE, o qual Carto (2010) transformou em um banco de dados passível de ser utilizado em softwares de geoprocessamento. Apesar dessa distância temporal em relação ao diagnóstico socioeconômico e a possibilidade de um cálculo defasado em relação às características dessa população, esta pesquisa não descarta os dados já disponibilizados, os quais são descritos a seguir para uma breve apresentação do cenário socioeconômico apontado pelo Poder Público em cada comunidade.

Localizada à leste do rio Parnaíba, interna ao perímetro dos bairros Olarias e São Joaquim, a comunidade Apolônia possuía, em 2010, uma população estimada em 721 pessoas distribuídas em 181 domicílios - resultando em uma densidade domiciliar média de 3.98 pessoas/domicílio -, e renda média do responsável domiciliar no valor de R$ 455,86. Já a comunidade Mocambinho II, localizada à sul do rio Poti e interna ao bairro Mocambinho, possuía, em 2010, uma população estimada em 911 pessoas distribuídas em 253 domicílios

- resultando em uma densidade domiciliar média de 3.6 pessoas/domicílio -, e renda média do responsável domiciliar no valor de R$ 496,61. Quanto à comunidade Mocambinho III, também localizada no bairro homônimo, esta possuía, em 2010, uma população estimada em 655 pessoas distribuídas em 176 domicílios - resultando em uma densidade domiciliar média de 3.72 pessoas/domicílio -, e renda média do responsável domiciliar no valor de R$ 545,41 (Carto, 2010). Este cenário apontado em 2010 expressa o baixo rendimento mensal médio das famílias e a densidade domiciliar média muito próxima entre as três comunidades.

A partir de uma análise comparativa da evolução da mancha urbana em cada uma dessas comunidades, é possível reforçar o panorama de diferentes estatísticas no cenário socioeconômico vigente em 2024, indicando uma potencial alteração na totalidade populacional e de domicílios, bem como da renda média domiciliar. Consoante a este raciocínio, observa-se, conforme Figura 4, o crescimento horizontal das comunidades a partir de 2010 - com destaque ao crescimento da comunidade Apolônia em relação às outras duas, cujas manchas ocupacionais evoluíram, porém de forma pouco expressiva.

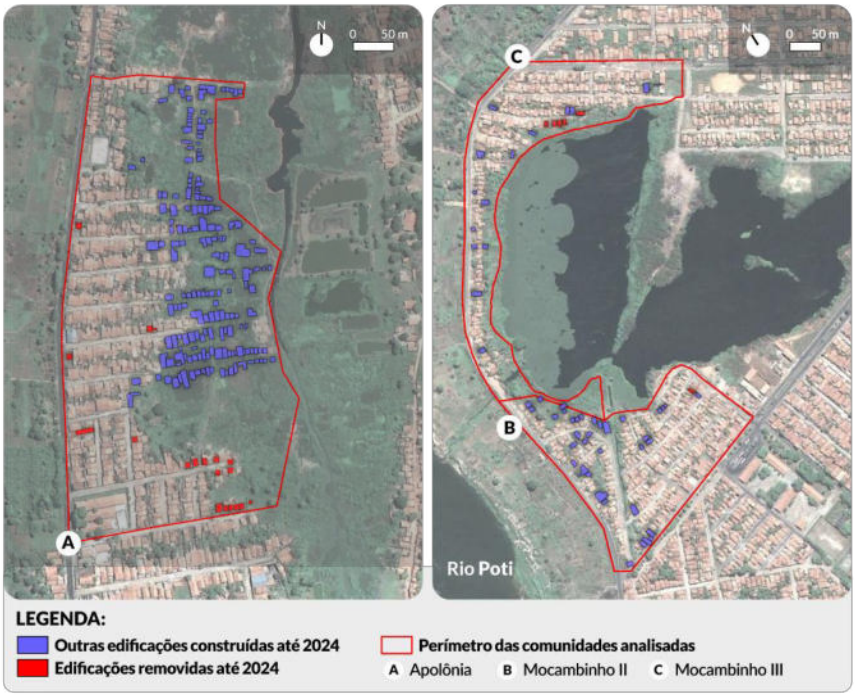


Fig. 4 Imagens satélites de 2010 evidenciando as comunidades analisadas e as edificações removidas e adicionadas até 2024. Fonte: Os Autores (2024)

Considerando a proximidade das comunidades a áreas de brejo e ocupadas por lagoas, a análise das dinâmicas de crescimento urbano assume relevância ao indicar também a direção predominante dos vetores de urbanização. Nesse sentido, o destaque ainda se dá à comunidade Apolônia que, entre 2010 a 2024, materializou um vetor ocupacional à leste em direção a áreas de menor altitude ainda não ocupadas por massas d'água, porém ainda sujeitas aos eventos sazonais de inundação (Figura 5). Considerando o perímetro das três comunidades e a hipsometria apresentada na Figura 5, observa-se que as áreas situadas em cotas altimétricas mais elevadas estão densamente ocupadas e possuem padrões de urbanização mais regulares, os quais se reconfiguram de forma mais desordenada na medida que a ocupação intercepta massas de água e avança para as áreas de menor altitude.

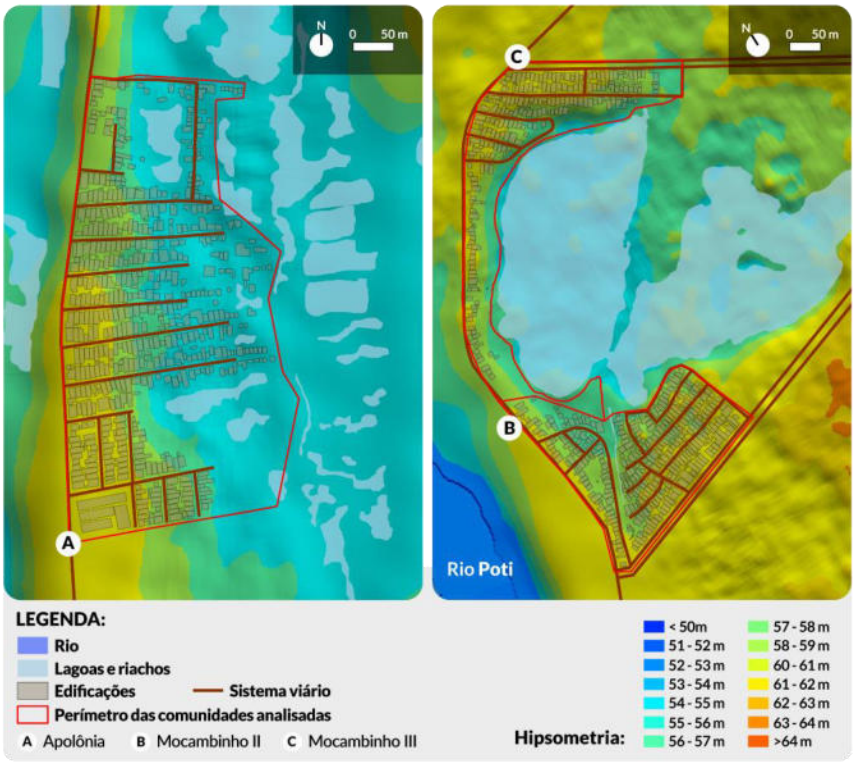


Fig. 5 Mapas hipsométricos. Fonte: SGB (2014) - Elaborado pelos Autores (2024)

Considerando a relação direta entre a configuração topográfica e a morfologia urbana em cada comunidade, observa-se ainda a existência de diversas vias sem saída nas comunidades Apolônia e Mocambinho II, as quais são mapeadas na Figura 6 somada à descrição do tipo de pavimentação viária e o acesso das edificações à via carroçável.

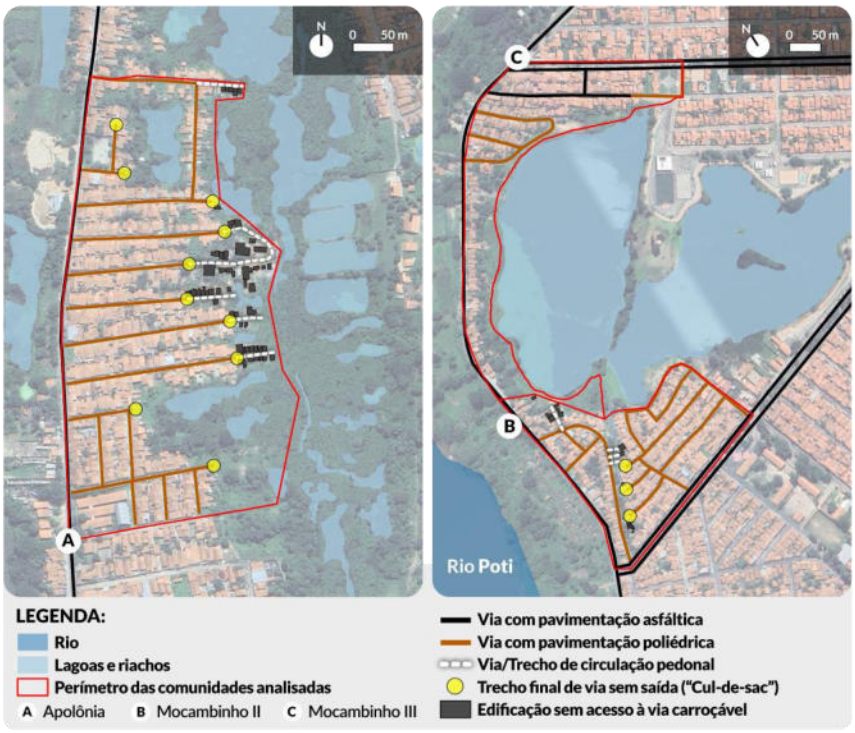


Fig. 6 Pavimentação viária e acesso da edificação à via carroçável. Fonte: Os Autores (2024)

Tais vias, além da sua característica principal, qual seja a baixa quantidade de articulações viárias, possuem, em sua totalidade, pavimentação poliédrica com necessidade de manutenção além de um perfil viário com passeios públicos pequenos ou não existentes e um leito carroçável com pequena largura, implicando dificuldades para conversões de veículos de maior porte. A combinação desses fatores dificulta não somente o acesso da população residente às suas moradias, como também a oferta de serviços públicos urbanos básicos, como acesso de rotas de ônibus, reparo de infraestruturas urbanas (como a rede elétrica e a de abastecimento de água, cuja cobertura também não atende todos os domicílios) bem como o recolhimento de resíduos sólidos. Este ganha ainda mais relevância considerando a vulnerabilidade dos corpos d'água a vetores de degradação, por sua vez já amplificados em razão da ausência total de cobertura para coleta e tratamento de esgoto nas três comunidades (Águas de Teresina, 2024).

Ainda em relação à distribuição de serviços urbanos, vale questionar o acesso ao sistema de transporte coletivo urbano pelos moradores dos três territórios. Conforme Figura 7, que detalha as rotas e pontos de paradas de ônibus existentes na região e a distância de cada edificação ao ponto de parada mais próximo, observa-se que a infraestrutura de transporte coletivo se mantém adjacente aos limites administrativos de cada comunidade, salvo a comunidade Mocambinho III, cujos moradores são os mais afetados pela distância significativa ao ponto de parada mais próximo. Essa distância pode ser analisada conforme a classificação da ANTP (2019) sobre os percursos dos usuários de ônibus e que define um percurso de até 300m como bom; de 300 a 500 m como regular e acima de 500 m como insatisfatório sob critérios de acessibilidade.

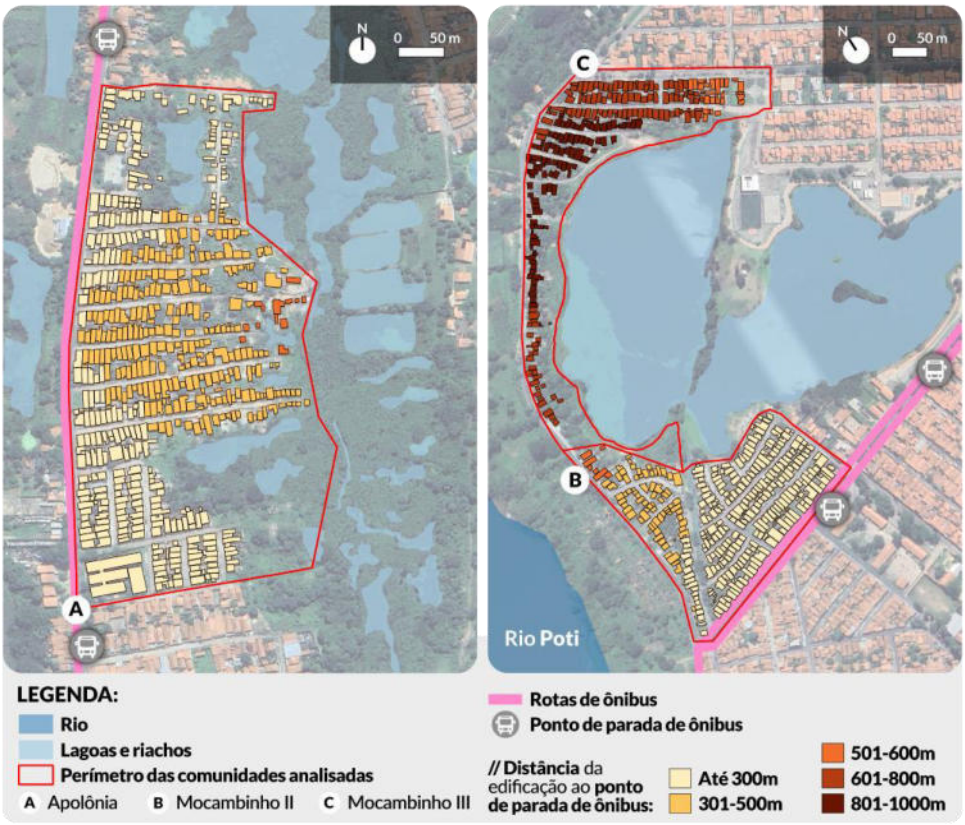


Fig. 7 Diagnóstico das rotas e pontos de parada de ônibus e a distância ao ponto de parada mais próximo. Fonte: Os Autores (2024)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as discussões e o diagnóstico apresentado para cada uma das três comunidades analisadas observa-se um cenário marcado pela configuração desigual e deficiente das infraestruturas urbanas, cujas falhas estruturais refletem problemáticas tanto urbanas como também socioambientais com repercussões no saneamento, acessibilidade e segurança da população mediante ao sistema frágil e dinâmico em que está inserida. A baixa expressividade de políticas públicas, nessas comunidades, voltadas ao desenvolvimento urbano, e mais ainda ao desenvolvimento urbano sob a chancela da sustentabilidade, reforçam a distância dos moradores das comunidades Apolônia, Mocambinho II e III aos modelos formais de urbanização, reservando a esta parcela populacional uma vida urbana alheia aos serviços básicos necessários à sua correta e sustentável produção.

Nesse sentido, o cenário apresentado reclama a necessidade de uma urgente quebra de paradigma no modo de empreender políticas públicas urbanas em direção ao desenvolvimento urbano em equilíbrio com o sistema ambiental. Isso, tendo em vista que as políticas ambientais e urbanas, por mais avançadas e atualizadas que sejam - a partir das demandas mais recentes em cenário local e global -, são pouco operantes caso não sejam acompanhadas de políticas habitacionais norteadas à promoção de qualidade de vida, justiça social e o direito à moradia digna e segura.

Outrossim, a pesquisa consolida a necessidade de orientar o planejamento e a gestão urbanas das cidades à correta manutenção, preservação e gestão das áreas de fragilidade ambiental, visando a urbanização equilibrada sobre o território, a proteção do patrimônio ambiental natural e principalmente a proteção das pessoas expostas à situação de risco e vulnerabilidade ambiental. Cenário este, que deve ocorrer mediante a aplicação compulsória de políticas públicas habitacionais, as quais devem ser empreendidas com igual rigor e atenção dados às políticas urbanas e ambientais emergentes.

7 REFERÊNCIAS

Águas de Teresina (2024) **Mapa da rede de coleta de esgoto na zona norte de Teresina**. Cadastro Técnico.

ANTP - Agência Nacional de Transportes Públicos (2019) Transporte público urbano e qualidade de vida: análise da acessibilidade através da distância real de caminhada do usuário de ônibus, **Revista dos Transportes Públicos**, 41(1), p. 37-50.

Britto, A. L. e Silva, V. A. C. (2006) **Viver às margens dos rios: uma análise da situação dos moradores da favela Parques Unidos do Acari**. In Costa, L. M. S. (2006) Rios e Paisagens urbanas em cidades brasileiras, Viana Mosley, Rio de Janeiro.

Carto (2010). **Maps by Agenda 2030 Teresina**. Disponível em: https://agenda2030.carto.com/maps. Acesso em: 12 mar 2024.

Datapedia (2010) **Evolução da população total.** Disponível em: https://datapedia.info/cidade/5960/pi/teresina/#mapa. Acesso em: 12 mar 2024.

Davis, M. (2006) **Planeta Favela**. Tradução: Beatriz Medina, Boitempo, São Paulo.

Filho, A. C. (2002) **Sob o signo das águas: a gênese urbana piauiense**. In Carvalho, M. L. B. et al (2002) Scientia et spes: Revista do Instituto Camillo Filho, 1(2), p. 15-33.

FJP - Fundação João Pinheiro (2021) **Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil – 2016 - 2019**, FGP, Belo Horizonte.

Lima, I. M. M (2023) **Ensino da cidade de Teresina: meio ambiente e paisagens**, Sertão Cult, Sobral.

Santos, J.; Marchioro, E. (2020) Análise empírica da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, Espírito Santo, Brasil, **Revista do Departamento de Geografia**, 39(1), p. 72-87.

Portal GP1 (2024) Famílias perdem móveis e alimentos durante enchentes em Teresina; Defesa Civil monitora áreas de risco de desabamentos. **G1**. Disponível em: https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2024/01/05/familias-perdem-moveis-e-alimentos-durante-enchentes-em-teresina-defesa-civil-monitora-areas-de-risco-de-desabamentos.ghtml. Acesso em: 19 mar. 2024.

SGB - Serviço Geológico do Brasil (2014) **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Teresina - PI**. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15035. Acesso em: 10 mar 2024.

SGB - Serviço Geológico do Brasil (2020) **Carta geotécnica de aptidão à urbanização frente a desastres naturais: município de Teresina, PI**. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21738. Acesso em: 12 mar 2024.

Silveira, A. L. R. C. e Pessoa, T. M (2019) O impacto do processo de urbanização sobre a drenagem urbana: estudo de caso do bairro São Pedro, **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Ambiental**, 6(1), p. 334 – 343.

Teresina, Lei Complementar Nº 3.558 (2006) Reinstitui o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015, e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**.

Teresina, Lei Complementar Nº 5.481 (2019) Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado "Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT", e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**.

Teresina, Lei Complementar Nº 5.807 (2022) Institui o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo Urbano do Município de Teresina, e dá outras providências. Teresina: **Prefeitura Municipal de Teresina**.

Trata Brasil (2023) **Ranking do Saneamento 2023**. São Paulo. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2023/. Acesso em: 12 mar 2024.

MAPEAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DE ÁREAS DE SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DE TERRA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DO JORDÃO (SP), BRASIL

N. A. D. Pons, D. L. S. Teixeira, M. C. Rossato, A. L. M. Vilela, M. C. Kasemodel, S. C. Azevedo, D. R. T. Riondet-Costa e L. T. Silva

RESUMO

A intensa urbanização e as desigualdades sociais têm limitado as alternativas habitacionais da população de baixa renda, que passou a ocupar áreas suscetíveis a desastres. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo mapear e analisar, do ponto de vista socioambiental, as áreas suscetíveis a escorregamentos de terra no município de Campos do Jordão (SP). Foi aplicada, com o auxílio de geoprocessamento, a metodologia proposta por Silva *et al.* (2015) para o mapeamento da suscetibilidade a escorregamentos de terra do município, possibilitando a análise socioambiental das áreas mais suscetíveis através dos dados do Censo Demográfico 2010. Do ponto de vista socioambiental foi identificado que 58,36% dos domicílios localizados em áreas de alta suscetibilidade apresentavam renda mensal per capita de até um salário mínimo, destacando-se, portanto, a necessidade da atuação eficiente do poder público no aumento da resiliência dessas populações.

1 INTRODUÇÃO

A combinação de chuvas intensas e frequentes em ambientes dominados por encostas íngremes leva grandes áreas do sudeste do Brasil a serem naturalmente suscetíveis a escorregamentos de terra (Tominaga *et al.*, 2009). O município de Campos do Jordão, situado no Estado de São Paulo, é um desses locais, apresentando histórico de eventos de desastres documentados desde 1970 (Prieto *et al*., 2017). A complexidade geomorfológica do município, aliada ao crescimento urbano desordenado, especulação imobiliária e a consequente degradação ambiental, criam as condições favoráveis para a ocorrência desses eventos (Pacheco, 2018). Um dos mais emblemáticos ocorreu em janeiro de 2000, quando, após um acumulado pluviométrico de 453,2 mm em 5 dias, foram registrados 10 óbitos e 1.840 desabrigados (Mendes *et al.*, 2018).

Cenários como este podem se tornar ainda mais alarmantes quando se consideram as mudanças climáticas e o fenômeno de chuvas extremas associado, que fará com que o número de eventos de desastres induzidos pela chuva aumente (Marengo *et al.*, 2020). Em paralelo a isso, a intensa urbanização e as grandes desigualdades sociais no Brasil têm reduzido as alternativas habitacionais da população de baixa renda, levando-a a ocupar regiões desprovidas de planejamento e infraestrutura adequados (Rosa Filho, 2012). Assim, mesmo que a princípio os processos naturais ameacem igualmente qualquer pessoa, na prática, a magnitude dos impactos dos desastres está diretamente ligada aos fenômenos sociais, econômicos e demográficos que contribuem para aumentar a vulnerabilidade e

exposição da população (Hummel *et al.*, 2016). Trabalhos recentes demonstram que, na maioria das vezes, as áreas mais afetadas são de baixo padrão socioeconômico, carentes de infraestrutura básica e/ou densamente povoadas (Freire *et al.*, 2014; Malta *et al.*, 2017; Marques *et al.*, 2017). Esses fatores intensificam os riscos de desastres, diminuindo a capacidade de resposta e a qualidade de vida de tal parcela da população.

Evidencia-se, então, a grande importância da identificação e da caracterização da população residente em áreas suscetíveis a eventos de desastres, a fim de fornecer informações geográficas fundamentais para subsidiar ações de redução de danos humanos, ambientais, sociais e econômicos (Koks *et al.*, 2015). Nesse contexto, o presente trabalho visa mapear e analisar, sob a ótica socioambiental, as áreas de suscetibilidade a escorregamentos de terra no município de Campos do Jordão com o apoio de ferramentas de geoprocessamento. A análise terá como referência o ano de 2010, visto que os dados sociodemográficos completos mais recentes do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) datam desse ano. Espera-se que a análise realizada seja capaz de auxiliar o poder público local no desenvolvimento de políticas públicas e na implantação de obras e serviços para a redução de riscos a essa tipologia de desastre.

2 MATERIAIS

2.1 Área de estudo

O município de Campos do Jordão localiza-se na região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, conforme Figura 1. Apresenta área territorial de 289,98 km^2 e população estimada em 46.974 habitantes (IBGE, 2023).

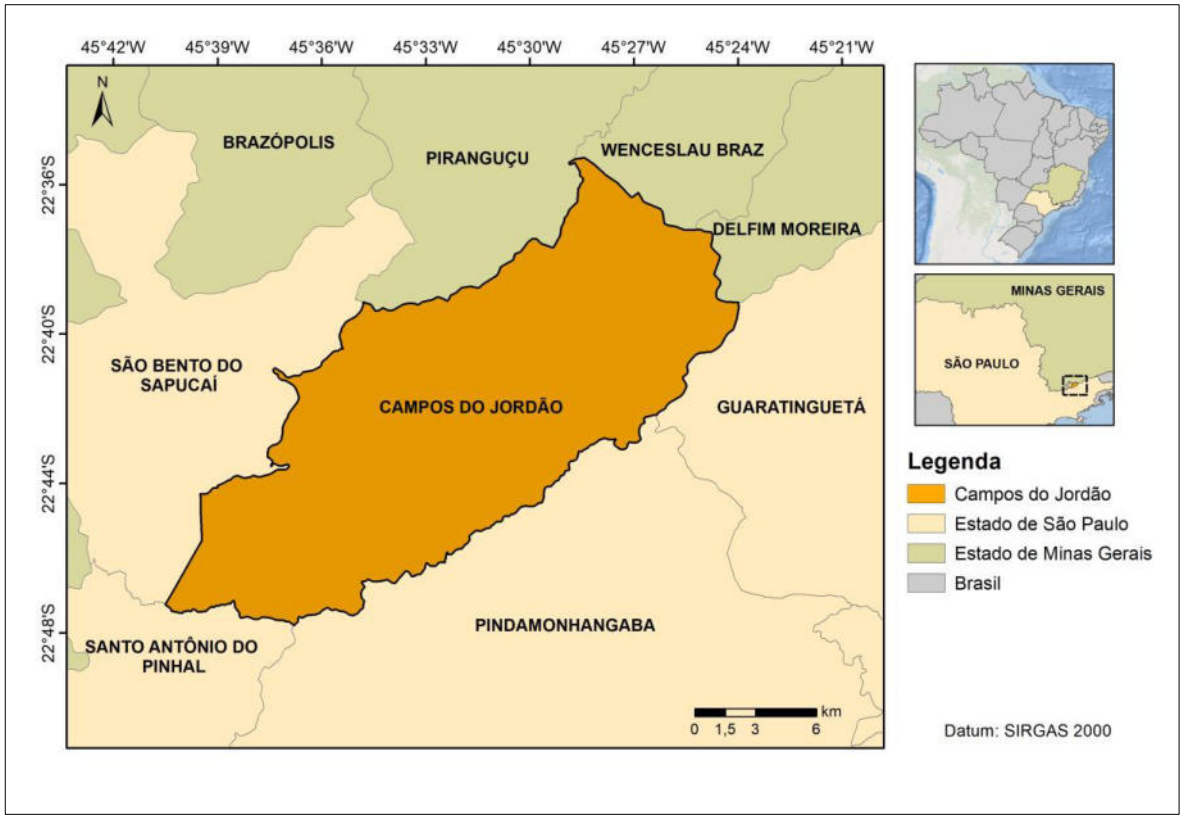


Fig. 1 Mapa de localização do município de Campos do Jordão (SP)
Fonte: Autores (2024).

O clima do município corresponde ao Tropical de Altitude, o que representa temperaturas médias mais baixas do que no restante do estado de São Paulo, com temperatura média anual de 14,3 °C e precipitações anuais variando de 1.205 mm a 2.800 mm (Modenesi-Gauttieri; Hiruma, 2004). Em relação às características do relevo, cerca de 50,95% (147,88 km^2) do território de Campos do Jordão encontra-se em declividades entre 12 e 30%, enquanto a classe de 30 a 47% corresponde a 29,27% (84,97 km²) (INPE, 2008).

O município apresenta histórico de desastres naturais, principalmente envolvendo movimentos de massa e de inundações, registrados desde a década de 1970 (Prieto, 2018). Em agosto de 1972 houve o escoamento de lama, com volume aproximado de 70.000 m^3 e que levou a 17 mortes, ao soterramento de 60 casas, e cerca de 1.000 pessoas desabrigadas (IPT, 2002). Já em janeiro de 1991, o município todo foi atingido por fortes chuvas, registrando um acumulado de 214,5 mm em 3 dias, causando deslizamentos generalizados, afetando 149 pessoas (4 feridas) e deixando 11 casas soterradas (Mendes *et al.*, 2018). Um dos eventos mais significativos ocorreu em janeiro de 2000, quando, após uma precipitação acumulada de 453,2 mm durante 5 dias, foram registrados 10 óbitos e 1.840 pessoas desalojadas devido a deslizamentos em múltiplos bairros (Mendes *et al.*, 2018). Recentemente, em dezembro de 2019, deslizamentos de terra após uma forte chuva resultaram em 4 fatalidades e 7 feridos (G1, 2019).

2.2 Elaboração da base da dados georreferenciados

Para o alcance do objetivo proposto, foram necessárias diferentes etapas de trabalho organizadas e executadas de forma sistematizada. Dentre essas etapas, o levantamento bibliográfico e a elaboração da base de dados georreferenciados foram atividades indispensáveis, pois subsidiaram as análises propostas. Foram realizadas buscas e leituras de artigos nacionais e internacionais referentes a escorregamentos de terra no âmbito mundial, e especialmente estudos desenvolvidos tendo como área de estudo o município de Campos do Jordão. Além disso, levantou-se as características físicas e socioeconômicas do município e do processo de ocupação e expansão urbana, de modo a compreender como os elementos naturais e antrópicos estão relacionados com a dinâmica local dos desastres.

A base de dados georreferenciados foi elaborada com o suporte do software de geoprocessamento ArcGIS® 10.3.1 e contou com os principais indicadores físico-territoriais e socioeconômicos do município de Campos de Jordão, conforme Quadro 1.

Quadro 1 Elementos que compuseram a base de dados georreferenciados

Arquivo georreferenciado	Fonte
Mapa de Uso e Ocupação do Solo (escala 1:10.000)	Instituto Florestal - IF (2008)
Modelo Digital de Elevação - MDE e dados de curvatura vertical e horizontal, com resolução de 30 m	Projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2008)
Mapa pedológico do Estado de São Paulo (escala 1:250.000)	Rossi (2017)
Mapa geológico do Estado de São Paulo (escala 1:750.000)	Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2006)
Malhas digitais de limites municipal e estadual de São Paulo	IBGE (2011)
Malha digital dos setores censitários do município de Campos do Jordão	IBGE (2011)

Fonte: Autores (2024).

Todos os dados foram reprojetados para o *Datum* SIRGAS 2000 projeção UTM zona 23S e recortados para a área de estudo.

3 METODOLOGIA

Para o cálculo de suscetibilidade a escorregamentos de terra da área de estudo foram adotados os pesos desenvolvidos por Silva *et al.* (2015), variando de "0,00" a "1,00" e atribuídos às classes das condicionantes "declividade, pedologia, litologia, uso e cobertura do solo, curvatura vertical e curvatura horizontal", conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 Pesos adotados para as classes das variáveis do meio físico da área de estudo

Variáveis	Pesos adotados	Variáveis	Pesos adotados
Pedologia		**Declividade**	
Área Urbana	0,20	< 5%	0,02
Argissolos	0,00	5 a 12%	0,03
Cambissolos	0,13	12 a 30%	0,38
Latossolos	0,68	30 a 47%	0,41
Área Urbana	0,20	> 47%	0,16
Uso e cobertura do solo			
Afloramento rochoso	0,00	Araucária	0,04
Área urbanizada	0,48	Campo natural com perturbação antrópica	0,19
Campo natural sem perturbação antrópica	0,19	Corpo d'água	0,00
Eucalipto e Pinus	0,01	Pasto	0,19
Reflorestamento	0,01	Secundária avançada	0,04
Secundária inicial	0,26	Secundária média	0,26
Uso agrícola	0,01	Vegetação de várzea	0,00
Curvatura vertical		**Curvatura Horizontal**	
Muito Convexa	0,03	Muito Divergente	0,10
Convexa	0,08	Divergente	0,10
Retilínea	0,27	Planar	0,19
Côncava	0,39	Convergente	0,33
Muito Côncava	0,23	Muito Convergente	0,28
Litologia			
Biotita granito			0,65
Migmatito estromático, Albita anatexito, Tonalito gnaisse e Granito gnaisse			0,65
Paragnaisse, Biotita gnaisse e Xisto			0,04

Fonte: Autores (2024)

Assim, os pesos foram introduzidos na Equação 1, proposta pelo mesmo autor, com a finalidade de calcular os índices de suscetibilidade a escorregamentos de terra.

$$S= ((\sqrt{Vdc}+\sqrt{Vpd}+\sqrt{Vli}+\sqrt{Vus}+\sqrt{Vcv}+\sqrt{Vch})/NVA) \quad (1)$$

Onde:

S = Suscetibilidade
√Vdc = Raiz Quadrada da Variável Declividade
√Vpd = Raiz Quadrada da Variável Pedologia
√Vli = Raiz Quadrada da Variável Litologia
√Vus = Raiz Quadrada da Variável Uso e Cobertura do Solo

√Vcv = Raiz Quadrada da Variável Curvatura Vertical
√Vch = Raiz Quadrada da Variável Curvatura Horizontal
NVA = Número de Variáveis (6)

A ferramenta "*Raster Calculator*" do ArcGIS® 10.3.1, que permite criar e executar expressões de Álgebra de Mapas, foi utilizada para se obter o índice de suscetibilidade final, cujos valores foram agrupados em cinco classes: muito baixa (0,00 a 0,19); baixa (0,20 a 0,39); média (0,40 a 0,59); alta (0,60 a 0,69) e muito alta (≥0,70), conforme o trabalho de Silva *et al.* (2015). Para a análise socioambiental das áreas de maior suscetibilidade foram utilizados os dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011). Os dados sociais do município foram obtidos através das tabelas em formato ".xls" contendo os resultados agregados por setor censitário em todo Estado de São Paulo e disponibilizados na área de downloads do site do IBGE, seção "Estatísticas". A malha digital em formato *shapefile* dos setores censitários do município, por sua vez, foi obtida na seção "Geociências". A espacialização das informações em ambiente SIG foi realizada empregando-se o recurso "*Join*" do ArcGIS® 10.7.1, a partir dos códigos IBGE de cada setor censitário, fator comum da tabela de atributos do arquivo vetorial e das tabelas em formato ".xls".

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de suscetibilidade obtidos variaram de 0,19 (muito baixa) a 0,69 (alta), com a ausência de áreas da classe "muito alta". No entanto, o valor mais alto encontrado está bem próximo da classe mais alta de suscetibilidade, que engloba valores maiores ou iguais a 0,70. A distribuição espacial do índice pode ser visualizada na Figura 2.

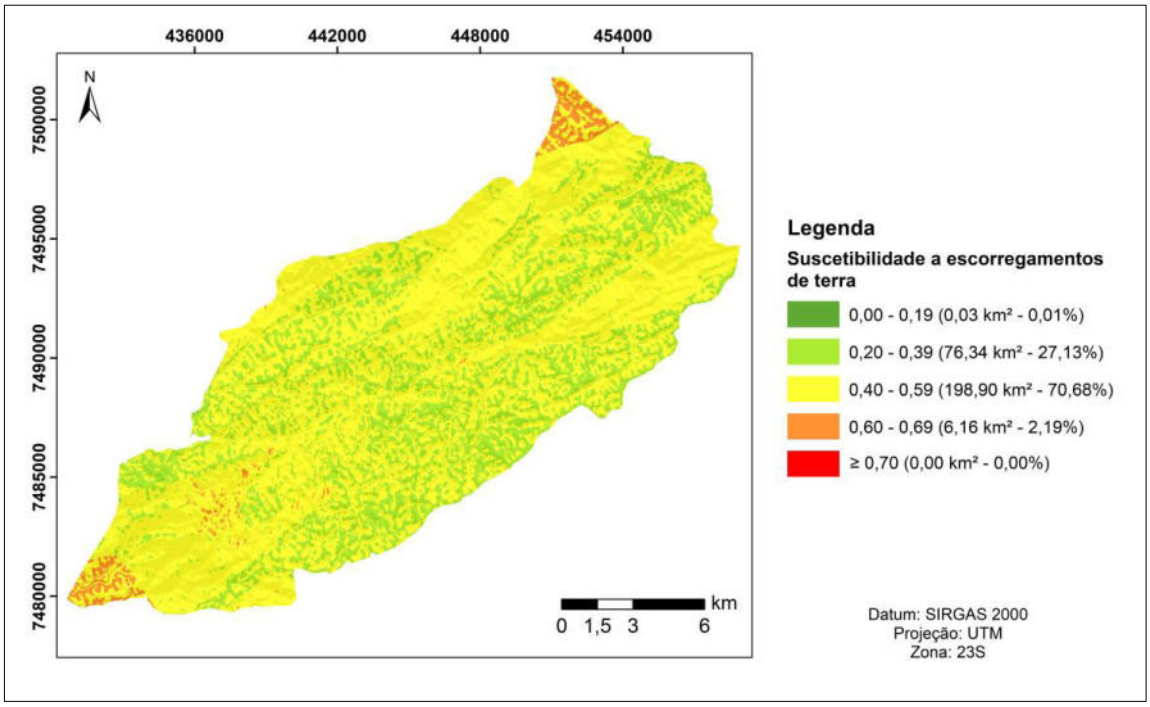


Fig. 2 Mapa de suscetibilidade a escorregamentos de terra
Fonte: Autores (2024).

Sabe-se que as características geológicas, pedológicas e de formas de terreno sofrem transformações em um intervalo de tempo superior ao das mudanças de uso e cobertura do solo. Dessa forma, pode-se considerar que o mapa de suscetibilidade a escorregamentos de

terra resultante do presente trabalho reflete condições mais próximas as do ano 2008, ao qual se refere o mapeamento de uso e cobertura do solo utilizado. O mapa gerado mostra que das áreas do município, 70,68% são classificadas como sendo de média suscetibilidade, 27,13% de baixa suscetibilidade e 2,19% de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra. Já as áreas de muito baixa suscetibilidade são quase imperceptíveis no mapa, correspondendo a 0,01% da área de estudo. Em relação às áreas urbanizadas, 1,17 km² apresentam áreas de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra. Grande parte da área urbanizada de Campos do Jordão que ocupa a parte com declividades menos acentuadas coincide com áreas classificadas com média (21,10 km²) e baixa suscetibilidade (2,57 km²). Segundo Rosa Filho (2012), no ambiente urbano os riscos se concentram nas comunidades localizadas em encostas com alta declividade, como os bairros Britador e Vila Santo Antônio, onde vive uma população numerosa.

Com o objetivo de compreender como os elementos naturais e antrópicos se relacionam com a dinâmica local dos escorregamentos de terra procedeu-se uma análise das principais classes de variáveis que contribuíram para a obtenção das áreas de alta suscetibilidade (6,16 km²). Com relação à declividade, 55,04% das áreas de alta suscetibilidade ocorreram em áreas com declividades de 12 a 30% e 40,12% em declividades de 30 a 47%. A declividade é um dos fatores básicos ligados às condições de instabilidade de encostas, pois quanto maior a declividade, maior a velocidade de deslocamento de material (Rodrigues, 2013). Entretanto, em declividades muito altas (como as superiores a 47%), a instabilidade diminui por não se ter material disponível para escorregar (Effgen, 2015).

Os Latossolos representam a classe de solos com maior presença nas áreas de alta suscetibilidade (5,02 km² - 81,48%). Segundo Antunes *et al.* (2013), do ponto de vista geotécnico, os Latossolos constituem solos não saturados, apresentando redução de sua resistência quando totalmente saturados em virtude da perda da sua estrutura. Quando associados a relevo forte ondulado e montanhoso, o potencial de ocorrência de movimentos de massa é agravado. Assim, é recomendável que áreas de ocorrência de tal combinação de solo e relevo sejam destinadas a preservação ambiental**.**

A classe "Migmatito estromático, Albita anatexito, Tonalito gnaisse e Granito gnaisse" compreende 4,52 km² (73,41%) das áreas de alta suscetibilidade, enquanto a rocha Biotita granito ocupa 1,64 km² (26,59%) dessas áreas. Segundo Rosa Filho (2006), os migmatitos presentes na região se apresentam muito fraturados pelos próprios fenômenos que propiciam a formação da Serra da Mantiqueira, possuindo planos das fraturas geralmente muito inclinados. As rochas se apresentam alteradas ou decompostas, até mesmo a dezenas de metros de profundidade, devido ao intenso processo de intemperismo químico atuante.

A classe de uso e cobertura do solo com maior ocorrência de áreas de alta suscetibilidade foi a de pastagem (2,76 km² - 44,79%). A cobertura vegetal é fundamental na dinâmica da água em encostas, e consequentemente no solo como retenção da água e impedindo o impacto direto sobre o solo, assim como a interceptação de uma parcela da água precipitada, diminuindo a infiltração e o escoamento superficial (Kuriakose *et al.*, 2006). Nesse sentido, o manejo inadequado das pastagens influencia negativamente na conservação do solo, favorecendo processos de erosão e consequentemente a ocorrência de escorregamentos de terra. Já no âmbito das áreas urbanizadas, fatores antrópicos que precisam ser considerados são os cortes verticais feitos nas encostas e a sobrecarga de peso nas áreas próximas aos taludes de corte (Mendes *et al.*, 2018). Tais procedimentos, normalmente realizados pelos

próprios moradores do município e sem qualquer planejamento ou análise técnica (geólogos, engenheiros), acabam por desestabilizar o solo, favorecendo a sua ruptura (Pacheco, 2018).

4.1 Análise socioeconômica das áreas de maior suscetibilidade

Tendo em vista que o mapeamento de uso e cobertura do solo utilizado no presente estudo foi realizado no ano de 2008, foi possível avaliar as condições socioeconômicas das áreas de maior suscetibilidade a escorregamentos de terra no município de Campos do Jordão, utilizando-se os dados levantados pelo Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011). Para Marchezini e Forini (2019), o estudo de variáveis como trabalho, renda, educação e condições de moradia são essenciais na análise da resiliência das populações expostas a esses riscos. O entendimento desses fatores é, ainda, fundamental para o planejamento de políticas públicas que priorizem a qualidade de vida em detrimento da reprodução de condições de desigualdade e de vulnerabilidade.

Há um acúmulo de áreas de alta suscetibilidade no limite urbano do município, onde há um adensamento populacional com densidades demográficas que podem chegar a 196 hab/ha. Segundo Miana (2010), o adensamento urbano tem consequências diretas sobre: o uso eficiente do transporte público e da infraestrutura em geral; o consumo dos recursos naturais como água e energia; geração de resíduos sólidos; porcentagem de área permeável; entre outros. Dessa forma, a população está exposta a problemas relacionados não somente à contaminação de solo, ar e água, mas também a desastres naturais, quando inserida em áreas de risco. Considerando-se que há um número bastante elevado de pessoas expostas a riscos nessas áreas urbanizadas, a fim de se facilitar a apresentação das variáveis, as análises sociais foram concentradas nessas áreas. No que se refere à faixa etária, pode-se observar através da Figura 3 que o grupo com maior ocorrência nas áreas urbanizadas de alta suscetibilidade são os adultos (20 a 59 anos).

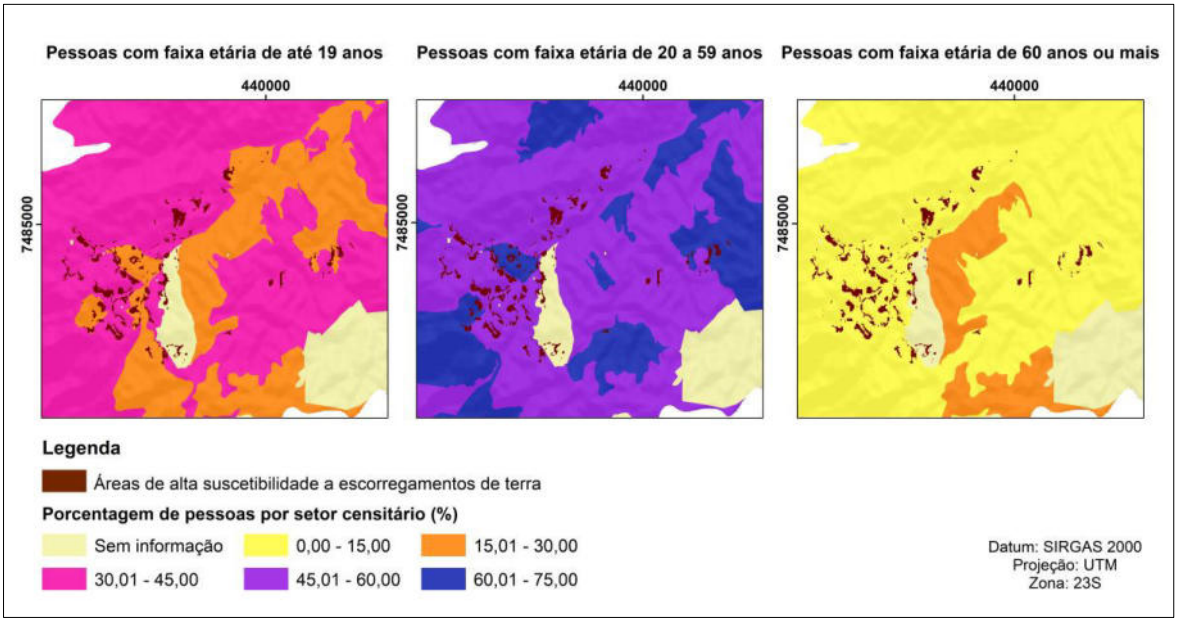


Fig. 3 Distribuição de diferentes faixas etárias, com enfoque nas áreas urbanizadas
Fonte: Autores (2024).

Em média, os setores censitários dessas áreas são ocupados por cerca de 35,60 % de jovens (0 a 19 anos); 56,38% de adultos e 8,02% de idosos (60 anos ou mais). Crianças e idosos, no

entanto, requerem atenção especial por parte da defesa civil em casos de desastres, por apresentarem maior fragilidade diante de certos fatores estressantes. As áreas de alta suscetibilidade ocorrem, ainda, em setores censitários com taxas de alfabetização superiores a 80%. Do ano 2000 para o ano 2010, a educação foi a dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM cujo índice mais cresceu em termos absolutos no município de Campos do Jordão, apresentando uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade equivalente a 97,1% em 2010 (Atlas Brasil, 2013).

Outra variável de extrema importância nesta análise é a distribuição de renda ao longo do município. A baixa renda é um grande fator de vulnerabilidade, visto que, é comum que o valor de auxílio-moradia fornecido pelo poder público seja insuficiente para cobrir os custos e os atingidos não tenham renda complementar para arcar com as despesas relacionadas à energia, água, alimentação e transporte (Marchezini; Forini, 2019).

A Figura 4 apresenta a porcentagem de domicílios particulares por setor censitário com rendimentos mensais segundo algumas faixas de salário mínimo (SM). Ressalta-se que no ano de 2010, quando o censo demográfico foi realizado, o salário mínimo era de R$ 510,00 (quinhentos e dez reais) equivalente na época a cerca de US$ 287 (duzentos e oitenta e sete dólares americanos). Entre as áreas urbanizadas de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra, existem setores com até 41,67% dos domicílios particulares com renda mensal per capita de até ½ salário mínimo. Em média, essas áreas estão inseridas em setores censitários com 58,36% dos domicílios com renda mensal per capita de até 1 SM.

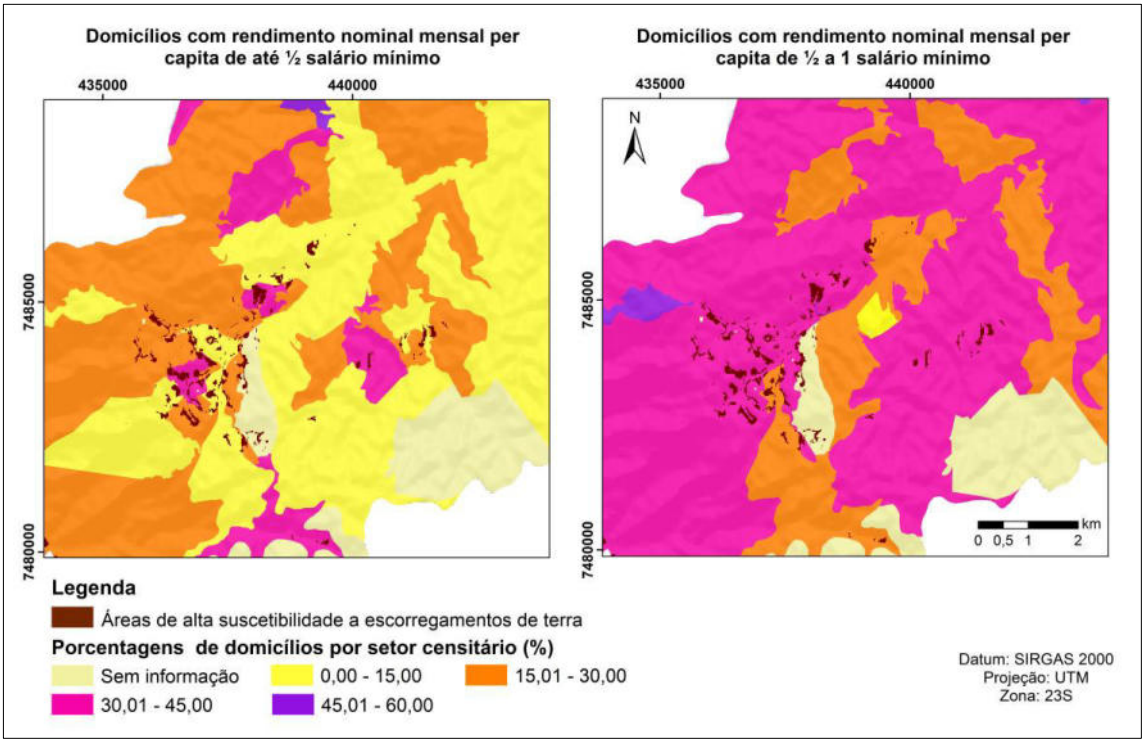


Fig. 4 Domicílios com rendimento nominal mensal per capita de até ½ e de ½ a 1 SM
Fonte: Autores (2024).

Algumas das implicações da larga presença de populações de baixa renda em áreas de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra no município de Campos do Jordão podem ser constatadas no trabalho de Soriano et al. (2017). Em uma pesquisa sobre a percepção dos moradores de áreas suscetíveis a movimentos de massa no município, a maior parte dos

entrevistados afirmou que se mudaria para uma área sem riscos de movimentos de massa, se houvesse esta possibilidade. Entre os que responderam que não sairiam de casa mesmo que ela fosse interditada pela defesa civil, 44% dos entrevistados afirmaram que o motivo é por não terem para onde ir. Rosa Filho e Cortez (2010) apontam também que os moradores permanecem em locais de risco, pois: não têm condições de pagar aluguel; já vivem nas encostas há muito tempo; ou pensam sempre que o risco ocorre com o outro e nunca consigo mesmo.

Os dados do Censo Demográfico 2010 permitem ainda fazer algumas análises acerca da infraestrutura do entorno do domicílio relacionadas com a impermeabilização e/ou drenagem urbana (Figura 5). Em relação às áreas de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra, a pavimentação faz-se presente no entorno de 71,18% dos domicílios, com valores indo de 7,55% a 100%. Cerca de 47% dos domicílios, em média, apresentam bueiros em seu entorno, com porcentagens que variam de 5,93% (área em amarelo na Figura 6) até 95,19%. A pavimentação, principalmente a asfáltica, impede a infiltração e é responsável pelo aumento da velocidade do escoamento superficial (Tominaga *et al.*, 2009).

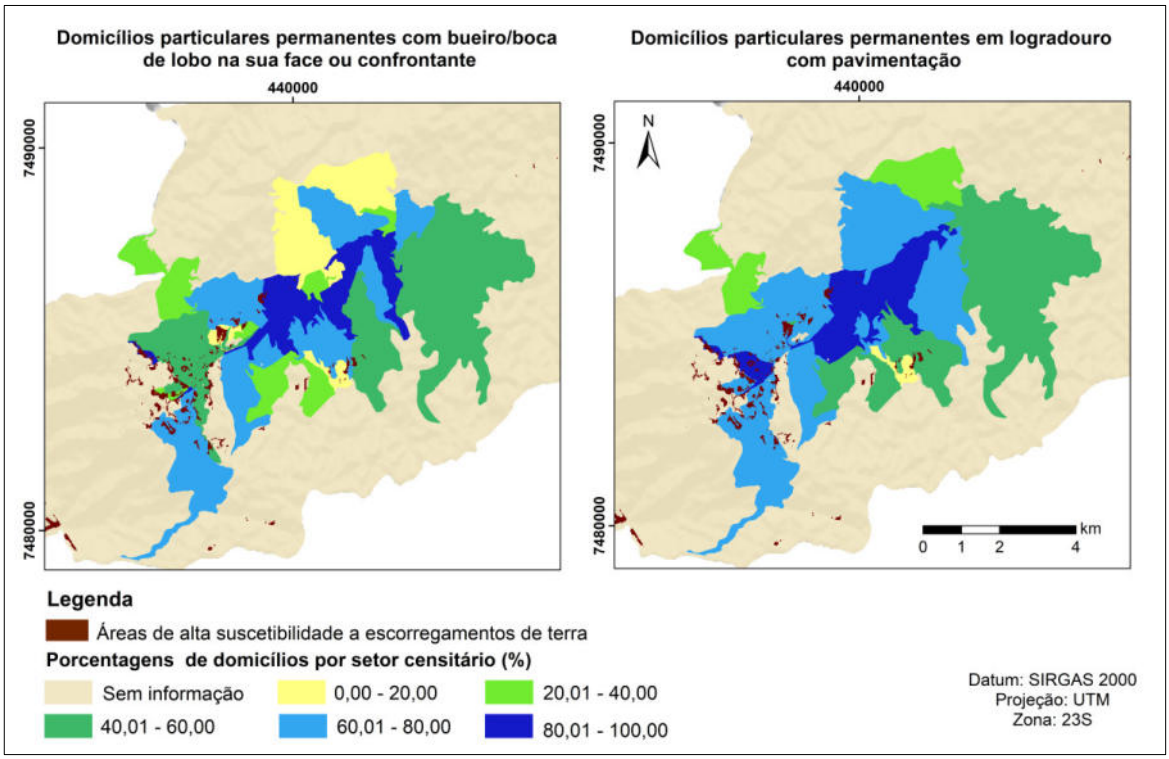


Fig. 5 Porcentagem de domicílios particulares permanentes com bueiro e pavimentação
Fonte: Autores (2024).

Já os bueiros são importantes na coleta das águas pluviais de áreas impermeabilizadas, para o transporte até o ponto de lançamento. Na ausência de bueiros, o fluxo de água nas vertentes pode aumentar, favorecendo processos de erosão que levem a sua desestabilização e possíveis movimentos de massa. No entanto, para dar prosseguimento ao escoamento dessas águas, devem ser empregadas estruturas de macrodrenagem bem dimensionadas a fim de auxiliar na dissipação da energia da água coletada (Rotta, 2012), pois dependendo da declividade do terreno e da resistência do solo, o volume de água pode dar início a processos erosivos a jusante do lançamento e afetar a integridade de tubulações, provocando vazamentos e rompimentos e levando ao encharcamento do solo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia de Silva *et al.* (2015) possibilitou o mapeamento das áreas suscetíveis a escorregamentos de terra na área de estudo, através da análise de variáveis do meio físico que são universalmente entendidas como condicionantes dessa tipologia de desastres. Como resultado, obteve-se uma predominância de áreas que oferecem uma propensão natural média à ocorrência de escorregamentos (70,68% de toda área de estudo), mas que podem apresentar grande fragilidade frente a eventos hidrológicos extremos. No que se refere à avaliação socioeconômica da população dessas áreas, pôde-se perceber que, em média, 58,36% dos domicílios apresentavam renda mensal per capita de até 1 salário mínimo. É importante, portanto, que essa população receba apoio adequado já que sua capacidade de enfrentamento dos impactos gerados por desastres naturais é limitada, sofrendo com a falta de alimentos e saneamento, problemas de saúde e frequentemente retornando para áreas de risco pela ausência de alternativas habitacionais.

Ressalta-se, no entanto, que os resultados poderiam ser ainda mais detalhados caso não tivessem sido encontradas dificuldades na obtenção de dados georreferenciados das variáveis físicas da área de estudo em escalas adequadas para trabalho. Portanto, seria de grande utilidade, tanto para institutos de pesquisa quanto para o município, a criação de um banco de dados online reunindo dados georreferenciados oriundos da Prefeitura Municipal, Defesa Civil, entre outros. Da mesma forma, a atualização do mapeamento de Uso e Ocupação da Terra seria bastante válida para trabalhos futuros, principalmente com a futura publicação completa dos dados do Censo Demográfico 2022. Em posse desses dados, o presente trabalho poderia ser atualizado e representar com uma precisão ainda maior a realidade atual do município de Campos do Jordão.

6 REFERÊNCIAS

Antunes, F. S., Campos, T. M. P., Polivanov, H., Calderano, S. B.; Andrade, A. G. (2013) Desenvolvimento de classes e unidades geo-pedológicas a partir da interação entre a pedologia e a geotecnia, **Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**, 127, 61-79.

Atlas Brasil (2013). **Atlas do Desenvolvimento Humano 2013**. Consult. em 09 abr. 2024. <http://www.atlasbrasil.org.br/>

CPRM (Ed.) (2006). **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. 2006. Consult. em 08 abr. 2024. <https://geosgb.sgb.gov.br/>.

Effgen, J. F. (2015). Análise da distribuição de áreas suscetíveis a movimentos de massa na Região Administrativa 1 de Vila Velha-ES. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

Freire, N. C. F., Bonfim, C. V. e Natenzon, C. E. (2014) Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil, **Ciência & Saúde Coletiva**, 19 (9), 3755-3762.

G1 (2019). **Deslizamento de terra deixa quatro mortos em Campos do Jordão, SP**. consult. em 22 abr. 2024. <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2019/12/14/corpo-de-adolescente-e-encontrado-apos-deslizamento-de-terra-em-campos-do-jordao-sp.ghtml>.

Hummell, B. M. L.; Cutter, S. L.; Emrich, C. T. (2016) Social vulnerability to natural hazards in Brazil, **International Journal of Disaster Risk Science**, 7(2), 111-122.

IBGE (2011). Censo Demográfico 2010. consult. em 15 abr. 2024. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>.

IBGE (2022). Censo Demográfico 2022: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE. consult. em 02 abr. 2024. <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/downloads.html?localidade=BR>.

INPE (2008). Topodata: Projeto Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. consult. em 02 abr. 2024. <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>.

IPT (2002). Acidentes associados a movimentos gravitacionais de massa ocorridos no município de Campos do Jordão, SP, em janeiro de 2000: ações técnicas após o desastre. Publicação IPT 2815.

Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T.G. e Botzen, W. J.W. (2015) Combining Hazard, Exposure and Social Vulnerability to Provide Lessons for flood Risk Management, **Environmental Science & Policy**, 47, 42-52.

Kuriakose, S. L., Westen, C., Lakhera, R. C., Beek, L. P. H, Sankar, G. (2006) Effect of vegetation on debris flow initiation: conceptualization and parameterization of a dynamic model for debris flow initiation in Tikovil River Basin, Kerala, India, using PC Raster, **Proceedings 2nd International Symposium on Geo-Information for disaster management**, Goa, India, p. 143.

Malta, F. S., Costa, E. M. e Magrini, A. (2017) Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil, **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(12), 3933-3944.

Marchezini, V. e Forini, H. (2019) Dimensões sociais da resiliência a desastres, **Redes**, 24(2), 9-28.

Marengo, J. A., Alves, L., Ambrizzi, T., Young, A.; Barreto, N., Ramos, A. M. (2020) Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Annals of The New York Academy of Sciences**, 1472(1), 5-20.

Marques, M. L., Silva, M. C. e Camargo, D. M. (2017) Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, 9(69), 1711-1723.

Mendes, R. M., Andrade, M. R. M., Tomasella, J., Moraes, M. A. E. e Scofield, G. B. (2018) Understanding Shallow Landslides in Campos do Jordão municipality - Brazil: disentangling the anthropic effects from natural causes in the disaster of 2000, **Natural Hazards and Earth System Science**, 18, 15-30.

Miana, A. C. (2010) Adensamento e forma urbana: inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Modenesi-Gauttieri, M. C. e Hiruma, S. T. (2004) A Expansão Urbana no Planalto de Campos do Jordão**. Revista do Instituto Geológico**, 25, 1-28.

Pacheco, T. C. (2018) Identificação e análise de áreas de suscetibilidade a deslizamentos de encostas em Campos do Jordão-SP utilizando o modelo SHALSTAB e imagens do WorldView-2. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

Prieto, C. C., Mendes, R. M., Simões, S. J. C., Nobre, C. A. (2017) Comparação entre a aplicação do modelo SHALSTAB com mapas de suscetibilidade e risco de deslizamentos na Bacia do Córrego Piracuama em Campos do Jordão - SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, 69(1), 71-87.

Rodrigues, C. de S. (2013). Mapeamento de suscetibilidade a escorregamentos de Nova Friburgo-RJ por meio de inferência fuzzy e elaboração de cenários de alerta com uso do TerraMA2. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

Rosa Filho, A. Os deslizamentos de encostas nas favelas em áreas de risco da "suíça brasileira", **ACTA Geográfica**, 6, p. 23-34, 2012.

Rosa Filho, A. (2006) Percepção geográfica de escorregamentos de encostas em favelas nas áreas de risco - Campos do Jordão-SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Rosa Filho, A. e Cortez, A. T. C. (2010) Problemática socioambiental da ocupação urbana em áreas de risco de deslizamento da “Suíça Brasileira”, **Revista Brasileira de Geografia Física**, 3(1), 33-40.

Rossi, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v.1. 118p.

Rotta, C. M. dos S. (2012) Estudo da recuperação de áreas degradadas por processos erosivos: procedimentos e eficiência dos métodos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Silva, L.T., Sampaio, E. P. F. F. M., Corte-ReaL, J. A. M., Rodriguez, D. A., Medeiros, F. C.; Moraes, B. E. e França, D. G. M (2015) Susceptibility and Vulnerability to Landslide - Case Study: Basin of River Bengalas - City of Nova Friburgo - Brazil, in Lollino, G., Manconi, A., Clague, J., Shan, W., Chiarle, M. (eds) **Engineering Geology for Society and Territory**, Springer.

Soriano, E., Londe, L. de R., Coutinho, M. P. (2017) Percepção do risco de moradores de áreas suscetíveis a movimentos de massa no município de Campos do Jordão - SP. **Boletim de Geografia**, 35(3), 12-25.

Tominaga, L. K., Santoro, J., Amaral, R. (org.) (2009) **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. 2. ed. Instituto Geológico, São Paulo.

EXPANSÃO URBANA: PREDIÇÃO GEOESPACIAL NO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS, RIO DE JANEIRO, BRASIL

I. S. V. Alves, K. S. R. Tavares, T. Azevedo e R. Amorim

RESUMO

O município de Petrópolis, localizado no estado do Rio de Janeiro, Brasil, enfrenta desafios contemporâneos decorrentes de sua complexa configuração territorial, sua ocupação e uso da terra, e sua topografia acidentada. Estes fatores contribuem para a ocorrência de desastres, oriundos de movimentos de massa e inundações. Nesse contexto, a utilização do *software* TerrSet é fundamental para prever padrões de uso da terra, analisando dados geoespaciais a fim de compreender a dinâmica urbana e os riscos associados. Por meio de técnicas avançadas de sensoriamento remoto e modelagem geoespacial, o TerrSet identifica áreas críticas e propensas a mudança de uso e ocupação da terra, permitindo assim uma associação com potenciais desastres. Portanto, a análise das transições de uso da terra em Petrópolis destaca uma rápida expansão urbana, com a conversão de áreas florestais e rurais para uso urbano, impulsionada pelo crescimento populacional e econômico. Essa transformação da paisagem indica significativos impactos ambientais, como a possibilidade de aumento de desastres no município.

1 INTRODUÇÃO

O município de Petrópolis, localizado no estado do Rio de Janeiro, Brasil, representa um cenário onde a rica herança histórica associada ao uso e ocupação da terra se entrelaçam com desafios contemporâneos, sobretudo no que diz respeito aos desastres. A topografia acidentada da região, combinada com um crescimento urbano desordenado ao longo dos anos, tem contribuído significativamente para a intensificação desses riscos. A vulnerabilidade da população, que fica exposta aos riscos e desastres, acarreta implicações diretas na expansão urbana desordenada, um fenômeno comum em Petrópolis. O deslocamento de solo em encostas íngremes e a impermeabilização do solo devido à urbanização desordenada são fatores que aumentam tanto o risco de movimentos de massa quanto de inundações, colocando em perigo a população e as infraestruturas locais (Amaral; Ribeiro, 2009; Alves; Manz e Amorim, 2022).

Nesse contexto, a previsão futura do uso e ocupação da terra de Petrópolis emerge como uma questão importante para orientar o desenvolvimento urbano de maneira segura. É nesse sentido que o *software* TerrSet (Clarklabs, 2024) desponta como uma ferramenta tecnológica relevante. Esse programa possibilita a análise detalhada de dados geoespaciais, permitindo

uma compreensão mais aprofundada da dinâmica urbana, sendo possível associá-la a potenciais riscos. Deste modo, ao utilizar técnicas avançadas de sensoriamento remoto e modelagem geoespacial, o TerrSet, por meio da ferramenta *Land Change Modeler* (LCM), capacita para a identificação de áreas sujeitas a transições de mudanças futuras no uso e ocupação da terra, permitindo, junto a uma análise teórica, identificar áreas críticas e propensas a desastres, como vertentes e planícies inundáveis, em decorrência da possibilidade das áreas de transições.

A simulação da possibilidade da expansão urbana utilizando o TerrSet não apenas oferece entendimentos importantes sobre áreas de risco iminente, mas também serve como base para a implementação de estratégias preventivas e mitigatórias. Para evidenciar tal fato, foram utilizadas as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (Bitar, 2014). Planejamentos urbanos orientados por dados e análises geoespaciais permitem a definição de zonas seguras para o desenvolvimento, reduzindo a exposição a riscos e promovendo a resiliência da cidade.

Portanto, a utilização do *software* TerrSet emerge como uma solução viável e eficaz para a gestão sustentável da expansão urbana em Petrópolis. Ao adotar uma abordagem científica e tecnológica, a cidade pode não apenas enfrentar os desafios imediatos relacionados a desastres, mas também moldar seu crescimento futuro de maneira a garantir a segurança e qualidade de vida de seus habitantes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo em questão baseou-se em uma metodologia que combina interpretações da história de constituição do município de Petrópolis e suas implicações com análises geoespaciais utilizando o *software* TerrSet, a ferramenta LCM e as Cartas de Suscetibilidade da CPRM (Bitar, 2014). Esta abordagem integrada permitiu uma compreensão mais profunda dos desafios enfrentados pelo município em relação aos desastres.

2.1 Análise Geoespacial

Para classificação do uso da terra, foram identificadas as diferentes classes por meio do processo de vetorização e para atribuição dos diferentes tipos de coberturas foram adotadas como referencial as classes definidas pelo Mapbiomas (2022), para a coleção 8.

Para as análises de perdas e ganhos, foi utilizado o módulo *Land Change Modeler* (LCM) do *software* Idrisi (free-trial). Este aplicativo mostra-se de grande importância para a realização de estudos ambientais, uma vez que, permite analisar as alterações ocorridas numa paisagem, modelar o potencial de transição das classes de cobertura, bem como avaliar os planos de intervenção para a manutenção da sustentabilidade. O módulo LCM usa como dados de entrada do modelo dois mapas da paisagem, com datas diferentes (época inicial e final). A partir destes mapas, os modeladores realizam a estimativa da quantidade de mudanças, com base em cadeia de Markov, resultando em matrizes de transição. Esta etapa de análise de mudança permitiu gerar gráficos com balanço de perdas e ganhos entre as classes. Os algoritmos da cadeia de Markov foram desenvolvidos pelo matemático russo Andrei Andreyevich Markov (1865 – 1922), como um modelo matemático particular de processo estocástico, que permite fazer uma previsão estimada do estado futuro de um sistema (Ricobom et al., 2017). Estudos realizados aplicando o módulo LCM tem se

mostrado eficaz para a análise do uso e cobertura da terra destacam-se trabalhos como o de Zanata (2014); Santos (2015); Criado (2016). Esse método demostra a importância das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento quando trabalhado em análise ambiental.

Enquanto descrição metodológica, foi utilizada a cadeia de Markov de 1ª ordem, implementada no software LCM do terraset. Os parâmetros incluíram as probabilidades de transição entre as classes de uso da terra, que foram calculadas com base nos mapas de uso da terra de 1995 e 2020 obtidos do MapBiomas. As unidades de análise foram pixels, cada um representando uma área de 30 metros x 30 metros. Cada pixel possui atributos categóricos referentes ao tipo de uso da terra. A cadeia de Markov estimada é de 1ª ordem, ou seja, as probabilidades de transição foram calculadas com base na condição de uso da terra de um único período anterior.

Como já mencionado, foram utilizados dois períodos de dados de uso da terra: 1995 e 2020. Esses períodos foram escolhidos para capturar as mudanças no uso da terra ao longo de 25 anos, proporcionando uma visão abrangente das dinâmicas de uso e cobertura da terra na região de estudo.

Além da estimativa da quantidade de mudanças, o módulo também produziu resultados em formato TIFF das tendências de mudanças observadas, permitindo uma visualização clara e detalhada das áreas de maior transformação. Estes resultados são essenciais para identificar padrões espaciais de expansão ou retração de diferentes usos da terra ao longo do tempo.

Por fim, para destacar a relevância da probabilidade futura dos usos e ocupações no município de Petrópolis em relação aos fenômenos naturais que desencadeiam desastres, foi realizado um estudo utilizando as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações da CPRM (Bitar, 2014).

2.2 Área de Estudo

Localizada na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, Petrópolis (Figura 1) encara desafios significativos ligados a desastres naturais, devido à sua geografia montanhosa e à frequente ocorrência de eventos climáticos extremos. As encostas íngremes e a saturação do solo durante períodos de chuvas intensas aumentam a propensão da cidade a movimentos de massa e inundações (Alves, Manz e Amorim, 2022). Dois eventos particularmente trágicos ilustram essa vulnerabilidade: em 2011, a Região Serrana enfrentou uma devastação avassaladora, com 912 mortes e mais de 45.000 desabrigados ou desalojados (Brasil, 2012); e em 2022, um desastre que afetou especificamente Petrópolis resultou em 242 mortos, 2 pessoas desaparecidas e mais de 4 mil desabrigados e/ou desalojados (SEMPDEC, 2022). Desde então, a cidade tem intensificado suas medidas de prevenção e resposta a desastres, incluindo o monitoramento das encostas, a implementação de planos de evacuação e a melhoria da infraestrutura de drenagem. Apesar desses esforços, Petrópolis ainda enfrenta o desafio constante de lidar com os riscos associados aos desastres em sua região.

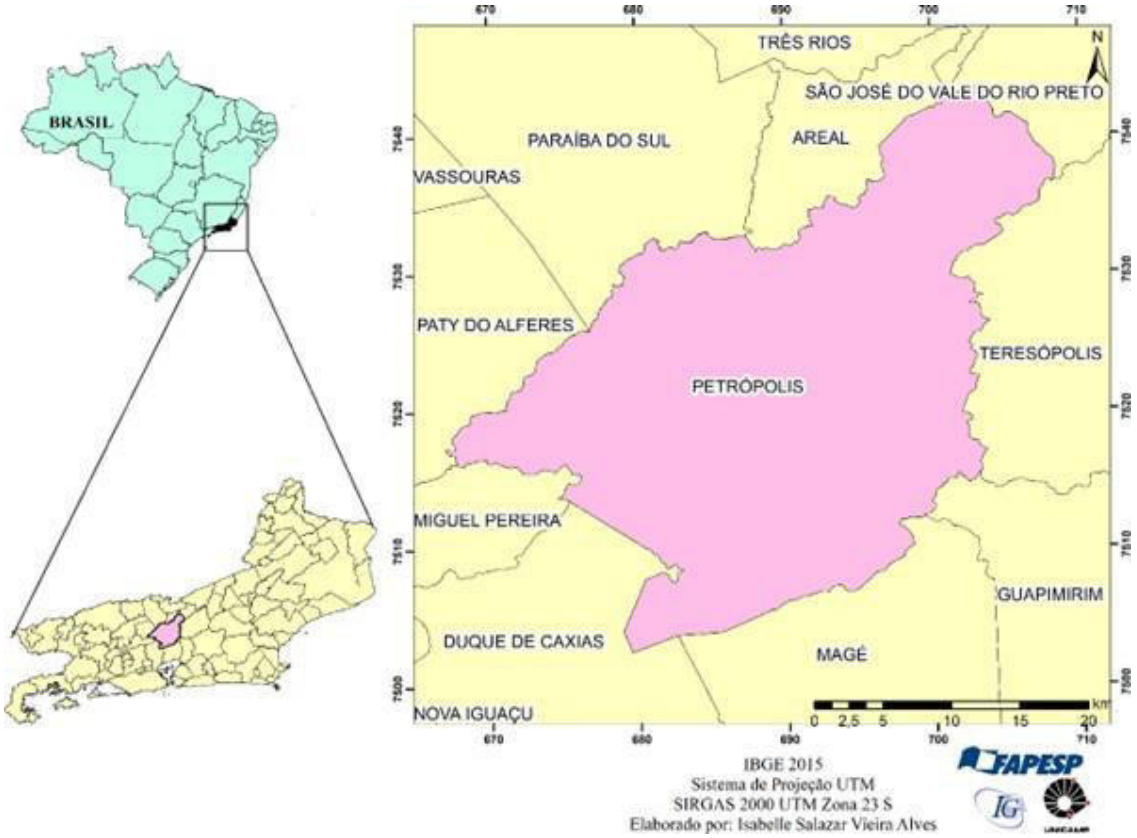


Fig. 1 Mapa de Localização do Município de Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para compreender plenamente a dinâmica atual do espaço urbano e sua ocupação, é essencial compreender o processo de formação e evolução histórica das cidades. Esse entendimento se torna ainda mais crucial em áreas com relevo acidentado, como é o caso de Petrópolis. Investigar como as casas estão dispostas e como essa disposição se desenvolveu ao longo do tempo oferece análises valiosas que vão além da simples atribuição da degradação ao ambiente natural.

O estudo da formação urbana de Petrópolis revela não apenas a influência do relevo na organização espacial, mas também os diversos fatores históricos, sociais e econômicos que moldaram sua configuração atual. Desde sua fundação, Petrópolis tem sido palco de uma evolução urbana complexa, influenciada por eventos históricos, como a chegada da família imperial, bem como por transformações socioeconômicas, como a expansão industrial e turística.

A análise dos dados trabalhados no *software* TerrSet (Figura 2) revela um padrão significativo de transição no uso da terra no município de Petrópolis, destacando um aumento expressivo na conversão de áreas naturais, como as de Formação Florestal, e áreas de uso agropecuário, como a Pastagem, para uso urbano durante o período analisado. Essa tendência de urbanização, muitas vezes impulsionada por fatores como o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico, pode aumentar a vulnerabilidade da região a desastres.

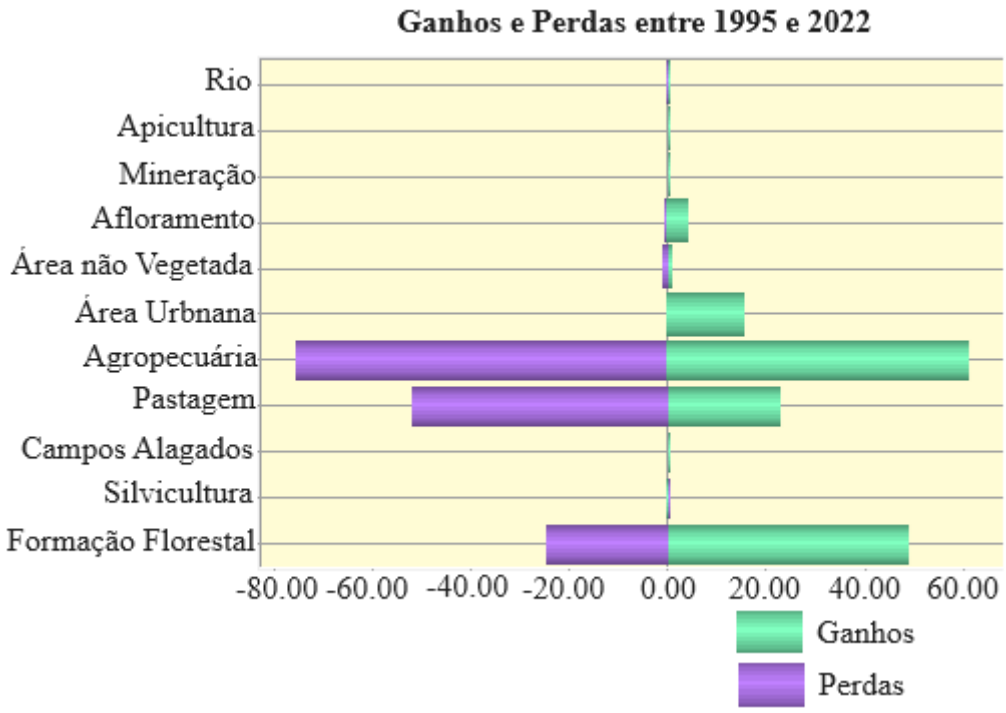


Fig. 2 Ganhos e Perdas dos usos do Município de Petrópolis, entre os anos de 1995 e 2022

A remoção de cobertura vegetal natural, como florestas, contribui para a instabilidade do solo, elevando o risco de movimentos de massa e inundações, especialmente em regiões montanhosas como Petrópolis. As áreas que antes eram cobertas por vegetação desempenhavam um papel crucial na absorção de água, e sua conversão para superfícies impermeáveis em ambientes urbanos intensifica o escoamento superficial, aumentando o risco de inundações durante chuvas intensas.

Indica-se uma rápida expansão urbana em Petrópolis, possivelmente impulsionada pelo aumento populacional e pelo desenvolvimento econômico da região. De acordo com Guerra, Gonçalves e Lopes (2007), a história de ocupação de Petrópolis pode ser dividida em quatro períodos distintos: de 1845 a 1945; de 1945 a 1964; de 1964 a 1976; e de 1976 até os dias atuais. No primeiro período, a cidade foi parcelada em lotes, conforme documentado na Planta de Petrópolis de 1846 (Figura 3). Esses lotes, delimitados pelas divisas naturais das águas, apresentavam amplas extensões. Como resultado, a ocupação inicial se concentrava nos vales e nas planícies fluviais até 1945.

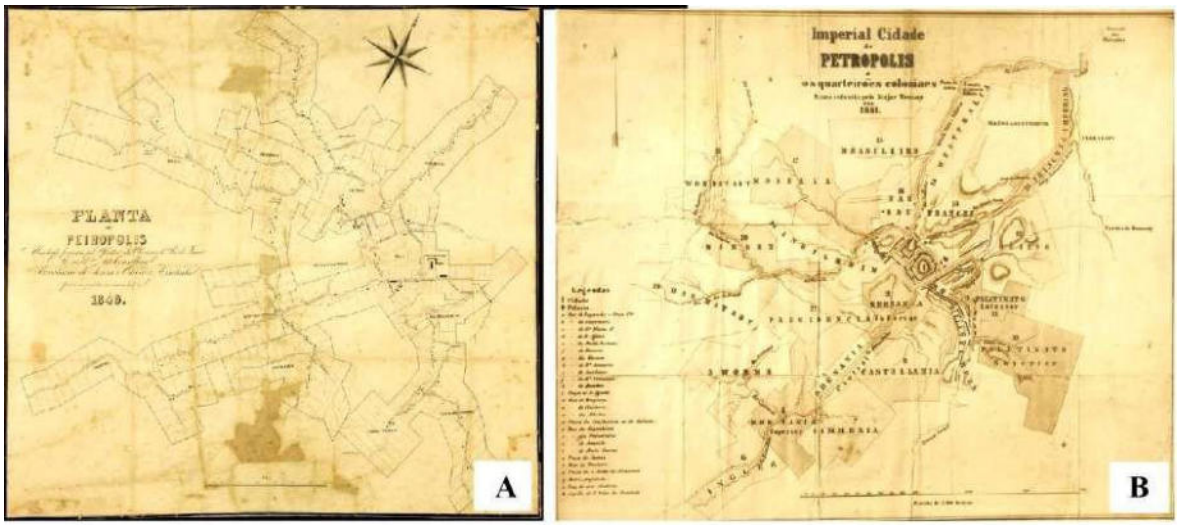


Fig. 3 Planta do Município de Petrópolis: (A) 1846; (B)1861

De 1945 a 1964, com a expansão urbana e a modificação da legislação do município sobre a ocupação, teve-se o parcelamento de vários lotes, passando a população a ocupar as encostas próximas as áreas já urbanizadas e terrenos muito perigosos, em sopés, por exemplo. Entre 1964 a 1976, o processo de ocupação desenfreado e em áreas perigosas se acentuou (Guerra; Gonçalves e Lopes, 2007).

A partir de 1976, novos loteamentos foram abertos sem nenhum critério e a população passou a morar em áreas públicas e/ou terrenos não ocupados. Inclusive, segundo Guerra, Gonçalves e Lopes (2007), o bairro Cascatinha e também segundo distrito de Petrópolis, expandiu-se de maneira desordenada por causa da proximidade com o Centro, resultando em muitos loteamentos irregulares, ou seja, localidades de risco.

Além da expansão urbana, também se pode observar uma tendência de conversão de áreas rurais, como as utilizadas para pastoreio de gado e agricultura (Pastagem e Agropecuária), para uso urbano. Isso indica uma mudança na paisagem rural do município, possivelmente devido à urbanização de áreas anteriormente dedicadas à agricultura e pecuária.

As transições de Formação Florestal para outros usos, como Pastagem, Silvicultura e Áreas não Vegetadas, sugerem um impacto significativo na cobertura vegetal de Petrópolis ao longo do tempo. Essas mudanças podem ter consequências ambientais, como perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas naturais.

Além das transições para uso Urbano, também se observa uma diversificação de usos da terra, incluindo Silvicultura, Áreas não Vegetadas e Mineração. Isso indica uma variedade de atividades econômicas e de uso e cobertura em Petrópolis, refletindo a complexidade e dinamismo da região.

A análise dos dados mostra uma transformação significativa na paisagem e uso da terra em Petrópolis ao longo das últimas décadas, com um aumento na urbanização, mudanças na cobertura vegetal e diversificação de usos da terra. A análise da disposição das habitações em áreas montanhosas, como Petrópolis, revela os desafios enfrentados pelos urbanistas e moradores ao longo dos séculos. A topografia acidentada não só influenciou a distribuição

das construções, como também impactou diretamente questões como infraestrutura, acessibilidade e riscos naturais, por exemplo, movimentos de massa e inundações.

Além disso, compreender a evolução histórica do espaço urbano permite uma visão mais abrangente da interação entre os seres humanos e o meio ambiente. Ao examinar como as decisões de planejamento urbano, políticas governamentais e pressões demográficas moldaram a paisagem urbana ao longo do tempo, pode-se identificar não apenas os desafios enfrentados pela cidade, mas também oportunidades para promover um desenvolvimento mais sustentável e resiliente.

As tendências obtidas no TerrSet (Figura 4) destacam, principalmente, o aumento das áreas urbanas em Petrópolis, ressaltando a importância de políticas de planejamento urbano e ambiental para garantir o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais do município, assim como, a prevenção e mitigação de desastres. A Figura 4, sobre a probabilidade dos usos futuros do município, oferece uma visão antecipada das possíveis mudanças no uso da terra no município. Este mapa indica que há uma alta probabilidade de que áreas urbanas continuem a se expandir nos próximos anos, o que tem implicações significativas para o planejamento urbano e a gestão de riscos de desastres. À medida que as áreas urbanas se expandem, ocorrem mudanças na dinâmica do solo e da água, aumentando a suscetibilidade e a exposição a desastres.

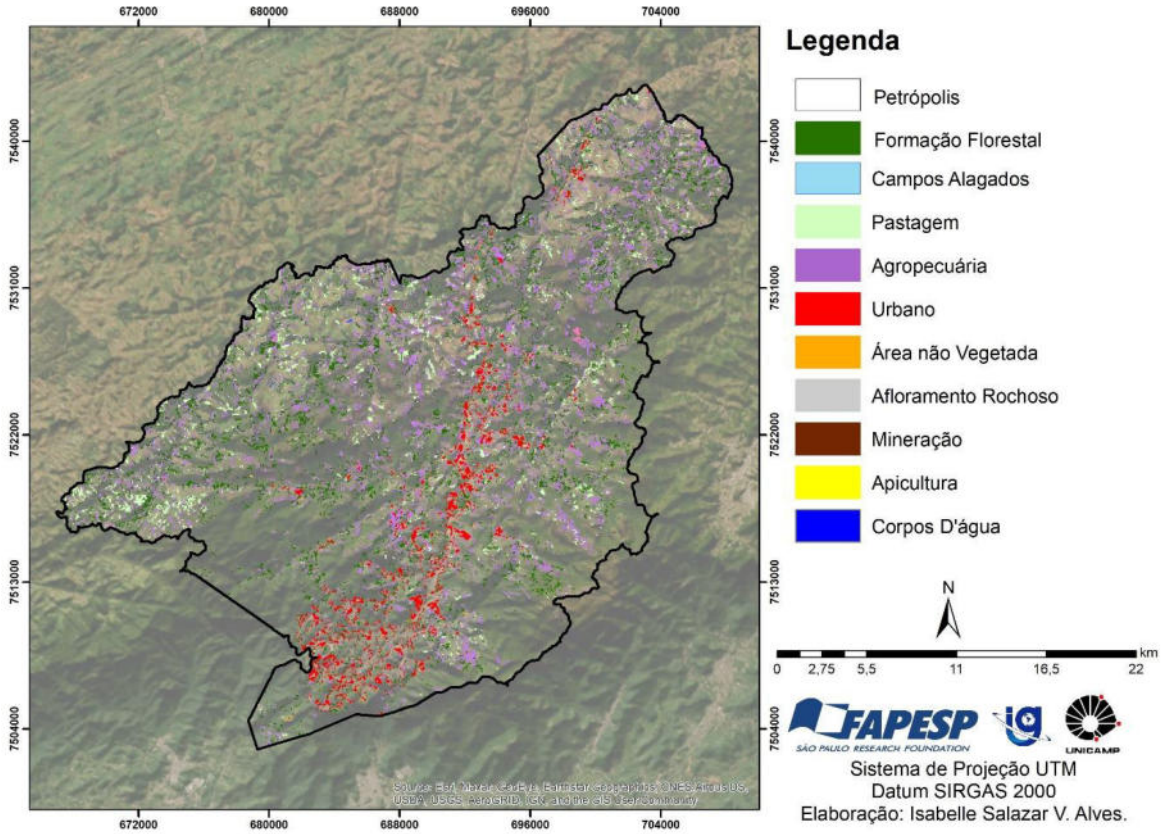


Fig. 4 Mapa de Probabilidade dos Usos Futuros do Município de Petrópolis

Dessa forma, a expansão urbana, como indicada pela conversão de áreas naturais para áreas urbanas, pode aumentar a vulnerabilidade da cidade a desastres. O crescimento desordenado das áreas urbanas pode resultar em ocupações em áreas de risco, como encostas íngremes e

margens de rios, aumentando a exposição da população a esses eventos catastróficos (Figuras 4 e 5).

Ao examinar as Figuras 5 e 6, torna-se evidente o crescente avanço urbano em direção a áreas com média e alta suscetibilidade a movimentos de massa e inundações. Este fenômeno não apenas revela uma expansão urbana descontrolada, mas também aponta para uma associação significativa entre a ocupação humana e o potencial para desastres. Além do crescimento urbano, a atividade agropecuária emerge como um fator relevante nessa equação, contribuindo para a intensificação da suscetibilidade dessas áreas a desastres.

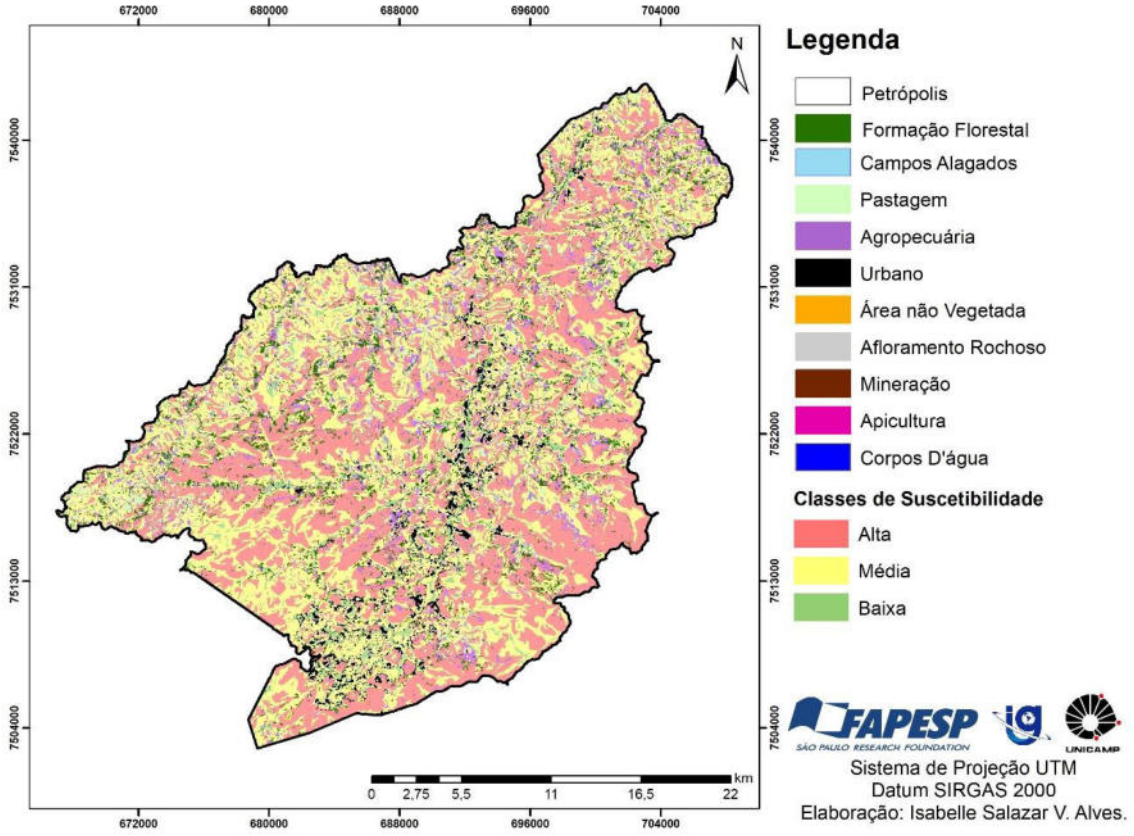


Fig. 5 Mapa de Probabilidade dos Usos Futuros do Município de Petrópolis associado a Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa

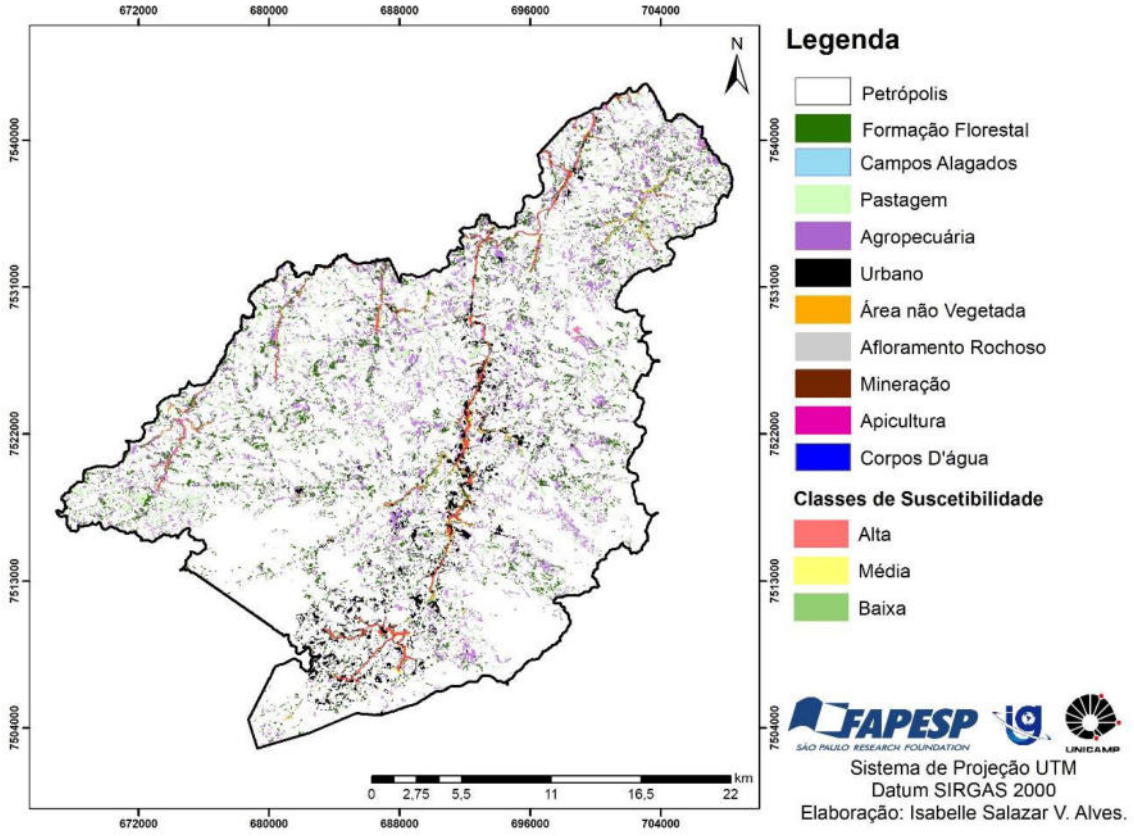


Fig. 6 Mapa de Probabilidade dos Usos Futuros do Município de Petrópolis associado a Carta de Suscetibilidade a Inundações

A análise das Figuras 5 e 6 destaca a interconexão entre a ocupação humana, a atividade agropecuária e a suscetibilidade a fenômenos naturais, capazes de gerarem desastres, em áreas de média e alta vulnerabilidade. É essencial a adoção de abordagens integradas de planejamento urbano, ambiental e agrícola que considerem não apenas o crescimento populacional, mas também os impactos ambientais e os riscos associados aos diferentes usos da terra. Somente através de uma gestão responsável e sustentável dessas áreas é possível mitigar os efeitos adversos dos desastres e promover a segurança e resiliência das comunidades afetadas.

É importante destacar que a prática agropecuária frequentemente envolve o desmatamento de áreas para dar lugar a plantações ou pastagens. Esse processo de desmatamento pode ter efeitos adversos, como o aumento da saturação do solo, tornando-o mais propenso a deslizamentos e outros desastres relacionados à instabilidade do terreno. Assim, a relação entre atividades agropecuárias e ocorrências de desastres se torna evidente, ressaltando a necessidade de considerar esses impactos na análise de riscos e na formulação de políticas de gestão ambiental.

Da mesma forma, o aumento da ocupação humana em áreas de risco intensifica as consequências de catástrofes. A concentração de população em áreas suscetíveis não apenas coloca mais vidas em perigo durante eventos extremos, mas também amplifica os danos materiais e econômicos associados a esses eventos. Logo, a expansão urbana desordenada para essas áreas representa não apenas uma ameaça à segurança das comunidades locais, mas também um desafio significativo para os esforços de mitigação e resposta a esses eventos.

Deste modo, ao direcionar a análise para a atualidade, percebe-se que os bairros estão localizados nas terras das antigas fazendas (Assumpção, 2015; Petrópolis, 2018) e são densamente povoados, em decorrência do crescimento demográfico resultante da colonização, do processo de industrialização e do turismo. Essa ocupação ocorreu primeiramente, em fundos de vales pelas classes dominantes, mantendo o que estava previsto no Plano de Koeler, entretanto, hoje é perceptível o crescente número de moradores se estabelecendo nas baixas, médias e até mesmo altas vertentes das encostas - áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações – (Figuras 5 e 6). Dessa forma, esta ocupação que em sua maioria é irregular, torna-se um agravante para processos naturais da região.

Segundo Busch e Amorim (2011), entre os anos 2008 e 2009, cerca de 42 mil habitantes viviam em 230 áreas vulneráveis[1]. Por exemplo, um desastre de proporções enormes é o ocorrido no ano de 2011, no dia 11 de janeiro e madrugada do dia 12, que em apenas uma noite choveu o esperado para o mês todo, deixando 905 mortos, 345 desaparecidos e 34.600 pessoas desabrigadas ou desalojadas (Brasil, 2012).

A conversão de áreas rurais para uso urbano pode reduzir a resiliência da cidade a desastres. A perda de áreas agrícolas e de pastagem pode afetar a capacidade de produção de alimentos local e aumentar a dependência de suprimentos externos em caso de desastres. Além disso, a urbanização de áreas rurais pode resultar na degradação de ecossistemas naturais, reduzindo sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos, como a regulação do fluxo de água e a proteção contra movimentos de massa.

A conversão de áreas de Formação Florestal para outros usos, como Pastagem e Áreas não Vegetadas, pode aumentar os riscos e a degradação ambiental, como pelo processo de erosão hídrica do solo, perda de biodiversidade e contaminação da água. A redução da cobertura vegetal também pode aumentar a suscetibilidade da cidade a movimentos de terra e inundações, especialmente durante períodos de chuvas intensas, comuns durante os meses de outubro a março (Alves; Manz e Amorim, 2022).

A diversificação de usos da terra, incluindo atividades como Silvicultura e Mineração, pode apresentar desafios adicionais de gestão de riscos. Por exemplo, a silvicultura pode aumentar o risco de incêndios florestais (Prefeitura Municipal de Petrópolis, 2023), enquanto a mineração pode resultar em impactos ambientais significativos, como contaminação do solo e da água.

Portanto, a análise dos dados das transições de usos e ocupações do município de Petrópolis evidencia que as mudanças na paisagem e uso da terra podem influenciar diretamente a vulnerabilidade da cidade a desastres. É fundamental adotar políticas de planejamento urbano e ambiental que levem em consideração esses fatores e promovam um desenvolvimento sustentável e resiliente em Petrópolis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das transições de usos associados ao território do município de Petrópolis revela uma realidade marcada por uma rápida expansão urbana, com uma notável conversão de áreas de Formação Florestal e Pastagem, para uso Urbano. Este fenômeno sugere uma

[1] O termo vulnerável é o utilizado pelos autores Busch e Amorim (2011), no entanto, os autores deste trabalho, preferem o termo suscetível.

dinâmica impulsionada pelo crescimento populacional e desenvolvimento econômico da região, evidenciando uma mudança significativa na paisagem e na estrutura urbana ao longo do tempo.

Além do crescimento urbano, a transformação da paisagem também revela uma tendência de conversão de áreas rurais, como Pastagem e Agropecuária, para uso urbano, refletindo a urbanização de terras anteriormente dedicadas à agricultura e pecuária. Esta transição ressalta não apenas a mudança na dinâmica socioeconômica da região, mas também a transformação da identidade rural do município.

As mudanças na cobertura vegetal, com transições da Formação Florestal para outros usos, indicam um impacto ambiental significativo, com possíveis consequências como perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas naturais. Isso ressalta a importância de políticas ambientais que visem à conservação e restauração dos recursos naturais do município.

A diversificação de usos da terra, incluindo atividades como Silvicultura e Mineração, trazem desafios adicionais de gestão de riscos, como o aumento do risco de incêndios florestais e impactos ambientais adversos. Portanto, é crucial adotar abordagens de planejamento urbano e ambiental integradas, que considerem não apenas o crescimento urbano, mas também a preservação dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais negativos.

Portanto, a análise das transições de uso da terra em Petrópolis destaca a necessidade de políticas públicas que promovam um desenvolvimento sustentável e resiliente voltados para a gestão de riscos. A integração de estratégias de conservação ambiental, planejamento urbano e gestão de riscos é essencial para garantir um futuro próspero e equilibrado para o município, mitigando os impactos negativos das mudanças na paisagem e promovendo a resiliência diante de desastres.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelos processos n° 2019/24229-3, 2022/01202-5, 2022/03080-4, 2022/14991-5 e 2022/12891-6. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo processo nº 88887.705094/2022-00.

6 REFERÊNCIAS

Alves, I. S. V., Manz, J., & Amorim, R. R. (2022). ANÁLISE GEOSSISTÊMICA APLICADA AO ESTUDO DOS RISCOS: o caso dos movimentos gravitacionais no município de Petrópolis-RJ: GEOSSYSTEM ANALYSIS APPLIED TO THE STUDY OF RISKS: the case of gravity movements in the municipality of Petrópolis-RJ. **Espaço em revista**, *24*(1), 423-452.

Amaral, R.; Ribeiro, R. R (2009). Inundação e Enchentes. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. São Paulo: **Instituto Geológico do Estado de São Paulo**.

Assumpção, R. D. S. F. V. (2015). **Petrópolis: um histórico de desastres sem solução? Do Plano Koeler ao Programa Cidades Resilientes** (Doctoral dissertation).

Bitar, O. Y. (2014). **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações-1: 25.000: nota técnica explicativa**. IPT; CPRM.

Brasil. Ministério da Integração Nacional (2012). **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2011.** Brasília: Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CE-NAD); 2012. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Anuario-de-Desastres-Naturais-2011.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2024.

Clarklabs (2024). **TerrSet**. Estados Unidos da América.

Criado, R. C. (2016). **Mudanças no uso e na cobertura da terra em municípios do Pontal do Paranapanema de 1984 a 2014**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Presidente Prudente, 2016.

Petrópolis (2018). **História.** Disponível em: <http://www.petropolis.rj.gov.br/fct/index.php/petropolis/historia>. Acesso em: 10 ago. 2018.

Prefeitura Municipal de Petrópolis (2023). **Plano de Contingência do município de Petrópolis/RJ para incêndios florestais e estiagem, inverno 2023**. Secretaria de Defesa Civil e Ações Voluntárias. Prefeitura Municipal de Petrópolis. 2023. Disponível em: <https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/phocadownload/defesa-civil/planos-contigencia/plano%20inverno%202023%20-%2002.06.2023.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2024.

Ricobom, A. E., & Caneparo, S. C. (2017). Metodologia para geração de mapeamentos preditivos utilizando a cadeia de Markov e autômatos celulares–área piloto: perímetro urbano de Paranaguá–Paraná–Brasil. **IV Simpósio Brasileiro de Geomática–SBG2017. Presidente Prudente-SP**, 24-26.

Santos, É. P. dos, & Piroli, E. L. (2015). Detecção de mudanças no uso e cobertura da terra utilizando Land Change Modeler: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema, SP, Brasil.

SEMPDEC (2022). Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil. **Ofício SEMPDEC nº 2167/2022.** Petrópolis, RJ: Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil, 18 out. 2022.

Zanata, J. M. (2014). **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito, municípios de Avaré e Itatinga-SP**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Presidente Prudente, 2014.

DESENVOLVIMENTO DE HIDROVIAS, SUSTENTABILIDADE E A PERSPECTIVA DAS COMUNIDADES LOCAIS: ESTUDO DE CASO NO RIO TOCANTINS, BRASIL

B.R.C. Barros e E.C. Bulhões

RESUMO

A infraestrutura de transportes é um dos fatores de transformação da Amazônia com relação a relações sociais e padrões de mobilidade. Desenvolver hidrovias pode aumentar o bem-estar dos amazônidas, mas é preciso proteger o ambiente natural. Uma estratégia para lidar com os riscos socioambientais seria mitigá-los por meio de um planejamento discutido às claras com os atores interessados. Este trabalho tem como objetivo verificar as possíveis interações entre hidrovias e os territórios que as margeiam, sob a perspectiva de diferentes atores envolvidos no derrocamento do Pedral do Lourenço no Rio Tocantins, única obra hidroviária prevista no Plano Nacional de Logística vigente. Efetuou-se análise qualitativa dos planos de políticas e investimentos em hidrovias amazônicas. Também foram entrevistados diversos atores envolvidos no THI. Concluiu-se que um novo arranjo de governança é necessário para incorporar as diferentes visões, principalmente os movimentos sociais e as populações afetadas no processo de tomada de decisão

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a economia da região amazônica gravita em torno dos rios, em uma dinâmica de ocupação que mostra uma "Amazônia dos rios" sujeita a mudanças que se expressam por alterações na noção, na percepção e no uso do território das comunidades ribeirinhas (Melo Júnior *et al.*, 2018). A disponibilidade da infraestrutura de transportes está entre os fatores de transformação de relações sociais e de padrões de mobilidade na Amazônia ribeirinha (Eloy *et al.*, 2014). Como o desenvolvimento de hidrovias tem potencial econômico para aumentar o bem-estar dos amazônidas, é fundamental estimular projetos que não comprometam os resultados da agenda conservacionista (Simmons *et al.*, 2018).

O planejamento do transporte sustentável requer redução do número de viagens, mudança modal e maior eficiência, portanto, as partes interessadas devem se envolver em coalizões amplas para aceitar a responsabilidade coletiva (Banister, 2008). Em outras palavras, trata-se de considerar, no processo de tomada de decisão, acessibilidade às necessidades humanas, custos econômicos e redução de emissões de poluentes, com metas de equidade, integridade ambiental e bem-estar humano (Litman, 2007). A sustentabilidade do sistema de transporte incorpora atributos de eficácia do sistema e impactos no desenvolvimento econômico na integridade ambiental e na qualidade de vida social (Jeon *et al.*, 2013). Em outras palavras, o transporte sustentável visa evitar o esgotamento de recursos e a poluição do ar, ao mesmo tempo em que abrange a busca do bem-estar econômico e social por meio de soluções

coordenadas que mesclam inovação tecnológica e reformas institucionais (Zhou, 2012). Reconhecer que as políticas, os atores das políticas e o contexto interagem entre si aumenta as chances de desenvolver ferramentas eficazes e apropriadas para aqueles a quem devem ajudar, reduzindo a distância entre os estudos e a formulação de políticas. (Marsden & Reardon, 2017).

Uma maneira de incentivar projetos de infraestrutura de transporte bem-sucedidos é a colaboração entre governo e *stakeholders*, que pode aumentar o engajamento dos diferentes atores interessados (Locatelli *et al.*, 2017). Na governança de transporte de cargas, as principais questões giram em torno de soluções para desafios em uma pluralidade de partes interessadas, e de como essa pluralidade pode ser usada para criar soluções mais robustas (Gammelgaard *et al.*, 2017). Sejam agentes estatais ou privados os responsáveis pela governança de infraestruturas de transporte, o fundamental é que o Estado tenha mecanismos para assegurar níveis mínimos de quantidade e qualidade, bem como garantir um desempenho ambiental adequado (Monios, 2019). Com efeito, combinar a proteção ambiental com o desenvolvimento do transporte hidroviário exige padrões rígidos para obras de infraestruturas, a fim de conter danos e promover a recuperação ecológica (Wiśnicki, 2016; Zawal *et al.*, 2016). O THI sustentável é aquele no qual o aumento da carga se alia à redução de custos ambientais e econômicos na construção e na operação, ao mesmo tempo em que é resiliente às mudanças climáticas e promove a equidade social (Barros *et al*., 2022).

O Governo Federal destina a projetos de infraestrutura hidroviária uma pequena fração dos investimentos realizados em rodovias, e ainda assim, aloca menos recursos do que o planejado (Barros *et al*., 2023). No Rio Tocantins está localizado o único empreendimento de infraestrutura hidroviária previsto no Plano Nacional de Logística (EPL, 2018). Trata-se do derrocamento do Pedral do Lourenço, um cânion de seis quilômetros de extensão que fica no Rio Tocantins a montante da usina hidrelétrica de Tucuruí e atrapalha a navegação (Tomas *et al*., 2018) (Figura 1).

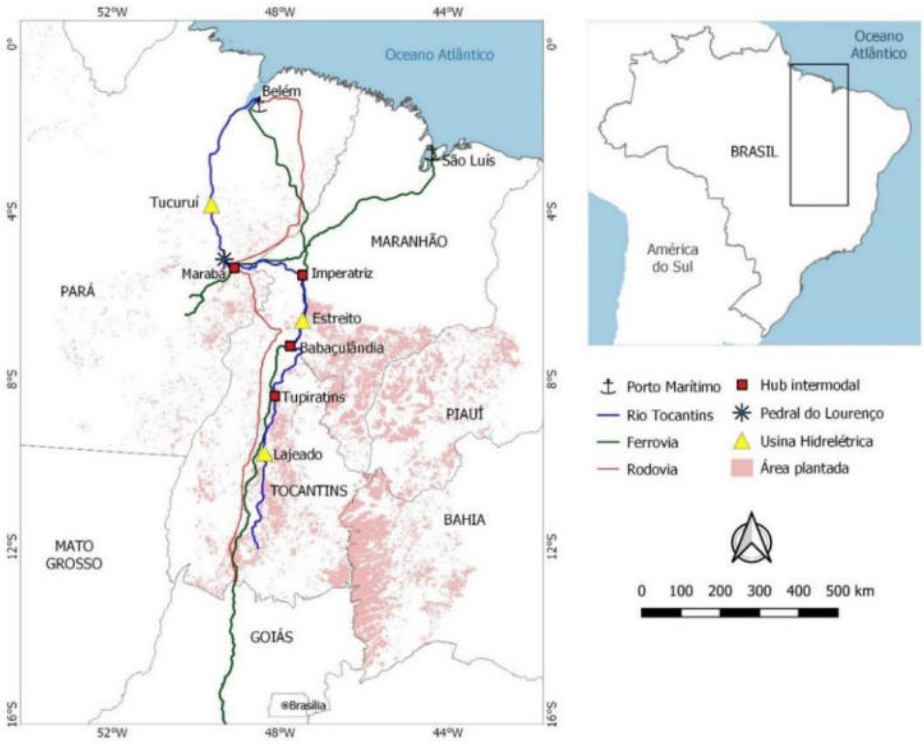


Fig. 1. Região do estudo de caso do método Q. Fonte: elaboração própria.

A implantação da hidrovia Tocantins-Araguaia desperta expectativas. O processo lento de implantação da hidrovia e a aparente falta de vontade política causam descrença entre os diversos atores interessados, o que os leva a não inserirem a futura hidrovia nos projetos institucionais ou empresariais deles (Almeida, 2004). Uma estratégia para lidar com os riscos socioambientais da hidrovia do Tocantins seria mitigá-los por meio de seguros e preveni-los por meio da transparência de um processo de planejamento bem documentado e comunicado claramente aos atores interessados (Bracarense, 2017). Nesse sentido, a hidrovia do Tocantins teria viabilidade por um modelo de concessão que obriga a geração regional e local de empregos e massa salarial, ou seja: a melhoria de infraestrutura de transportes implicaria crescimento econômico (Aragão *et al.*, 2019). Polos regionais de desenvolvimento econômico e social aumentariam a disponibilidade de carga para transporte na hidrovia do Tocantins, viabilizando investimentos (Antunes *et al.* 2016). O problema é que os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA) do governo deveriam levar em consideração as fontes de incerteza do futuro. Atualmente, esses estudos só consideram investimentos a serem realizados no momento de elaboração deles, ou seja, não preveem a viabilidade de investimentos a serem realizados somente no futuro (Bulhões, 2015). Resultado: apesar das possibilidades de desenvolvimento da hidrovia do Tocantins, o Governo Federal não superou a fase de licenciamento ambiental do derrocamento do Pedral do Lourenço até hoje (DNIT, 2024). Neste trabalho, após esta introdução com revisão de literatura e caracterização do local estudado, apresentam-se materiais e métodos, seguidos de resultados com discussão e, por fim, a conclusão, com sugestões para estudos futuros.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foram analisados os planos de transporte do Governo Federal: Plano Nacional de Logística e Transporte - PNLT, (MT, 2011); Plano Nacional de Integração Hidroviária - PNIH (ANTAQ, 2013); Plano Estratégico Hidroviário - PHE (MT, 2013); Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP (SEP, 2015) e Plano Nacional de Logística - PNL (EPL, 2018). A intenção foi verificar quais empreendimentos estão previstos para desenvolvimento de hidrovias nesses planos.

Neste trabalho também se aplicou o método Q, que combina técnicas qualitativas e quantitativas para descrever e analisar as subjetividades entre os atores-chave do THI na Amazônia. Estabelecido originalmente para examinar segmentos de comportamento, o método consiste em análise fatorial que começa com uma população de *n* testes feitos por *m* indivíduos. (Stephenson, 1935; Stephenson, 1953). Desde a formulação, Q tem sido usado para estudar opinião pública e atitudes em ciências sociais e política, pois visa estudar subjetividades de maneira organizada e dar-lhes interpretação estatística baseada em princípios científicos e filosóficos (Brown, 1984; Brown, 1993; Barry e Proops, 1999).

O método Q tem sido utilizado para investigar o papel do transporte na inclusão social; uso de transporte público por adultos com autismo; política de aviação civil; impactos de veículos autônomos na acessibilidade; centros urbanos de distribuição de carga e sustentabilidade da mobilidade urbana (Rajé, 2007; Falkmer *et al.*, 2015; Kivits & Charles, 2015; van Duin *et al.*, 2017; Milakis *et al.*, 2018; Foltýnová, *et al.*, 2020). O método Q foi aplicado em pesquisas sobre transporte aquaviário. Primeiro, sobre o comportamento de escolha de portos marítimos por usuários (Kim, 2014). Posteriormente, foi usado para investigar a logística de contêineres refrigerados no porto de Rotterdam (Castelein, 2019). Essas aplicações, portanto, não se referiram à navegação interior.

Argumenta-se em favor do método Q que outras ferramentas, como questionários, escalas de *Likert* e demais dispositivos para medir opiniões trazem definições operacionais e categorias que podem representar a imposição de "respostas corretas" às perguntas do pesquisador (Robbins e Kruger, 2000). O método consiste em quatro passos bem descritos na literatura (Robbins e Kruger, 2000; Eden *et al.*, 2005). Este protocolo foi seguido na presente pesquisa: construção do *Concourse*, seleção da amostra Q, condução dos *Q-Sorts* e uso de análise fatorial para atingir as perspectivas sociais (Webler *et al.*, 2009).

Primeiro, criou-se um *Concourse* a partir de 27 entrevistas semiestruturadas sobre a política brasileira de THI com servidores das seguintes organizações: MINFRA (5); EPL (4); DNIT (3); ANTAQ (3); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis-IBAMA (1); Universidade Federal (1); Senado Federal (1); Marinha do Brasil (1); além de representantes de portos privados e armadores (6) e representantes de associações de produtores agrícolas: Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso – APROSOJA (1) – e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA (1). A estratégia de bola de neve foi usada para alcançar a maior diversidade possível de participantes, e as entrevistas foram efetuadas entre 12 de fevereiro de 2020 e 20 de maio de 2020. As conversas duraram entre 20 e 40 minutos, durante os quais os respondentes discorriam livremente a respeito da seguinte pergunta: "Na sua opinião, quais são os obstáculos e os facilitadores para a consolidação de uma política de transporte hidroviário no Brasil? ". Após a transcrição das entrevistas, identificamos 252 afirmações diferentes que respondiam objetivamente à pergunta. Então, classificamos essas afirmações classificadas conforme a adequação delas para a presente pesquisa. Por meio de critérios de relevância, frequência e similaridade, 36 afirmações foram selecionadas para a fase Q-Set, e agrupadas em categorias ligadas à sustentabilidade. São afirmações sobre arranjos institucionais, mudança climática, participação de atores, mudança modal, hidrovias sustentáveis e usos múltiplos das águas.

Para organizar em ordem de importância e classificar essas informações, na segunda fase (chamada *Q-Set*), foram selecionados 24 participantes entre pessoas que lidam diariamente com a formulação, implementação e os resultados da política de THI. Procurou-se entrevistar a maior diversidade possível de atores, conforme distribuição a seguir: MINFRA (2); ANTAQ (1), DNIT (2); EPL (1); Associação dos Terminais Privados e Estações de Transbordo de Cargas da Bacia Amazônica – AMPORT (1); empresa de navegação (1); companhia *trading* de soja e milho (1); CNA (2); APROSOJA-MT (1); Marinha do Brasil (1); IBAMA (1); Universidade Estadual do Pará (UEPA/Marabá) (1); Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA/Marabá (2); Instituto Federal do Maranhão – IFMA (1); Movimento dos Atingidos por Barragens/Marabá – MAB (1); Movimento dos Ribeirinhos e Ribeirinhas das Ilhas e Várzeas de Abaetetuba – MORIVA (1); e os pescadores que moram na Vila Tauiry e integram a Associação da Comunidade Ribeirinha Extrativista da Vila Tauiry – ACREVITA (3). Oito dos 24 entrevistados haviam participado da fase *concourse*. A seleção dos respondentes foi efetuada com base no nível de conhecimento deles em relação ao rio Tocantins e aos impactos da hidrovia, bem como na aceitação do convite para participar da pesquisa. Entre 18 de setembro de 2020 e 23 de novembro de 2021, os participantes organizaram as 36 afirmações em uma distribuição normal.

Dezenove das primeiras 21 entrevistas foram feitas por meio de videoconferência, devido às restrições trazidas pelas medidas de combate à pandemia de COVID-19. Outras duas entrevistas foram feitas por telefone, em razão de problemas com sinal de Internet. Por meio

da técnica de bola de neve, foi obtido o contato dos pescadores da comunidade de Vila Tauiry. Na Vila Tauiry está localizado o Lourenção, a pedra que dá nome ao cânion que o DNIT pretende derrocar. A Vila está localizada a 20 quilômetros, por estrada de terra, de distância de Itupiranga/PA. Itupiranga fica a 50 quilômetros de distância de Marabá/PA pela rodovia Transamazônica (BR-230). Quando as restrições da COVID-19 permitiram, a primeira autora visitou a Vila Tauiry entre 23 e 25 de novembro de 2021, a fim de realizar os *Q-Sorts* e conduzir as entrevistas pessoalmente.

Todas as entrevistas da fase *Q-Set* foram gravadas com o consentimento dos participantes. Os respondentes organizaram os *Sorts* em uma distribuição normal invertida: eles distribuíram as afirmações em uma matriz que permite apenas uma afirmação correspondente a "Concordo fortemente", à qual é atribuída nota +5; e uma afirmação correspondente a "Discordo fortemente", à qual é atribuída nota -5. E assim sucessivamente, com as demais afirmações. A distribuição normal é vantajosa porque obriga os participantes a distinguir entre as próprias prioridades, refletindo mais sobre elas (Webler *et al*., 2009). (Figura 2).

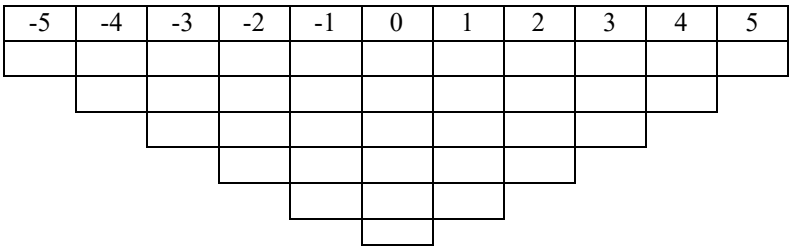


Fig. 2. Matriz de atribuição de notas às afirmações na fase Q-Sort da pesquisa.

Em seguida à disposição das afirmações, foram conduzidas as entrevistas pós-*sort*, a fim de colher as justificativas dos participantes para as escolhas deles. Neste trabalho abordamos essas entrevistas sob a ótica das afirmações que tratam das interações entre o derrocamento do Pedral do Lourenço e o desenvolvimento das comunidades ribeirinhas que serão afetadas pelo empreendimento. Portanto, este trabalho se concentra nas afirmações 10 "A construção de terminais de transbordo gera desmatamento e urbanização desordenada", 11 "Obras como a do Pedral do Lourenço vão prejudicar a pesca na região", que dizem respeito diretamente a aspectos do desenvolvimento das cidades no entorno do Pedral, uma vez que a pesca é uma atividade econômica importante para os moradores da região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PNLT previu melhorias nos canais de navegação dos rios Teles Pires, Tapajós, Araguaia e Tocantins, a implantação da hidrovia do Marajó e a construção de duas eclusas no rio Tocantins. O PNIH contém uma lista de 38 terminais de carga em cinco bacias hidrográficas, mas nenhum deles foi construído. O PHE é o plano mais abrangente para o THI, e elege oito hidrovias prioritárias, nas quais 38 obras deveriam ser executadas até 2030. No entanto, apenas 3% desses investimentos previstos foram realizados até o momento (CGU, 2021). No PNL, a única obra hidroviária prevista está em fase de projeto há cinco anos, mas deveria ter sido entregue. Trata-se do derrocamento do Pedral do Lourenço, no rio Tocantins. O PNLP não menciona nenhum empreendimento específico em hidrovias, apenas recomenda aumentar a participação do THI a portos marítimos em 7% até 2025 e 11% até 2035 (SEP, 2015). Os planos apresentam sobreposição de projetos, pois o PNL é, em grande parte, uma atualização do PNLT, e ambos estabelecem prioridades para os modos rodoviário, ferroviário e aquaviário. Já o PNIH e o PHE tratam especificamente de hidrovias, sendo o

primeiro dedicado a terminais. Em suma, do total de 54 empreendimentos hidroviários planejados, três foram concluídos desde 2014: instalação e manutenção da sinalização no rio Paraguai, dragagem no rio Madeira e dragagem no rio Taquari. Portanto, aconselha-se a atualização dos instrumentos de planejamento hidroviário (PHE, PNIH) com uma abordagem mais realista, frente ao arranjo organizacional vigente.

Na aplicação das entrevistas foram identificadas quatro perspectivas sociais (fatores) relacionadas aos desafios de sustentabilidade do desenvolvimento hidroviário interior no Norte do Brasil: (1) passos críticos; (2) hidrovia, projeto de morte; (3) barragens nas hidrovias e (4) liberdade para hidrovias. A primeira perspectiva vê a hidrovia como o meio de transporte mais barato e ecologicamente correto, e enxerga os entraves ao THI como questões externas. A segunda perspectiva considera as hidrovias como vetores de danos ambientais e sociais. No rio Tocantins, o derrocamento do Pedral do Lourenço afetará mais uma vez algumas populações que foram impactadas pela construção da UHE Tucuruí durante a década de 1980 e, novamente, durante a construção de eclusas, na década de 2000. Na terceira perspectiva, a principal preocupação são os conflitos entre a navegação e o setor de geração de energia elétrica. No caso do Tocantins, o potencial hidrelétrico é explorado há décadas, mas as únicas eclusas estão localizadas em Tucuruí. Por fim, a quarta perspectiva percebe que a forma como o Estado tem conduzido planos, programas e ações tem atrapalhado o desenvolvimento do THI.

3.1 Passos críticos

Os entrevistados que representam o Governo Federal, empresas de navegação e operadores portuários privados definem a perspectiva dos "passos críticos". Apesar do alheamento em relação a responsabilidades pelo baixo desempenho do modo hidroviário na matriz de transporte, os participantes que carregaram neste fator são ligados ao então Ministério da Infraestrutura, ao IBAMA, ao agronegócio e a terminais hidroviários privados. Para os atores desta perspectiva, o uso de hidrovias só tem benefícios, e não tem capacidade de causar impactos negativos. Esta visão discorda fortemente da noção de que as hidrovias sejam vetores de destruição ambiental. As duas afirmações centrais desta pesquisa receberam as notas mais baixas. Nesse sentido, rejeitou-se fortemente a ideia de que o derrocamento do pedral prejudicará a pesca na região: "Você pode até prejudicar no momento da obra, mas depois, não tem. Você faz um canal de uma parte do rio. Não é no rio todo, esse derrocamento". O processo rigoroso de licenciamento serve de salvo conduto para a segurança ambiental da remoção de rochas: "Os processos de licenciamento, eles têm sido muito mais robustos. O que, em tese, mitiga impactos muito negativos".

Nesta perspectiva, construir terminais de transbordo também não é causa de desmatamento nem de urbanização desordenada, como exemplifica o representante de uma associação portuária: "eu te mostro alguns terminais de transbordo de carga que você nem percebe que são portos. Você tem apenas uma estrada chegando no portão. E a partir daí, mata dos dois lados". Mais, nesta perspectiva, a construção de terminais é benéfica para a região: "Na verdade, vemos um desenvolvimento muito organizado que está ocorrendo, estamos vendo melhorias de vida da população, estamos vendo muito mais empregos".

3.2 Hidrovia, projeto de morte

Professores da UEPA e da UNIFESSPA envolvidos com pesquisas próximas ao trecho do Pedral do Lourenço definem a segunda perspectiva. Eles estão acompanhados de um

representante do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) e dois dos pescadores que vivem na Vila Tauiry. As principais preocupações neste fator são os impactos negativos que o transporte hidroviário pode causar na região. Em outras palavras, esta perspectiva vê a hidrovia do lado de quem terá prejuízos, em vez de benefícios, contrapondo-se aos respondentes do primeiro fator nas afirmações que falam sobre impactos ambientais das obras hidroviárias e sociais, sobre o modo de vida das populações locais.

A principal crença nesta perspectiva é que hidrovias prejudicam o meio ambiente. Nesse sentido, o derrocamento do Pedral do Lourenço prejudicará a pesca na região, e esta afirmação recebeu a nota mais alta. É o que explica o primeiro pescador: "não tem jeito para não dar explosão, né. É isso. É isso que dá o impacto para o pescador é por isso. Porque não tem do que, outro motivo para ele, dele viver, né, se não ser da pesca". Os efeitos vão além de prejudicar a reprodução das espécies locais de peixes, como diz o representante do MAB: "esse rio tem uma relação social com a família e com as pessoas, de trabalho, de convivência, a forma de subsistência". O segundo pescador explica que o rio significa tudo para eles: "a hidrovia vai tomar o espaço que nós temos, onde nós trabalhamos. Vai tirar o alimento da nossa mesa. Não somos contra a hidrovia, mas nós queremos que eles nos recompensem".

Outra afirmação em que há discordância forte entre os fatores 1 e 2 é a que menciona a construção de terminais de transbordo como causa de desmatamento, trazendo urbanização desordenada em localidades amazônicas. Esta afirmação ficou em sexto lugar na ordem de importância para os participantes desta perspectiva. Respondentes do fator "hidrovia, projeto de morte" contam que isso aconteceu antes na região, quando foi construído o terminal logístico da mineradora: "Qualquer grande construção nessas cidades aqui do Norte vai gerar uma urbanização desordenada". Além da degradação ambiental, a infraestrutura traz outros problemas, conforme explica o segundo professor: "inchaço populacional, do pessoal que não tem renda, tem que também tentar ganhar o pão de cada dia ali, nesse novo lugar que foi aberto". Sobre este assunto, os respondentes do fator 1 afirmam que os terminais hidroviários são diferentes de outras infraestruturas, e se concentraram em afirmar que não vai haver desmatamento para a construção deles. Entretanto, pouco mencionaram a possibilidade de geração de aglomerados urbanos em volta dos terminais, e quando o fizeram, argumentaram que isso trará prosperidade econômica para a região.

3.3 Barragens nas hidrovias

Nesta perspectiva, emergem os conflitos entre os múltiplos usos da água. Assim, priorizar o uso da água para gerar energia elétrica é o principal entrave para o THI no Brasil. O representante da EPL e um professor do Instituto Federal do Maranhão localizado em uma cidade a montante do trecho do Pedral, no estado do Maranhão, carregaram esse fator. Eles são acompanhados por um representante do movimento social ribeirinho de uma comunidade próxima à foz do rio Tocantins, em Abaetetuba/PA, e um dos pescadores da Vila Tauiry.

Nesta perspectiva, o derrocamento afetará a pesca naquele trecho do rio Tocantins. A afirmação ficou em quarto lugar na ordem de importância deste grupo de participantes. Apesar do prejuízo para a pesca, as comunidades afetadas pelo empreendimento não foram consultadas, como critica um pescador da Vila Tauiry: "O que eu quero falar só pelos desrespeito que todos esses órgão aí têm tido com as comunidade. Quando eles pensarem em fazer o empreendimento numa região dessa, primeiramente de tudo, há vinte anos atrás, já tinha que ter vindo consultar". Obras para a navegação alteram o leito do rio e impactam

a ictiofauna: “Os impactos sobre os peixes vão acontecer e, portanto, sobre as comunidades ribeirinhas”. Nesse sentido, o fator “barragens nas hidrovias” difere do fator “passos críticos” e se aproxima do fator “hidrovia, projeto de morte”, pois aos respondentes acreditam que haverá danos. Observa-se que dos quatro participantes que carregaram no fator 3, três residem na área de influência do rio Tocantins. Infere-se que a familiaridade com a vida no entorno do rio aproxime os respondentes da consciência a respeito dos danos que as obras poderão ocasionar.

Nesta perspectiva, construir instalações de transbordo não prejudicará a floresta nem causará intensa urbanização. A afirmação ficou em antepenúltima na escala de importância. Assim como no primeiro fator, as hidrovias têm impactos distintos de outros modos de transporte: “Quem é que vai atrair? É a obra de uma estrada, de uma ferrovia, que são obras grandes e de longa duração”. Nesta perspectiva, o que acontece durante a construção de terminais é a supressão vegetal legalizada: “As instalações construídas na região Norte não trazem, perdoe minha expressão, todo esse progresso, esse *boom* econômico”. Neste fator, diferentemente do fator “passos críticos”, mais uma vez, as condições naturais e de vida das populações ao redor do rio aparecem como aspectos importantes a serem considerados: “quando são feitos estudos, as realidades locais não são levadas em consideração”. Ou seja, o componente local aparece no fator “barragens nas hidrovias”, mas com uma visão praticamente oposta à dos participantes que carregaram no fator “hidrovia, projeto de morte”, para quem a construção dessas infraestruturas trará consequências negativas.

3.4 Liberdade para hidrovias

Os respondentes do fator 4 discordam da crença de que o derrocamento do Pedral do Lourenço prejudicará a pesca. Para eles, esta afirmação ficou em último lugar na escala de importância. Os participantes do fator “liberdade para hidrovias” minimizam os impactos da intervenção: “o derrocamento só vai disciplinar um trecho do rio. Isso não terá influência significativa na pesca”. Além disso, os impactos serão limitados à fase das obras de remoção: “E eu entendo que as populações ribeirinhas têm que ser compensadas por isso. Mas após a implantação você deve ter um comboio de barcaças passando por dia, isso é apenas um impacto de cinco minutos”.

Entretanto, entre os respondentes do fator “liberdade para hidrovias”, há alguma controvérsia sobre os efeitos da construção de terminais, como desmatamento e urbanização descontrolada. Por um lado, os projetos modernos não exigem supressão vegetal: “Hoje você tem projetos de transbordo direto na calha dos rios. Desmatamento zero”. Por outro lado, a construção de terminais pode atrair aglomeração: “as pessoas virão atrás de empregos, mas não é a instalação em si que vai gerar um problema fundiário”. Nas duas questões, os respondentes da perspectiva “liberdade para hidrovias” discordam da perspectiva “hidrovia, projeto de morte”, aproximando-se das outras correntes, “passos críticos” e “barragens nas hidrovias”, com justificativas parecidas. Apesar de alguma discordância entre eles, a afirmação ficou em antepenúltimo lugar na escala de importância.

Estatisticamente, a afirmação sobre os impactos do derrocamento na pesca na região do Pedral do Lourenço é a que apresenta maior discordância em toda a pesquisa. O fator 1, “passos críticos”, concentra mais da metade dos interessados no desenvolvimento da hidrovia, enquanto o fator 2, “hidrovia, projeto de morte”, congrega os ameaçados pelos impactos desse mesmo desenvolvimento.

4 CONCLUSÃO

O principal ponto de divergência entre os fatores são os aspectos socioambientais referentes à obra do Pedral do Lourenço. Observou-se que os residentes no entorno do derrocamento, cuja maioria está concentrada no fator 2, são os únicos a se preocuparem com os impactos socioambientais do empreendimento. Os representantes dos demais fatores argumentam que o processo de licenciamento ambiental é robusto. Esse rigor é usado como justificativa para minimizar os efeitos negativos das obras sobre o meio ambiente e o modo de vida das populações locais. Entretanto, os moradores da Vila Tauiry afirmam que não foram entrevistados pela empresa executora dos estudos ambientais que foram entregues ao IBAMA pelo DNIT como requisitos para concessão das licenças. Mais do que isso, os ribeirinhos afirmam que os moradores das demais comunidades a serem afetadas pelo derrocamento também não foram consultados. Além de afirmarem não terem sido consultados, os ribeirinhos se queixam da ausência de previsão de compensação econômico-financeira por parte do órgão executor (DNIT) para as comunidades da área de influência da obra.

Para os entrevistados dos fatores 1, 3 e 4, os aspectos mais importantes do THI são econômicos, e se referem a aumentar a capacidade de carga e reduzir custos. Eles veem a comunicação e a integração entre diferentes atores como desafio na formulação e implementação de uma política para THI no Brasil. Um novo arranjo de governança seria necessário para incorporar as diferentes visões, principalmente os movimentos sociais e as populações afetadas no processo de tomada de decisão. Recriar as arenas de discussão seria uma alternativa, com grupos de desenvolvimento regionais que incluíssem esses atores. Esses espaços poderiam prover sinergia entre os setores hidrelétrico e de transportes, aproximando o Brasil das metas do Acordo de Paris e dos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 que se referem à mitigação das emissões ligadas ao consumo de energia e da dependência de combustíveis fósseis.

O caso do rio Tocantins foi escolhido por abrigar a obra de maior investimento do Governo Federal em hidrovias no Brasil. O derrocamento do Pedral do Lourenço também é o único projeto hidroviário no Plano Nacional de Logística, principal plano de investimentos em infraestruturas de transporte vigente no Brasil. Identificar as perspectivas de sustentabilidade no THI no contexto do rio Tocantins destaca questões a serem abordadas em pesquisas futuras. Como as hidrovias no Brasil são competência do Governo Federal, é necessário estudar formas de incorporar questões como a cooperação com a sociedade civil e os agentes econômicos. Além disso, se os agentes não estatais devem ser incorporados ao processo de tomada de decisão, é preciso investigar os mecanismos que precisam ser desenvolvidos para salvaguardar a sustentabilidade ambiental e social.

5 REFERÊNCIAS

Almeida, A. (2004) **Hidrovia Tocantins-Araguaia: importância e impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo.

Antunes, G.A.; Aragão, J.J.G.; Girardi Júnior, J.R.; Dias, L.C.; Rabelo, R.J. & Yamashita, Y. (2016) Methodology for Identifying Regional Poles under Territorial Engineering Approach. **International Journal of Business and Management Invention**, 5(12), 58-67.

Aragão, J.JG.; Bracarense, L.S.F.P. & Yamashita, Y. (2019) Princípios da engenharia territorial aplicados como instrumento para o crescimento e para o desenvolvimento econômico. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Territorial**, 15(1), 194-207.

Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, 15, 73-80.

Barros, B.R.C., Bulhões, E.C. & Brasil Junior, A.C.P. (2022) Inland Waterway Transport and the 2030 Agenda: Taxonomy of Sustainability Issues. **Cleaner Engineering and Technology**, 8, 100462.

Barros, B.R.C., Bulhões, E.C. & Brasil Junior, A.C.P. (2023). Desempenho orçamentário e governança na gestão de projetos de infraestrutura: o caso do transporte hidroviário interior brasileiro. **Cadernos EBAPE**, 21(5), e2021-0135.

Barry, J. & Proops, J. (1999) Seeking sustainability discourses with Q methodology. **Ecological Economics**, 28, 337-345.

Bracarense, L.S.F.P. (2017) **Elementos para um Modelo Inovador de Parcerias Público-Privadas em Infraestrutura de Transportes: Estudo Aplicado à Hidrovia do Rio Tocantins**. , Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 218 p.

Brown, S.R. (1993) A primer on Q Methodology. **Operant Subjectivity**, 16:3/4, 91-138.

Brown, S.R. (1984**) Political subjectivity: applications of Q Methodology in political science**. New Haven, CT: Yale Univerity Press.

Bulhões, E.C. (2015) **Proposta alternativa de avaliação econômica aplicada a investimentos em infraestrutura hidroviária brasileira utilizando opções reais**. Tese de doutorado em transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Castelein, B.; Van Duin, R & Geerlings, H. (2019) Identifying dominant stakeholder perspectives on sustainability issues in reefer transportation. A Q-method study in the Port of Rotterdam. **Sustainability**, 11:12, 3425.

CGU (2020). **DNIT – Execução Orçamentária e Financeira**. Brasília: Controladoria Geral da União. Disponível: http://www.portaltransparencia.gov.br/orgaos/39252?ano=2020, acesso 15 mai. 2024.

DNIT. (2024) **DNIT promove reuniões para esclarecer sobre o projeto de derrocamento do Pedral do Lourenço, no Pará**. Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-promove-reunioes-para-esclarecer-sobre-o-projeto-de-derrocamento-do-pedral-do-lourenco-no-para, acesso em 15 mai. 2024.

Eden, S., Donaldson, A., Walker, G. (2005) Structuring subjectivities? Using Q Methodology in Human Geography. **Area**, 37:4, 413–422.

Eloy, L.; Brondizio, E.S. & Do Pateo, R. (2014) New perspectives on mobility, urbanization and resource management in riverine Amazônia. **Bulletin of Latin American Research**, 34:1, 3-18.

EPL. (2018) **Plano Nacional de Logística**. Brasília: Empresa de Planejamento Logístico. Disponível: https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl, acesso 14 jan. 2021.

Falkmer, M.; Barnett, T.; Horlin, C.; Falkmer, O.; Siljehav, J.; Fristedt, S.; Lee, H.C.; Chee, D.Y.; Wretstrand, A. & Falkmer, T. (2015) Viewpoints of adults with and without Autism Spectrum Disorders on public transport. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 80, 163-183.

Foltýnová, H.B.; Vejchodská, E.; Rybová, K. & Květoň, V. (2020) Sustainable urban mobility: One definition, different stakeholders' opinions. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 87, 102465.

Gammelgaard, B.; Andersen, C.B.G. & Figeroa, M. (2017) Improving urban freight governance and stakeholder management: A social systems approach combined with relationship platforms and value cocreation. **Research in Transportation Business and Management**, 24, 17-25.

Jeon, C.M.; Amekudzi, A.A. & Guensler, R.L. (2013) Sustainability assessment at the transportation planning level: Performance measures and indexes. **Transport Policy**, 25, 10-21.

Kim, J.Y. (2014) Port user typology and representations of port choice behavior: A Q-methodological study. **Maritime Economics & Logistics**, 16, 165-187.

Kivits, R. & Charles, M.B. (2015) Aviation planning policy in Australia: Identifying frames of reference to support public decision making. **Journal of Air Transport Management**, 47, 102-111.

Litman, T. (2007) Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. **Transportation Research Record**, 1, 2007, 10-15.

Locatelli, G.; Invernizzi, D.C. & Brookes, N.J. (2017) Project characteristics and performance in Europe: An empirical analysis for large transport infrastructure projects. **Transportation Research Part A**, 98, 108-122.

Marsden, G. & Reardon, L. (2017) Questions of governance: Rethinking the study of transportation policy. **Transportation Research Part A**, 101, 238-251.

Melo Júnior, L.C.M.; Sayago, D.A.V. & Tourinho, M.M. (2018) Comunidades ribeirinhas amazônicas: dinâmicas territoriais em questão. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, 7(1), 265-287.

Milakis, D.; Kroesen, M. & van Wee, B. (2018) Implications of automated vehicles for accessibility and location choices: Evidence from an expert-based experiment. **Journal of Transport Geography**, 68, 142-148.

Monios, J. (2019). Geographies of governance in the freight transport sector: The British case. **Transportation Research Part A**, 121, 295-308.

Rajé, F. (2007) Using Q methodology to develop more perceptive insights on transport and social inclusion. **Transport Policy**, 14, 467-477.

Robbins, P., Krueger, R. (2000) Beyond bias? The promise and limits of Q method in human geography. **The Professional Geographer**, 52:4, 636–648.

SEP. **Plano Nacional de Logística Portuária**. Brasília: Secretaria de Portos da Presidência da República, 2015. Disponível: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/politica-e-planejamento/politica-e-planejamento/plano-nacional-de-logistica-portuaria-pnlp, acesso 14 jan. 2021.

Simmons, C.S.; Famolare, L.; Macedo, M.N.; Walker, R.T.; Coe, M.T.; Scheffers, B.; Arima, E.; Monoz-Carpena, R.; Valle, D.; Fraisse, C.; Moorcroft, P.; Diniz, M.; Diniz, M.; Szlafsztein, C.; Pereira, R.; Ruiz, C.; Rocha, G.; Juhn, D.; Lopes, L.O.C.; Waylen, M.; Antunes, A. & Galvan, Y.M. (2018) Science in support of Amazonian conservation in the 21st century: the case of Brazil. **Biotropica**, 50:6, 850-858.

Stephenson, W. (1953) Postulates of Behaviorism. **Philosophy of Science**, 20(2), 110-120.

Stephenson, W. (1935) Technique of factor analysis. **Nature**, 136 (3434), 297.

Tomas, G., Bleninger, T., Rennie, C. & Guarnieri, H. (2018) Advanced 3D mapping of hydrodynamic parameters for the analysis of complex flow motions in a submerged bedrock canyon on the Tocantins River, Brazil. **Water**, 10(4), 367.

van Duin, R.; Slabbekoorn, M.; Tavasszy, L. & Quak, H. (2018) Identifying dominant stakeholder perspectives on urban freight policies: a Q-analysis on urban consolidation centres in the Netherlands. **Transport**, 33:4, 867-880.

Webler, T.; Danielson, S. & Tuler, S. (2009) **Using Q Method to Reveal Social Perspectives in Environmental Research**. Greenfield MA: Social and Environmental Research Institute. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273697977_Using_Q_Method_to_Reveal_Social_Perspectives_in_Environmental_Research, acesso 15 mai. 2024.

Wiśnicki, B. (2016) Determinants of river ports development into logistics trimodal nodes, illustrated by the ports of the Lower Vistula River. **Transportation Research Procedia**, 16, 576-586.

Zawal, A., Czachorowski, S., Stępień, E., Buczyńska, E., Szlauer-Łukaszewska, A., Buczyński, P., Stryjecki, R. & Dąbkowski, P. (2016) Early post-dredging recolonization of caddisflies (Insecta: Trichoptera) in a small lowland river (NW Poland). **Limnology**, 17, 71–85.

Zhou, J. (2012) Sustainable transportation in the US: A review of proposals, policies, and programs since 2000. **Frontiers of Architectural Research**, 1, 150-165.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ÁREAS RURAIS TURÍSTICAS

M. V. L. Martins, A. S. Gonçalves, N. A. D. Pons, S. C. Gonçalves, D. L. S. Teixeira e D. R. T. Riondet-Costa

RESUMO

Em áreas rurais, a falta de saneamento pode interferir no potencial econômico e turístico devido aos impactos negativos gerados nos visitantes e no ambiente. Nesse contexto, no presente trabalho avaliou-se as condições do esgotamento sanitário no bairro Paiol Grande, em São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil, uma área turística com recursos hídricos abundantes. A metodologia consistiu em pesquisa bibliográfica e documental, mapeamento das edificações e sistemas de esgotamento, caracterização do uso e ocupação do solo e identificação dos impactos ambientais nos corpos hídricos. Constatou-se que somente 38% dos domicílios possuem saneamento adequado, utilizando fossas sépticas e biodigestoras, enquanto 42% usam fossas rudimentares inadequadas. Para melhorar esse cenário, recomenda-se a implementação de sistemas sustentáveis, como fossas sépticas, biodigestoras, Tevap, Wetlands e Vermifiltros, acompanhados de programas de educação e sensibilização ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade da água consumida, assim como a destinação final do esgoto produzido, foram se intensificando ao longo da trajetória humana, com a evolução do conhecimento acerca dos efeitos prejudiciais que a ausência de cuidados com estes elementos poderia causar no conjunto homem e meio ambiente (Ferreira *et al*., 2017; Resende *et al*., 2018). No entanto, no Brasil a população rural ainda conta com uma elevada carência de serviços de saneamento, demonstrada por meio dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (IBGE, 2023), na qual se verificou que 40,2% dos domicílios rurais do país possuíam fossa séptica não ligada à rede geral, enquanto 50,5% faziam uso de outro tipo de esgotamento, incluindo fossa rudimentar, vala, escoamento direto em rios, entre outros.

A consequência da falta de infraestrutura de saneamento básico para a população rural pode ser a potencialização dos altos índices de doenças de veiculação hídrica, como parasitoses intestinais e diarreia, além de mortalidade infantil e morbidade (Almeida *et al.*, 2024). Outra consequência é a degradação dos recursos hídricos, devido à exposição dos mananciais de abastecimento de água a fontes de contaminação pontuais e difusas (Resende *et al.*, 2018).

O turismo tem desempenhado um papel crucial no resgate da identidade cultural e social das áreas rurais, impulsionando a comercialização de produtos típicos e de artesanato (Bagri e

Kala, 2016). Esse fenômeno não só tem gerado novas fontes de renda, mas também tem contribuído para a permanência das comunidades locais, ao criar empregos e promover o desenvolvimento sustentável (Henz, 2018). No entanto, o aumento da demanda turística muitas vezes acarreta a modificação da paisagem local, devido aos impactos da atividade e à geração de resíduos sólidos deixados nas áreas visitadas (Souza *et al.*, 2021).

A falta de infraestrutura de saneamento, por sua vez, emerge como uma questão crítica que pode comprometer tanto o potencial econômico quanto o turístico dessas regiões. Os possíveis impactos negativos na saúde dos visitantes e a poluição de pontos turísticos são desafios significativos que podem resultar em danos à reputação do local e na perda de oportunidades de investimento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação das condições do esgotamento sanitário no bairro Paiol Grande, localizado na cidade de São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil. O bairro é conhecido por abrigar o principal ponto turístico do município, a Pedra do Baú, formação rochosa que compõe o Monumento Natural (Mona) Estadual da Pedra do Baú, considerado um dos principais destinos de escalada do Brasil e que recebeu, no ano de 2016, quase 6000 pessoas por mês (SBS, 2017).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

São Bento do Sapucaí, município localizado no Estado de São Paulo, a cerca de 180 km da capital paulista, é classificado como uma Estância Climática, e situa-se na borda noroeste do Planalto de Campos do Jordão, região das mais procuradas por turistas no estado de São Paulo (Rodela *et al.*, 2015). Limita-se com os municípios paulistas de Campos de Jordão e Santo Antônio do Pinhal, e com cinco municípios mineiros, conforme Figura 1.

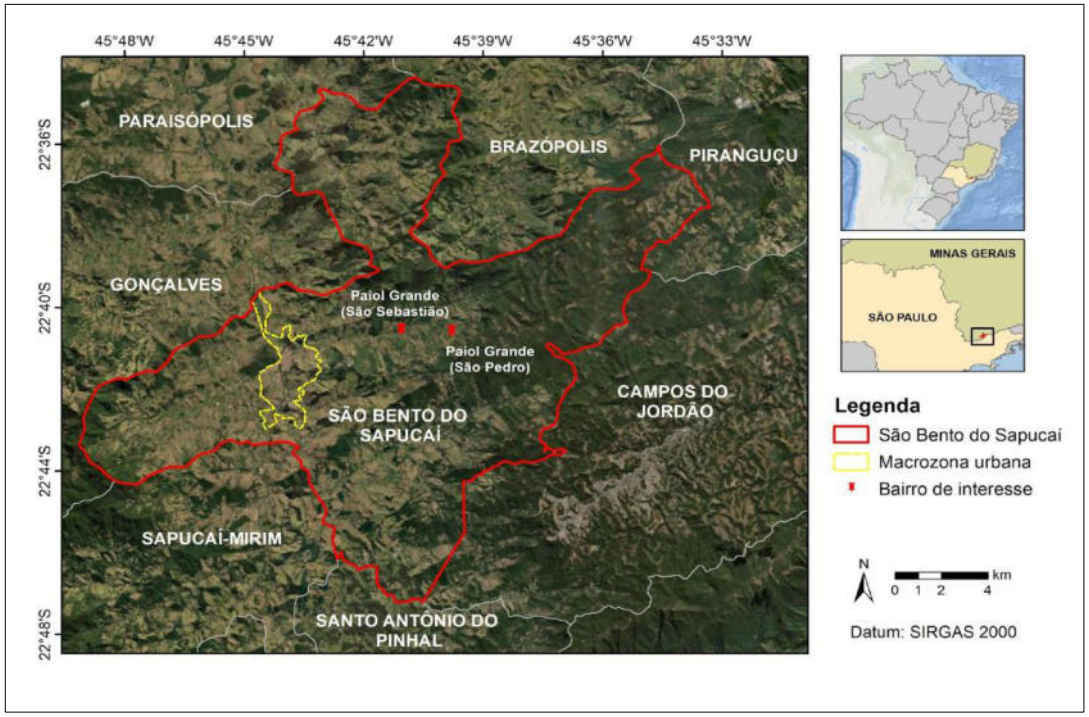


Fig.1 Localização da área de estudo
Fonte: Autores (2024).

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a população estimada no município é de 11.674 habitantes e área territorial de 252,58 km², o que confere uma densidade demográfica de 46,22 hab/km² (IBGE, 2022). A área do município possui altitudes que variam entre 920m, na área urbana, a 1905m na Pedra do Baú (Hiruma e Teixeira, 2010). O município está inserido no Bioma Mata Atlântica e identificam-se na região as seguintes tipologias vegetais: Floresta Estacional, Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista e Campos de Altitude (Veloso e Góes Filho, 1982).

A economia é impulsionada por diversos setores, com destaque para a agropecuária e para o setor de serviços, que representam, respectivamente, 9,79% e 82,20% do Produto Interno Bruto (PIB) de acordo com dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - Seade (2021). As principais produções agrícolas incluem banana (55,7%), leite (31,4%) e uva (8,8%), enquanto os bovinos constituem 73,8% do rebanho total (Seade, 2021).

Os serviços de saneamento no município estão distantes de cumprir a meta de universalização estabelecida pela Lei Federal n° 14026 (Brasil, 2020), que determina que 90% da população deve ter acesso à coleta de esgoto até 2033. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações do Saneamento - SNIS, o Índice de atendimento total de esgoto, considerando a área urbana e rural é de apenas 43,24% (SNIS, 2022). A área rural é a menos favorecida, visto que a área urbana apresenta o índice de coleta de esgotos de 69,26% e todo o esgoto coletado é tratado (SNIS, 2022).

O bairro Paiol Grande (Figura 2a), objeto de estudo do presente trabalho, pertence à área rural do município e está inserido na Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira, localizada na região sudeste e com uma área de 686 km². Esta bacia hidrográfica abriga diversos cursos d'água, entre eles: Sapucaí-Guaçu, Sapucaí-Mirim, Ribeirões da Cachoeira, do Paiol Velho e do Paiol Grande. Dentre as principais atrações do local, destacam-se a Cachoeira do Paiol Grande, que possui uma queda d'água de aproximadamente 50 m de altura, e a Pedra do Baú (Figura 2b). O bairro é cortado pelo Ribeirão do Paiol Grande que é responsável pelo abastecimento público do Município de São Bento do Sapucaí (CBH-SM, 2016).



Fig. 2 Imagens do Bairro Paiol Grande (a) e da região da Pedra do Baú (b)
Fonte: Autores (2024).

A região de Paiol Grande também é conhecida por abrigar diversas opções de hospedagem, desde chalés rústicos até hotéis de luxo. Além disso, há diversas opções de restaurantes e bares que oferecem pratos típicos da região. Dessa forma, o bairro é considerado uma área de grande potencial para o desenvolvimento do turismo sustentável e diversas iniciativas vêm sendo desenvolvidas na região, como a criação de trilhas ecológicas, a implantação de infraestrutura turística e a promoção de eventos e festivais que valorizam a cultura local. A

região também tem atraído investimentos para a produção de alimentos orgânicos, valorizando a agricultura familiar e fomentando o turismo rural na região.

2.2 Metodologia

A metodologia aplicada para avaliação do esgotamento sanitário no bairro rural Paiol Grande tratou-se de pesquisa documental e intervencionista. Foram utilizados os documentos da Prefeitura Municipal, além do levantamento do tipo de esgotamento sanitário na área rural e de informações do Plano Diretor Municipal, do Código Florestal Brasileiro e do Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo.

O levantamento do tipo de tratamento de esgoto empregado por residência no bairro Paiol Grande utilizou como base um estudo prévio realizado pelo poder público local. Durante uma visita realizada à prefeitura em setembro de 2021, foi disponibilizada uma tabela em formato *.xlsx* contendo os dados pertinentes à área de estudo, incluindo o número de domicílios, suas coordenadas geográficas (latitude e longitude) e o tipo de sistema de esgoto utilizado em cada uma. Ressalta-se que, devido ao intervalo entre a coleta dessas informações e a execução deste estudo, possíveis alterações podem ter ocorrido. O estudo realizado pela prefeitura data de 2019 e foi interrompido devido à pandemia de Covid-19.

Foram identificadas 164 residências na área de estudo, espacializadas com o auxílio do software ArcGIS® versão 10.3.1, e distribuídas em duas comunidades: Paiol Grande São Sebastião (43 casas) e Paiol Grande São Pedro (121 casas). A avaliação foi complementada com a identificação dos impactos ambientais causados pelo uso de tecnologias precárias de tratamento de esgoto. Para tanto, foram consultadas as diretrizes de uso do solo na área de estudo, constantes no Plano Diretor Municipal e o Código Florestal referente às áreas de preservação permanente (APP) de margens de cursos d'água.

Os impactos no curso d'água foram avaliados com base nas análises de qualidade da água realizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2020). Ao final, foram elaboradas proposições para a melhoria das condições sanitárias do Bairro Paiol Grande, baseado em Tonetti *et al.* (2018), juntamente com programas de educação ambiental e sensibilização para a população rural sobre saneamento básico rural.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado obtido através do levantamento de dados realizado pela Prefeitura de São Bento do Sapucaí na área de estudo apontou que não há rede coletora e tratamento de esgoto centralizado no local. Predominam sistemas descentralizados individuais compostos por fossa séptica, fossa biodigestora e fossa negra. Na Figura 3 foram plotadas, nas coordenadas geográficas das residências, o tipo de tratamento empregado, conforme os dados fornecidos na planilha disponibilizada pela Prefeitura.

Há diversas residências em que não foram identificados os tipos de tratamento. É importante salientar que se está ocorrendo o lançamento de esgoto não tratado diretamente no curso d'água, aliado à ausência de mata ciliar nas áreas de preservação permanente (APP) ao longo do Ribeirão do Paiol Grande, pode haver custos adicionais no tratamento da água destinada ao abastecimento público. Segundo Magalhães e Junior (2019) e Marques *et al.* (2021), quanto mais conservada a cobertura vegetal, menores serão os gastos financeiros com o tratamento da água para o consumo humano.

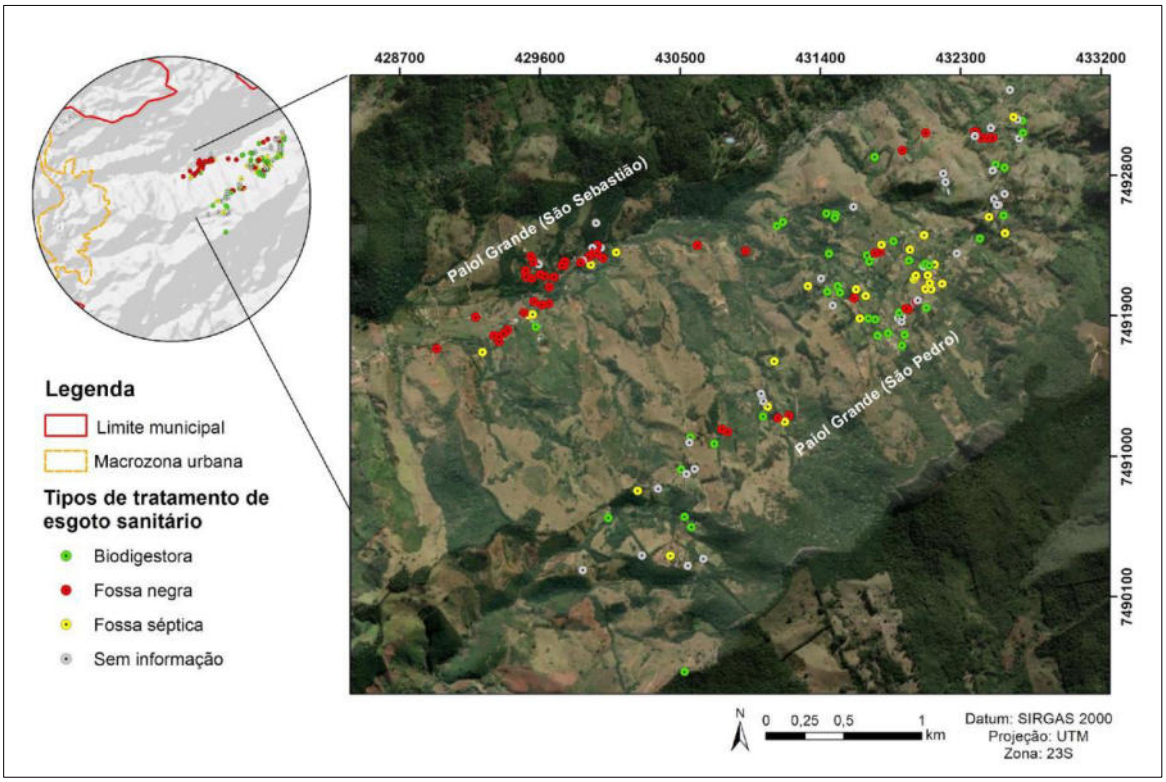


Fig. 3 Mapa da distribuição das residências e de seus respectivos tipos de tratamento de esgoto sanitário
Fonte: Autores (2024).

Os gráficos apresentados na Figuras 4 trazem informações importantes sobre a situação do tratamento de esgoto nas comunidades Paiol São Sebastião (Figura 4a) e Paiol São Pedro (Figura 4b). De acordo com os dados, foi possível observar que há uma diferença significativa no tipo de tratamento utilizado nas duas comunidades. De acordo com o levantamento, na comunidade Paiol São Pedro (Figura 4b), que é mais afastada do centro urbano, foi possível perceber que grande parte das casas utiliza fossas biodigestoras e fossas sépticas para o tratamento de esgoto, representando, respectivamente, 35% e 20% dos casos. Além disso, 15% das casas utilizam fossas negras e 30% não há informação do tipo de tratamento utilizado.

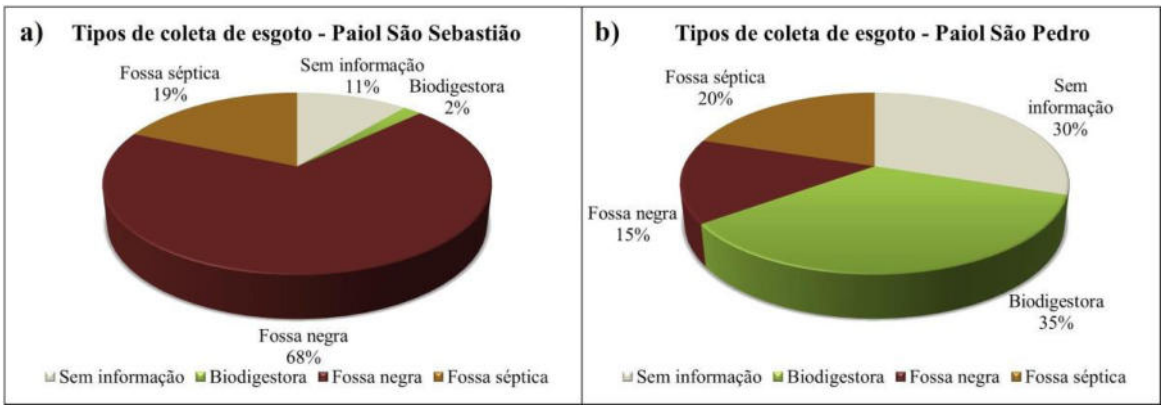


Fig. 4 Tipos de Coleta de Esgoto nas comunidades Paiol Grande São Sebastião (a) e Paiol Grande São Pedro (b)
Fonte: Autores (2024).

Por outro lado, na comunidade Paiol São Sebastião, mais próxima do centro urbano, é possível observar que a maioria das casas ainda utiliza fossas negras para o tratamento de esgoto, representando 68% dos casos. Além disso, apenas 2% das casas utilizam fossas biodigestoras e 19% utilizam fossas sépticas. Há ainda uma parcela de 11% das casas que não informaram o tipo de tratamento utilizado. Esses dados mostram que, mesmo com o avanço das normas ambientais e da proximidade com o perímetro urbano, ainda há uma falta de conscientização sobre a necessidade de um tratamento adequado de esgoto na comunidade mais próxima do centro urbano. É importante ressaltar que essa diferença pode ser explicada por diversos fatores, como o nível de informação e conscientização da população, a proximidade com o centro urbano e a fiscalização das autoridades competentes.

De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab (Brasil, 2014) a caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao esgotamento sanitário pode ser feita com base na existência e no tipo de esgotamento sanitário existente, sendo classificado em adequado, precário ou sem atendimento. O esgotamento sanitário é considerado adequado se houver coleta de esgotos, seguida de tratamento, ou uso de fossa séptica. O atendimento precário é considerado quando há coleta de esgotos, não seguida de tratamento, ou uso de fossa rudimentar. Por último, é considerado sem atendimento todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas (a ausência de banheiro ou sanitário; uso de fossas rudimentares; lançamento direto de esgoto em valas, rio, lago, mar ou outra forma de despejo) (Brasil, 2014).

Considerando a classificação estabelecida no Plansab e os dados do Censo de 2010 (IBGE, 2010), na área rural do município, 51% dos domicílios possuem esgotamento sanitário considerado adequado, pois são atendidos por rede coletora e fossas sépticas, 22% dos domicílios possuem atendimento inadequado, pois fazem uso de fossas rudimentares, e 26% dos domicílios são considerados sem atendimento, pois lançam o esgoto diretamente em valas, corpo hídricos ou não possuem qualquer tipo de coleta ou tratamento (Figura 5).

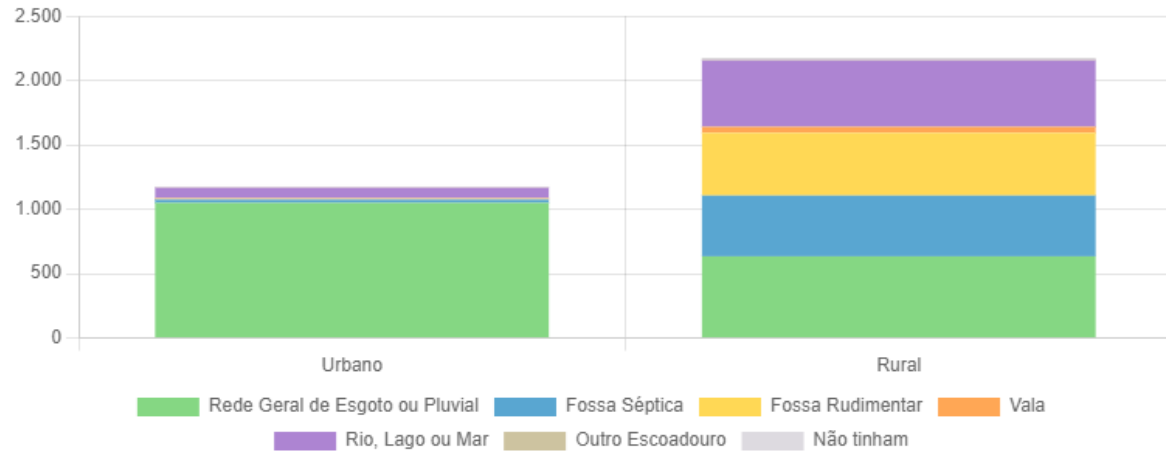


Fig. 5 Número de domicílios e formas de esgotamento sanitário na área rural de São Bento do Sapucaí
Fonte: IBGE (2010).

Na região do Paiol Grande como um todo a situação é mais agravante, visto que somente 38% dos domicílios apresentam atendimento de esgotamento sanitário adequado, devido a adoção de fossas sépticas e fossas biodigestoras, e 42% dos domicílios possuem atendimento

inadequado, pois fazem uso de fossas rudimentares. Ressalta-se que 21% dos domicílios não possuem informações da forma de atendimento do esgotamento sanitário, podendo estes estar sendo lançado diretamente em valas ou cursos d'água, como ocorre em 26% dos domicílios do município, de acordo com o censo do (IBGE, 2010),

O uso e ocupação do solo no bairro do Paiol Grande são regulamentados pelo Plano Diretor (PD) de São Bento do Sapucaí. Esse instrumento de gestão urbana estabelece diretrizes e normas para o ordenamento do território, visando equilibrar o desenvolvimento urbano com a preservação e conservação ambiental. No PD (SBS, 2015) são definidas as zonas de ocupação, parâmetros de uso do solo e regras para garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida da população, considerando as características e potencialidades da região. Assim, o PD no bairro do Paiol Grande desempenha um papel fundamental na promoção do desenvolvimento urbano sustentável e na preservação dos recursos naturais.

De acordo com o PD, as áreas com maior quantidade de domicílios localizam-se na área urbana, e no bairro do Paiol Grande (SBS, 2015). Segundo o PD, o aumento do número de construções, entre 2005 e 2014, ocorreu de forma pulverizada em todo o município, mas em maior quantidade nos bairros do Serrano e Paiol Grande (SBS, 2015). No Bairro do Paiol Grande, as construções estão aglomeradas, seguindo o limite do Mona Pedra do Baú. A estimativa é de que a população do bairro cresceu 27% no período, subindo de 1866 moradores em 2005 para 2370 em 2014 (SBS, 2015). Como pode ser observado na Figura 6, que apresenta o zoneamento da Unidade de Planejamento Paiol Grande, o local abrange corredores ecológicos, zonas de preservação e corredores especiais.

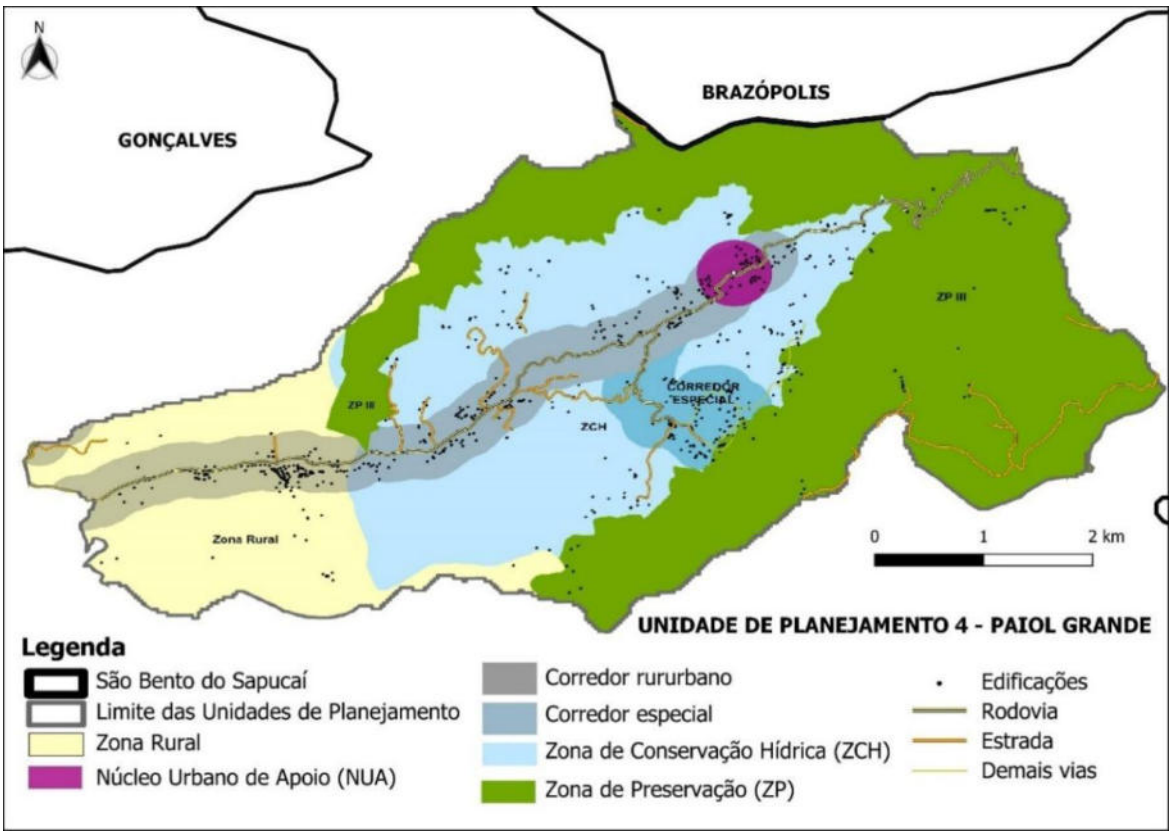


Fig. 6 Zoneamento da Unidade de Planejamento do Paiol Grande
Fonte: Adaptado de SBS (2015).

Segundo o PD de São Bento do Sapucaí (SBS, 2015), os corredores especiais têm como objetivo principal promover a conectividade entre os ecossistemas, permitindo a livre circulação das espécies e a manutenção dos processos ecológicos. Já as zonas de preservação desempenham um papel fundamental na proteção de áreas de grande importância ambiental, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas e da qualidade de vida local. Além disso, os corredores especiais têm a finalidade de salvaguardar características especiais do bairro, como sítios arqueológicos ou paisagens de valor cultural.

3.1 Impactos no curso d'água

Em 2020, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) conduziu um Ensaio Ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dúbia*, uma espécie de pulga d'água, em amostras de corpos d'água no estado de São Paulo. Na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 1, detectou-se toxicidade crônica em amostras coletadas no mês de fevereiro no rio Sapucaí-Mirim em São Bento do Sapucaí (CETESB, 2020). A*C. dúbia* é um organismo que consegue ser sensível a diferentes perfis de agentes tóxicos, incluindo corantes têxteis, metais pesados e material orgânico (Silva Neto *et al.*, 2022).

Apesar da identificação de efeitos adversos à vida aquática nos pontos de amostragem dos corpos de água avaliados pela CETESB na UGRHI 1, é importante ressaltar que, o Índice e Qualidade das Águas (IQA) foi considerado "bom" na região de São Bento do Sapucaí. Essa conclusão baseia-se em diversos parâmetros de análise, sendo eles: Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes/*Escherichia coli*, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólido Total e Turbidez (CETESB, 2020).

No entanto, é necessário um monitoramento contínuo e a implementação de medidas de preservação e conservação para garantir a manutenção desse status e promover a sustentabilidade dos recursos hídricos na área estudada. Para minimizar esses impactos, são necessárias medidas de preservação e conservação ambiental, como a implantação de sistemas de tratamento de esgoto, a proteção e a recuperação das áreas de preservação permanente (APP) e das áreas de recarga hídrica e a recuperação de áreas degradadas que possam influenciar diretamente na qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

Para a restauração florestal em áreas de influência hídrica voltadas para o abastecimento público, existem diversos projetos e programas na região, como o Plano Conservador da Mantiqueira (PCM). O PCM tem como objetivo mobilizar diferentes setores, incluindo entidades governamentais e comitês de bacias hidrográficas, para promover a restauração florestal em áreas da Serra da Mantiqueira. Além da restauração e conservação florestal, vertentes do projeto têm realizado, em áreas rurais, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e implementado melhorias nos sistemas de saneamento rural, a fim oferecer tratamento adequado ao abastecimento de água e a efluentes domésticos (Anjos *et al.*, 2022).

3.2 Proposição de soluções para o esgotamento sanitário rural

O Bairro Paiol Grande enfrenta um desafio significativo em relação ao sistema de saneamento básico, uma vez que as fossas negras são predominantes na região. Essa prática representa uma ameaça direta à qualidade da água, especialmente considerando a atual expansão do bairro, evidenciada pelo aumento no número de construções. Caso essa expansão não seja acompanhada por medidas efetivas do poder público sobre a necessidade

de substituir as fossas negras por alternativas mais adequadas, como fossas sépticas, biodigestores, tanque de evapotranspiração - TEVAP, entre outras, é provável que os impactos na qualidade da água do córrego se intensifiquem.

É importante ressaltar que o Bairro Paiol Grande é reconhecido como um destino turístico ecológico e essas atividades podem ser seriamente afetadas, caso não sejam adotadas ações para preservar a qualidade da água e garantir um ambiente saudável. A questão do esgotamento sanitário rural em áreas montanhosas é um desafio importante que requer soluções adequadas para garantir a qualidade de vida das comunidades e a preservação e conservação ambiental.

Diante disso, a implantação de sistemas descentralizados individuais de tratamento de esgoto, como fossa biodigestora, TEVAP, fossa séptica, *wetlands* e vermifiltro entre outros citados por (Tonetti *et al.*, 2018) pode ser uma abordagem viável. Essas soluções podem ser adaptadas e aplicadas de acordo com as necessidades de cada casa e considerando as características específicas de cada localidade. A utilização de fossa biodigestora permite o tratamento eficiente dos resíduos, com a produção de biogás como subproduto (Embrapa, 2021). O TEVAP, por sua vez, utiliza a evapotranspiração das plantas para filtrar e absorver poluentes presentes no esgoto. Já a fossa séptica realiza a separação e decomposição dos resíduos sólidos, proporcionando uma depuração parcial do esgoto antes de ser lançado no solo (Galbiati, 2009). Os *wetlands* construídos são sistemas naturais que utilizam plantas aquáticas para o tratamento biológico e remoção de poluentes (Reis *et al.*, 2017). O vermifiltro é constituído de uma camada superior composta por serragem, húmus e minhocas e uma camada inferior composta de britas de diversas granulometrias (Tonetti *et al.,* 2018). As minhocas fazem a degradação inicial da matéria orgânica, enquanto a decomposição mais depurada fica por conta dos microrganismos presentes no interior do filtro. Este sistema de tratamento apresenta alta eficiência de tratamento, com uma remoção de matéria orgânica de 70 até 99% (Madrid *et al*., 2019), além disto apresenta como vantagens a não formação de lodo, mas a formação de um vermicomposto que pode ser empregado como biofertilizante e o aproveitamento do efluente final com água de reuso.

Ao adotar essas soluções descentralizadas individuais mais eficientes, adequadas às características da região, terreno montanhoso, e levando em consideração as particularidades de cada residência, é possível atender às demandas de esgotamento sanitário de forma eficiente e sustentável, e, ainda, contribuir com a universalização do saneamento.

3.3 Proposição de programas de educação e sensibilização

Algumas ideias de programas de educação ambiental e sensibilização para a população rural sobre saneamento básico rural:
- Oficinas de sensibilização: Realizar oficinas interativas e educativas para explicar a importância do saneamento básico rural, abordando tópicos como o tratamento adequado de resíduos sólidos, o manejo de água e esgoto, e a prevenção de doenças relacionadas à falta de saneamento. Fornecendo informações práticas e exemplos específicos para que os participantes entendam como implementar medidas de saneamento em suas próprias comunidades.
- Parcerias com instituições locais: Estabelecer parcerias com organizações locais, como cooperativas, associações comunitárias ou escolas rurais, para realizar programas conjuntos de sensibilização. Isso pode incluir palestras, seminários ou atividades educativas realizadas em conjunto, com a participação de especialistas em saneamento básico rural.

- Material educativo: Desenvolver materiais educativos sobre saneamento básico rural, adaptados às necessidades e contexto da população rural. Incluir panfletos, cartilhas, vídeos instrutivos e outros recursos visuais que expliquem, de forma clara e simples, as práticas corretas de saneamento e suas vantagens. Distribuir esses materiais nas comunidades rurais e incentivar sua ampla disseminação.
- Treinamento de multiplicadores: Identificar os líderes comunitários, professores ou agricultores influentes e oferecer treinamentos específicos sobre saneamento básico rural. Capacitá-los para se tornarem multiplicadores do conhecimento em suas comunidades, compartilhando informações sobre boas práticas de saneamento e incentivando a implementação dessas práticas em suas áreas.
- Implantação de programas já disponíveis de Pagamentos por Serviço Ambiental que visem o saneamento rural como parte da preservação e conservação da cobertura vegetal e dos recursos hídricos.

4. CONCLUSÕES

A avaliação dos sistemas de esgotamento sanitário nas comunidades rurais do Paiol São Pedro e Paiol São Sebastião permitiu identificar o cenário atual do esgotamento sanitário nessas localidades e suas principais demandas. Com o crescente aumento da população na região e o consequente aumento do uso de água e produção de esgoto, a falta de tratamento adequado pode levar a uma contaminação significativa do curso d'água, prejudicando a biodiversidade local e a saúde da população.

Observou-se que, em ambas as comunidades estudadas, a utilização de fossas negras ainda é muito comum, o que indica a necessidade de investimentos em alternativas mais sustentáveis e eficientes de tratamento de esgoto. No entanto, é importante destacar que a comunidade Paiol São Pedro apresentou uma proporção maior de fossas biodigestoras e fossas sépticas em relação a comunidade Paiol São Sebastião. Mas, de modo geral, no bairro Paiol Grande o atendimento de esgotamento sanitário é precário.

Diante do exposto, conclui-se que a implantação de sistemas de tratamento de esgoto adequados para a realidade rural, como fossas biodigestoras, TEVAP, fossas sépticas, *Wetlands* e vermifiltros, aliados a programas de educação e conscientização para a população local, constitui uma abordagem viável e sustentável para solucionar o desafio do esgotamento sanitário rural. Há uma necessidade urgente de investimentos em saneamento rural nessas comunidades para proporcionar melhores condições de vida e saúde aos habitantes, além de contribuir para a preservação do meio ambiente. Assim, é fundamental que as autoridades competentes promovam a conscientização da população sobre a importância do manejo adequado do esgoto e a adoção de sistemas de tratamento apropriados. Além disso, é necessário investir em infraestrutura e criar programas de capacitação e treinamento para os profissionais responsáveis pela gestão do saneamento rural.

5 REFERÊNCIAS

Almeida, S. B. S., Oliveira, P. de J., Souza, A. M. N. de, e Souza, I. L. L. de. (2024) A relação entre a falta de saneamento básico, o aumento das doenças infecciosas e dos gastos públicos: revisão sistemática de literatura, **Brazilian Journal of Health Review**, 7(2), e68014.

Anjos, M. P., França, L. C. J., e Barros, V. C. C. (2022) Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) como Instrumento Indutor de Governança Ambiental Local: O Plano Conservador da Mantiqueira, Minas Gerais, **Revista Caminhos de Geografia**, 23(87), 103-123.

Bagri, S. C. e Kala, D. (2016) Residents' Attitudes toward Tourism Development and Impacts in Koti-Kanasar, Indroli, Pattyur Tourism Circuit of Uttarakhand State, India, **Revista de Turismo y Patrimonio Cultural**, 14(1), 23-39.

Brasil (2014) **Plano Nacional de Saneamento Básico,** 2013. Disponível em: https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/961. Acesso em: 01 mai. 2024.

Brasil (2020) **Lei n° 14.026, de 15 de julho de 2020**. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 16 mai. 2024.

CBH-SM (2016) Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Mantiqueira. **Avaliação do documento "Plano de Bacia da UGRHI-1 – Serra da Mantiqueira"**. Rel. 812/15 – Dezembro/2015. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-SM/21918/planodebacias.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024.

CETESB (2020) **Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - 2020**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/. Acesso em: 11 abr. 2024.

Embrapa (2021) **Esgotamento Sanitário Rural**. Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural. Acesso em: 11 abr. 2024.

Ferreira, R. S., Oliveira, T. C., Ferreira, M. V. P., Alves, C. R. S., e Ribeiro, G. F. (2017) Saneamento Básico: Um Estudo Sobre a Importância da Qualidade da Água Consumida e da Destinação Final do Esgoto Produzido, **Revista UNIABEU**, 10(26), 77-91.

Galbiati, A. F. (2009) Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul).

Henz, A. P. (2018) Desenvolvimento Rural Sustentável e Turismo Rural no Brasil: uma relação de interdependência, **Ateliê Do Turismo**, 2(1), 100-118.

Hiruma, S. T., e Teixeira, A. L. (2010) **Proposta de Sítio Geológico da Pedra do Baú**, Instituto Geológico, São Paulo.

IBGE (2010) **Censo Demográfico 2010:Informações do Saneamento**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://infosanbas.org.br/municipio/sao-bento-do-sapucai-sp/#Esgotamento-sanit%C3%A1rio. Acesso em 16 mai. 2024.

IBGE (2022) **Censo Demográfico 2022:** Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: IBGE.
IBGE (2023) **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua:** Características gerais dos domicílios e dos moradores 2022. Rio de Janeiro: IBGE.

Madrid, F. J. P. L., Schneider, J., Marques, M. M. S., Parizotto, M. C., Figueiredo, I. C. S. e Tonetti, A. L. (2019). Vermifiltração: o uso de minhocas como uma nova alternativa para o tratamento de esgoto. **Revista DAE**, 67(220), 128-140.

Magalhães, R. J. F., e Junior, A. R. B. (2019) The value of the watershed protection service, **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, 24(05), 1049-1060.

Marques, J. D., Batista, B. K. L., Leão, J. D., Tokusato, T. T. e Oliveira, F. M. (2023) Concepção ambiental de educadores ambientais em Unidade de Conservação, **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, 18(3), 09-31.

Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., and Ward, D. (2017) A Global Assessment of Inland Wetland Conservation Status, **BioScience**, 67(6), 523-533.

Resende, R. G., Ferreira, S., e Fernandes, L. F. R. (2018) O saneamento rural no contexto brasileiro, **Revista Agrogeoambiental**, 10(1), 131-149.

Rodela, L. G., Aguiar, A. O., Ferreira, A. P. N. L., e Kniess, C. T. (2015) São Bento do Sapucaí, SP: o artesanato como elemento integrador no desenvolvimento comunitário, **Revista da Micro e Pequena Empresa**, 9(2), 74-88.

SBS (2015) **Plano Diretor de São Bento do Sapucaí:** Proposta de Minuta de Lei.

SBS (2017) Prefeitura Municipal de São Bento do Sapucaí. **Plano Diretor de Turismo 2017-2020:** destino turístico inteligente. Destino turístico inteligente. Disponível em: https://www.saobentodosapucai.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2018/05/Anexo-I-Plano-Diretor-de-Turismo-2017-2020.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.

SEADE (2021) **PIB Municipal 2021**. Disponível em: https://repositorio.seade.gov.br/dataset/pib-municipal-2002-2020. Acesso em: 11 abr. 2024.

Silva Neto, I. F., Ricardino, I. E. F., e Aguiar, A. M. (2022) Utilização de *Ceriodaphniadubia* como bioindicador aquático em ensaios ecotoxicológicos na detecção de intoxicações crônicas, **Revista Mundi** Meio Ambiente e Agrárias, 7(1), 1-18.

SNIS (2022). Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Portal Eletrônico**. Brasília: Ministério das Cidades. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis. Acesso em: 16 maio 2024.

Souza, T. P. de, Oliveira da Rosa, L., da Silva Gonçalves, C., Bilhalva Corrêa, L., e Silva Pereira, G. (2020) Adoção de práticas ambientais a partir da atividade turística: a rota de turismo rural Pelotas colonial, **Revista de Turismo Contemporâneo**, 9(1), 64–82.

Tonetti, A. L., Brasil, A. L., Madrid, F. J. P. L., Figueiredo, I. C. S., Schneider, J., Cruz, L. M. O., Duarte, N. C., Fernandes, P. M., Coasaca, R. L., Garcia, R. S. e Magalhães, T.M. (2018) **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas:** referencial para a escolha de soluções. 1 ed. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Veloso, H. P. e Góes Filho, L. (1982) **Fitogeografia Brasileira**. Classificação Fisionômico Ecológica da vegetação neotropical, Projeto Radambrasil, n. 1, 86p.

A EPIDEMIA DE ARBOVIROSES EM MINAS GERAIS (2023): ANÁLISE A PARTIR DA DIMENSÃO DA GEOGRAFIA DA SAÚDE

M. A. A. SILVA

RESUMO

O artigo objetivou analisar as arboviroses urbanas, dengue, Zika e chikungunya, à luz da dimensão da geografia da saúde e os seus desafios para a saúde coletiva no estado de Minas Gerais. A disseminação do mosquito *Aedes aegypti* está relacionada a diversos fatores biológicos, físicos e sociais. Assim, os condicionantes das arboviroses envolvem aspectos socioambientais, além dos relacionados ao vírus e ao vetor. A geografia, que trata da espacialidade dos fatos e estuda os ambientes, é um exemplo de abordagem que contribui para essa compreensão da saúde. O estudo analisou dados epidemiológicos extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), como número de casos e de óbitos, incidência e perfil. Conclui-se que 2023 foi epidêmico para as arboviroses, especialmente para dengue e chikungunya. Também houve associação entre as arboviroses e fatores sociodemográficos, como raça-cor e sexo, com maior concentração de casos entre as populações parda e negra.

1 INTRODUÇÃO

A geografia da saúde oferece uma visão ampliada para compreender as interações complexas entre ambiente, sociedade e território na determinação da saúde das populações. Ela facilita a análise de cenários envolvendo elementos e seu contexto espacial, buscando entender as relações entre fatores ambientais e de saúde, além de como isso impacta os indivíduos diariamente (Fogaça, 2018). Essa abordagem permite acompanhar as transformações na relação entre saúde e doença, à medida que as sociedades se desenvolvem ao longo do tempo.

No Brasil, os eventos climáticos afetam as regiões de maneiras distintas devido às suas características específicas. Compreender essas particularidades ao formular políticas públicas é essencial para mediar riscos e implementar medidas de gestão e adaptação (Sena e Corvalán, 2022). A temperatura pode influenciar o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, vetor de arboviroses urbanas como dengue, Zika e chikungunya, que são grandes problemas de saúde pública mundial (Ministério da Saúde, 2022a). Ademais, os condicionantes das arboviroses abrangem fatores socioambientais, bem como aqueles ligados ao vírus e ao vetor. O crescimento populacional em áreas urbanas, somado às condições precárias de habitação em aglomerados subnormais e à falta de acesso a serviços de saneamento, facilita a multiplicação e disseminação dessas doenças (Tauil, 2022).

O artigo se propõe a discutir as arboviroses urbanas à luz da dimensão da geografia da saúde e os seus desafios para a saúde coletiva no estado de Minas Gerais, com vistas a mapear o cenário epidemiológico dessas doenças e relacionar a epidemia e a possível vulnerabilidade

sociodemográfica da população. O estudo baseia-se na coleta e análise de dados estatísticos e epidemiológicos extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), como número de casos e de óbitos, incidência, perfil dos casos e óbitos (faixa etária, comorbidades, gênero, escolaridade, raça e município).

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira: primeiramente, esta seção introduziu a problemática. Logo após, é feito um referencial teórico para trazer maior clareza aos conceitos que sustentam a pesquisa, passando pela importância dos estudos da geografia da saúde, sendo possível evidenciar uma abordagem multidisciplinar e abrangente dos fatores ambientais que afetam a saúde. Em seguida, são apresentados os resultados acerca da cenário epidemiológico para as arboviroses durante a epidemia de 2023 e a vulnerabilidade que se configura no território em razão dessas doenças. E, por fim, são apresentadas as considerações finais, agradecimentos e referências, respectivamente.

2 ARBOVIROSES NO ÂMBITO DA GEOGRAFIA DA SAÚDE E OS DESAFIOS PARA A SAÚDE COLETIVA

2.1 Geografia da Saúde: discussão de conceitos

Nos estudos de geografia médica, os conceitos de espaço e lugar são analisados de duas maneiras: como recipientes para fatos e objetos e como atributos de características específicas. Historicamente, a relação entre lugar e saúde tem sido abordada pela localização pontual dos fatos em diversas escalas geográficas, como bairros e cidades. No entanto, essa abordagem tende a focar apenas nos aspectos médicos, negligenciando as questões socioeconômicas, políticas e institucionais. Apesar da importância das análises espaciais e locais, elas apresentam limitações ao não considerarem adequadamente as interações entre espaços, lugares e atividades humanas, e ao desconsiderarem os aspectos socioambientais que influenciam a saúde das populações (Rosenberg e Wilson, 2005).

Nesse contexto, a geografia da saúde emergiu como uma subdisciplina da geografia humana, dedicada a estudar as interações entre o ser humano e o ambiente. Embora a geografia da saúde esteja fortemente relacionada aos estudos epidemiológicos, ela se distingue por considerar de maneira mais ampla os aspectos socioambientais, culturais e políticos dos locais específicos, em contraste com a abordagem mais focada na biologia das doenças (Dummer, 2008).

A geografia da saúde, orientada pelos princípios do ambiente, sociedade e território, desempenha um papel significativo na abordagem dos problemas de saúde. Diferente da geografia médica tradicional, a geografia da saúde adota uma abordagem mais abrangente e sistêmica. Ela não se limita ao indivíduo doente, mas também considera as circunstâncias subjacentes que contribuem para a doença. Aspectos como a situação econômica, social e ambiental são fundamentais para compreender o contexto em que o indivíduo está exposto diariamente (Santos, 2010).

Além disso, os pesquisadores desse campo estabelecem conexões com a geografia cultural, abordam questões sociais e criticam o papel do Estado. Como resultado, houve uma distinção e um afastamento gradual entre a geografia da saúde e a geografia médica, impulsionados pela preocupação com o bem-estar social e pela necessidade de separar o domínio médico dos interesses mais amplos relacionados aos cuidados de saúde (Rosenberg e Wilson, 2005; Fogaça, 2018)

A complexidade dos fenômenos que a geografia da saúde busca analisar reside nas doenças e nas interações entre os diversos elementos associados a elas, como os sintomas, os modos de contágio e

os contextos ambientais, urbanos e socioeconômicos. Em suma, pode-se observar transformações significativas na relação entre saúde e doença, acompanhando o desenvolvimento das sociedades.

Considerando que a geografia da saúde é uma disciplina que visa compreender as interações complexas entre o ambiente e a saúde das populações, um dos aspectos relevantes nessa área de estudo é o contexto ambiental. O ambiente desempenha um papel determinante no surgimento e na disseminação de doenças, e os diferentes tipos climáticos estão diretamente relacionados a doenças específicas. O clima pode exercer uma influência direta sobre as populações, podendo ser favorável ou prejudicial dependendo do contexto de vulnerabilidade e do estilo de vida das pessoas. As particularidades do clima também podem intensificar processos e facilitar a transmissão de doenças contagiosas (Ayoade, 2002).

Cabe destacar que os impactos das mudanças climáticas na saúde humana exigem uma análise abrangente e interdisciplinar. Este exame incorpora a discussão da sustentabilidade e das desigualdades socioespaciais, por meio de uma abordagem fundamentada em uma literatura consolidada que contempla as dinâmicas climáticas globais e suas interações com a saúde. O aumento da temperatura do ar e as mudanças no ecossistema podem provocar problemas como ondas de calor e alterações no ciclo de vetores, resultando em surtos de doenças infecciosas e contaminação de água e alimentos. Esses eventos elevam a demanda por assistência à saúde e geram custos adicionais para o governo (Sena e Corvalán, 2022).

Um olhar para esses fenômenos tem o propósito de fornecer uma visão fundamentada sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde pública, considerando não apenas o contexto local, mas também o cenário global, priorizando uma perspectiva de ação integrada e colaborativa para lidar com essas complexas questões. Para Sena e Corvalán (2022), a relação entre mudanças ambientais e os seus efeitos sobre a saúde é de árdua determinação, uma vez que é avaliada por processos complexos, sem elo linear de causa e efeito. Ressalta-se que a preservação de ecossistemas é fundamental para a estabilidade dos processos naturais em razão da diminuição da exposição às doenças infecciosas por vetores e zoonoses, além de manter a produção de alimentos e o abastecimento de água potável.

Outrossim, as transformações sociais, como a industrialização e a urbanização, resultaram em mudanças significativas nos padrões de saúde, com um aumento nos casos de contágio e disseminação de doenças. Isso ressalta a importância de estudos que busquem prevenir os riscos associados ao estilo de vida e à propagação de doenças, visando compreender as complexas relações entre industrialização, urbanização e os processos de saúde e doença (Fogaça, 2018).

2.2 Problemática das arboviroses no Brasil à luz da geografia da saúde

As arboviroses dengue, Zika e chikungunya são um dos principais desafios de saúde pública no mundo. A espécie *Aedes aegypti* é a única comprovadamente responsável pela transmissão dessas doenças no Brasil, principalmente em áreas urbanas. Essa espécie está amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas e ambientais favorecem o desenvolvimento e a proliferação do vetor, encontrando-se disseminada em todos os estados do Brasil (Ministério da Saúde, 2022a).

Várias pesquisas destacam a importância da temperatura no desenvolvimento da *Aedes aegypti*. Uma análise abrangente realizada por Couret e Benedict (2014), com base em 49 estudos, revelou que a temperatura desempenha um papel crucial na taxa de desenvolvimento deste mosquito. A elevação da temperatura pode reduzir os períodos de incubação extrínseca dos arbovírus, tornando a *Aedes*

aegypti mais eficiente e adaptável a temperaturas mais altas (Mohammed e Chade, 2011). Além disso, estudos apresentados por Oliveira (2016) demonstram a influência da temperatura na proporção de fêmeas e machos nascidos, nas taxas de oviposição e na redução do período de incubação do vírus dentro do organismo do mosquito.

Outros estudos também destacam a relação entre os períodos de seca e de chuva na proliferação dos vetores. A seca é um elemento crítico, pois em ambientes com estiagens e abastecimento irregular de água, as pessoas são obrigadas a armazenar água em recipientes como barris, que se tornam locais propícios para a proliferação de vetores, facilitando a disseminação das arboviroses (Ferreira de Souza *et al*., 2023).

Por outro lado, o aumento da frequência de chuvas pode levar ao acúmulo de água em vários recipientes, especialmente aqueles dispostos de forma irregular nas vias públicas, o que aumenta a disponibilidade de criadouros para mosquitos (Almeida *et al.*, 2020). Esse desafio é destacado por Ferreira de Souza *et al.* (2023), que observaram uma alta incidência de dengue após períodos de chuvas intensas e que as variações climáticas decorrentes do aumento das precipitações podem afetar tanto a distribuição temporal quanto espacial dos vetores e das doenças infecciosas associadas. Portanto, é crucial intensificar a remoção desses criadouros durante épocas de menor precipitação, pois isso reduziria a eclosão em períodos de chuvas mais intensas, que são mais favoráveis à proliferação do vetor.

Mais recentemente, destaca-se, como anos epidêmicos no Brasil, os períodos de 2010, 2013, 2016 e 2019. Em 2010, foram registrados 1.011.548 casos prováveis de dengue. Destes, Minas Gerais concentrou 44,89% dos casos da região Sudeste e 21,21% dos casos do Brasil. Em 2013, foram 1.454.871 casos prováveis, tendo, Minas Gerais, 45,36% dos casos do Sudeste e 28,67% do Brasil. No ano de 2016, houve 1.483.623 casos prováveis de dengue. Minas Gerais representou 61,67% dos casos do Sudeste e 35,23% do Brasil. Por fim, destaca-se o ano de 2019, em que ocorreram 1.545.462 casos prováveis. 47,00% dos casos no Sudeste foram em Minas Gerais, sendo que o estado representou 30,86% dos casos prováveis de dengue no Brasil (Ministério da Saúde, 2023). Nota-se como os anos de 2010, 2013, 2016 e 2019 tiveram um elevado número de casos de dengue em âmbito nacional e que, o estado de Minas Gerais, representou parcela considerável no que tange à região Sudeste e o Brasil.

Além dos aspectos ligados ao vírus e ao vetor, os fatores socioambientais têm um papel crucial na propagação da dengue, resultando em padrões complexos de transmissão, persistência e dispersão da doença. Elementos relacionados à infraestrutura urbana e social, como o crescimento populacional nas áreas urbanas, as condições precárias de habitação em aglomerados subnormais e a falta de acesso a serviços básicos de saneamento, como coleta de resíduos e abastecimento de água, além dos deslocamentos dentro e entre áreas urbanas, são determinantes para a reprodução e disseminação do mosquito vetor. Essa relação tem contribuído para um aumento significativo anual no número de notificações, casos graves e óbitos por arboviroses (Tauil, 2002; Ministério da Saúde, 2022b).

Para compreender a complexidade das doenças, é necessário considerar dois fatores importantes no sistema de transmissão das arboviroses: a reprodução do vetor e a circulação viral. No que diz respeito à reprodução do vetor, o aspecto ambiental climático é fundamental. Estudos realizados no Brasil mostraram que o mosquito Aedes aegypti, principal transmissor da doença no país, encontra condições ideais de proliferação quando as temperaturas variam entre 20°C e 30°C. Essa faixa de temperatura é considerada ótima para a reprodução e atividade do mosquito, que prefere temperaturas mais amenas para se alimentar de sangue humano, sendo mais ativo nas primeiras horas da manhã e no final da tarde (Mendonça e Paula, 2008; Fogaça, 2015).

Os fatores relacionados ao contexto social e ao processo de urbanização contribuem para a formação de criadouros do mosquito, que dependem de recipientes com água parada para a reprodução dos ovos e o desenvolvimento das larvas. A incidência da dengue está diretamente associada às condições socioeconômicas, afetando principalmente as pessoas de baixa renda que residem em áreas com problemas estruturais, como falta de saneamento básico e coleta regular de lixo, o que as torna mais vulneráveis (Fogaça, 2018).

Diante desse quadro, é necessário intensificar as campanhas de saúde pública e educação ambiental como estratégias para reduzir a incidência da dengue e promover a conscientização da população sobre a importância dos cuidados ambientais, especialmente em relação ao gerenciamento adequado do lixo urbano. Entretanto, é importante ressaltar que a responsabilidade de melhorar as condições de vida e garantir o acesso ao saneamento básico recai sobre o Poder Público, destacando assim o aspecto político da doença (Fogaça, 2015; 2018).

Esses fatores distintos no sistema de transmissão das arboviroses corroboram parte das interações multidisciplinares da geografia da saúde e sua contribuição no enfrentamento das doenças.

3 EPIDEMIA DE ARBOVIROSES EM 2023 NO ESTADO DE MINAS GERAIS

As perspectivas apresentadas anteriormente contribuem de maneira fundamental para análise que se propõe para o estado. As discussões sobre as condições ambientais que influenciam na proliferação dos vetores das arboviroses e sobre como a degradação ambiental afeta a disseminação das doenças, corroboram a justificativa deste trabalho para análise da dimensão de geografia da saúde associada às arboviroses, em Minas Gerais, 2023.

Minas Gerais é o quarto estado brasileiro em extensão territorial e o terceiro em produção econômica. Em 2022, a população mineira era de 20.539.989 habitantes, conforme dados do IBGE, com referência ao último censo demográfico realizado. Composto por 853 municípios, Minas Gerais caracteriza-se pela sua baixa densidade demográfica, abrigando apenas 35,02 habitantes por quilômetro quadrado, um reflexo direto da sua vasta extensão territorial de 586.513,983 km² (IBGE, 2024).

Dos 20.539.989 habitantes do estado, 10.524.280 (51,24%) são mulheres e 10.015.709 (48,76%) são homens. O censo também apontou que 41,08% dos mineiros se autodeclararam brancos contra 58,61% que se denominaram negros (aqueles que se dizem pretas ou pardas), sendo 11,84% da população preta e 46,76% parda (IBGE, 2024).

3.1 Cenário epidemiológico das arboviroses

A compreensão dos conceitos de geografia da saúde revela-se fundamental para a análise da epidemia. Ao examinar a interação complexa entre saúde, ambiente e sociedade, é possível identificar os elementos territoriais e socioambientais que contribuem para a disseminação das doenças. A influência das mudanças climáticas na proliferação do vetor *Aedes aegypti* fornece um olhar crucial para entender como os padrões climáticos podem afetar a intensidade e a geografia das arboviroses. Quando se considera a suscetibilidade da população, os altos índices de infestação do vetor e a circulação dos vírus responsáveis pelas doenças dengue, Zika e chikungunya, Minas Gerais apresenta condições propícias para o surgimento de surtos e epidemias de arboviroses (SES MG, 2021).

Na última epidemia de dengue, em 2019, foram registrados 474.628 casos prováveis e 189 óbitos confirmados. Em relação à chikungunya, o estado vivenciou sua primeira epidemia no ano de 2017, com uma concentração de casos em uma região, acumulando 16.395 casos prováveis e 15 óbitos confirmados. No ano seguinte, a doença se dispersou para outros territórios. Os primeiros casos de Zika foram registrados no final de 2015 e o maior número de casos, até o momento, se deu em 2016, com 13.579 casos prováveis e um óbito confirmado. No ano de 2023, foram registrados 417.600 casos prováveis e 233 óbitos confirmados por dengue; 102,325 casos prováveis e 56 óbitos confirmados de chikungunya; e, 156 casos prováveis de Zika, sem óbitos registrados (SES MG, 2021; 2023b).

Esse aumento expressivo no número de casos, que representa a epidemia de dengue no estado de Minas Gerais em 2023, pode ser observado quando se compara a relação do número de casos prováveis de dengue entre os anos de 2020 e 2023, período posterior à última epidemia de dengue que ocorreu no estado em 2019. Em 2023, chegou-se a ter semanas com mais de 25.000 casos prováveis notificados, enquanto o pico do número de casos, em 2022, foi um pouco mais de 5.000 e, em 2020 e 2019, menos de 5.000 casos prováveis.

Com relação aos anos epidêmicos 2013, 2016 e 2019, estes apresentam picos de números de casos prováveis muito elevados, acima de 2023. Todavia, é importante destacar que as semanas epidemiológicas que apresentaram os maiores números de casos não correspondem à mesma para todos os períodos. Isso demostra como a incidência ao longo do tempo é variável, sendo susceptível aos fatores sazonais, como períodos de alta pluviosidade e temperaturas mais elevadas.

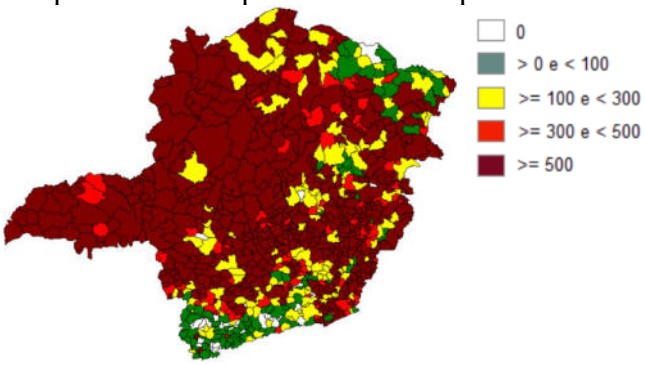


Fig. 1 Taxa de incidência de casos prováveis de dengue, 2023

Também é possível fazer uma análise espacial da distribuição de casos de dengue para o ano 2023 em Minas Gerais. A figura 1 mostra que a maioria dos municípios teve alta incidência de dengue, quando se calcula o número de casos prováveis por 100 mil habitantes. Isso reforça como o vírus da dengue, presente há anos no território mineiro, continua sendo um problema para a saúde pública, e que se faz urgente a discussão desse tema.

O ano de 2023 vivenciou uma epidemia de Chikungunya. Desde 2017, com o registro da sua primeira epidemia de chikungunya no estado, Minas Gerais vem apresentando casos da doença. Diferente da dengue, os casos de chikungunya geram uma preocupação a mais para as autoridades sanitárias por causa das complicações após a infecção, e, mais recentemente, o risco de transmissão vertical das gestantes para os recém-nascidos.

Nota-se também, em atenção aos períodos de 2017 e 2023, a espacialidade da doença. A análise espacial da chikungunya permite visualizar os municípios que notificaram casos nesses dois anos que tiveram epidemia. Assim, na figura 2, apresenta-se os mapas com a taxa de incidência de casos prováveis por 100 mil habitantes. Mais do que observar a alta incidência, sobressai-se o número maior de municípios no ano de 2023 que teve casos.

Por meio da interpretação da figura 2, é possível observar como houve mais municípios em 2023 que notificaram casos prováveis. Não somente isso, a alta incidência, que em 2017 estava concentrada nas regiões nordeste e leste do estado, em 2023, pode ser notada em grande parte das regiões. Esse cenário demonstra como a circulação do vírus avançou nos últimos anos, o que acarreta maiores desafios para a saúde pública, entendendo que o vetor transmissor da doença está presente em quase todo o estado.

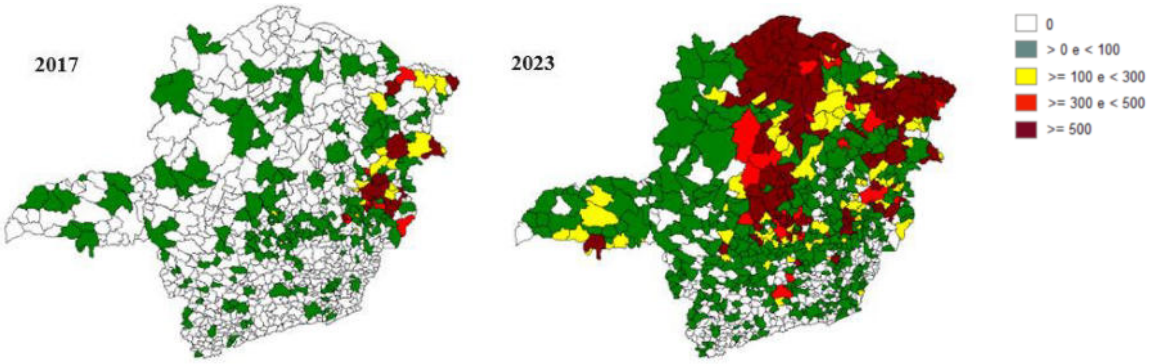


Fig. 2 Taxa de incidência de casos prováveis de chikungunya, 2017 e 2023

Em relação à Zika, mesmo havendo casos registrados nas semanas epidemiológicos de 2023, os números não aumentaram de forma expressiva. A partir dos dados, pode-se concluir como o ano de 2023 foi epidêmico para as arboviroses no estado de Minas Gerais, em especial para dengue e chikungunya.

As figuras também permitem uma análise dos municípios de Minas Gerais de acordo com o porte populacional e a incidência das arboviroses urbanas (soma do número de casos dividido por 100.000 habitantes). Considerando que o estado apresenta um elevado número de municípios de pequeno porte, pode desenhar faixas de: até 10 mil habitantes; de 10 a 50 mil habitantes; de 50 a 100 mil habitantes; e, mais de 100 mil habitantes. Dos 853 municípios, 482 estão na primeira faixa; 299, na segunda faixa; 38, na terceira faixa; e, 34, na quarta faixa.

Considerando que houve casos de dengue notificados em 96,25% dos municípios de Minas Gerais, escolheu por trazer um recorte da incidência desta arboviroses de acordo com os portes populacionais traçados. Dentre os municípios da faixa de até 10 mil habitantes, a incidência média foi de 1.842,72; a faixa de municípios entre 10 a 50 mil habitantes teve incidência média de 1910,03; para os municípios da faixa entre 50 a 100 mil habitantes, a incidência média encontrada foi 2217,97; e, por último, os municípios acima de 100 mil habitantes tiveram uma incidência média de 2521,82 em 2023.

Esses dados sugerem a necessidade de novos estudos da circulação viral e do vetor em relação à dinâmica urbana e circulação das pessoas, enquanto hospedeiros do vírus da doença. Nesse sentido, é essencial considerar elementos relacionados à infraestrutura urbana e social e da mobilidade e das relações comerciais contemporâneas, que têm impulsionado a interação entre fronteiras e facilitado a disseminação de doenças, indo além da dengue.

3.2 Perfil sociodemográfico das arboviroses urbanas em Minas Gerais

Além da análise realizada anteriormente, esta sessão irá caracterizar o perfil sociodemográfico dos casos prováveis ocorridos no período analisado. Para isso, foram solicitadas, à Secretaria de Estado de

Saúde de Minas Gerais (SES MG), as informações da classificação dos casos, por data de primeiro sintoma, e da evolução, caso houvesse óbito, bem como do perfil epidemiológico (faixa etária, comorbidades, gênero, escolaridade e raça-cor). Os dados foram solicitados por município de residência. O contato foi realizado por meio do e-mail institucional do setor (dengue@saude.mg.gov.br), o qual respondeu, por meio de uma colaboradora da coordenação de vigilância das arboviroses[1], de maneira agregada e não nominal, para que não pudesse ocorrer a identificação de dados sensíveis.

Feitas as análises estatísticas, serão apresentados, a seguir os principais resultados encontrados da vulnerabilidade aos potenciais impactos das arboviroses nesses grupos sociais, reconhecendo a limitação da pesquisa, uma vez que alguns campos de preenchimento nas fichas de notificação não são obrigatórios. Outrossim, a análise se restringirá à dengue e à chikungunya, pelo caráter epidêmico das doenças no último período sazonal.

A análise de sexo pode ser essencial para compreender a vulnerabilidade à dengue e verificar se esta variável desempenha papel distinto na exposição e na resposta a essas doenças. As notificações de pessoas do sexo feminino representam a maioria dos casos prováveis de dengue, com 54,79%, enquanto do sexo masculino foram 45,21%. Em comparação com a proporção do estado de Minas Gerais, que é de 51,20% mulheres e 48,80% homens, pode-se inferir que essa maior diferença percentual demonstra que as pessoas do sexo feminino podem estar mais vulneráveis aos impactos da doença.

As pessoas notificadas do sexo feminino representam a maioria dos casos prováveis de chikungunya, com 59,18%, enquanto do sexo masculino foram 40,82%. Esse percentual é maior do que o encontrado para a dengue e para a distribuição da população no último censo demográfico do estado de Minas Gerais, o que corrobora a análise da potencial vulnerabilidade das mulheres aos impactos dessas doenças.

Outro aspecto fundamental para realizar um estudo da vulnerabilidade da população à dengue é o percentual de casos prováveis em razão da raça-cor notificada nas fichas. Deve-se destacar que o percentual de incompletude do preenchimento das fichas de notificações de dengue no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) foi de 15,99%. Pode-se notar que 48,49% das pessoas são pardas; 5,83% são pretas; 28,61% são brancas; 0,92% são amarelas; e, 0,16% são indígenas. A dengue, em Minas Gerais, portanto, atingiu minorias étnico-raciais, como população indígena, mas concentrou mais da metade dos casos nas populações parda e negra.

No caso de chikungunya, observa-se um percentual de 15,28% de fichas em branco neste campo. Entre os dados, é possível notar que 65,82% das pessoas são classificadas como pardas, 5,32% como pretas, 12,57% como brancas, 0,70% como amarelas e 0,31% como indígenas. De forma mais acentuada que para a dengue, a diferença entre o percentual de negros, aqueles que se dizem pretas ou pardas, é maior do que o percentual de brancos no que se refere à incidência de chikungunya. Dessa maneira, pode-se concluir que a variável raça-cor é crucial na análise da vulnerabilidade às arboviroses, como o chikungunya, destacada pelo fato de mais de 70% dos casos afetarem indivíduos negros, evidenciando disparidades significativas na incidência dessas doenças.

[1] Os dados utilizados na sessão 3.1 foram extraídos do Painel de Monitoramento de Casos da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES MG, 2023b). Os dados do painel são atualizados constantemente, o que pode significar alterações dos valores em razão da data de consulta. Os dados recebidos por e-mail (Barbosa da Silva, 2024), para análise feita na sessão 3.2 foram extraídos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) no dia 18 de março de 2024.

Os dados de incidência da dengue e chikungunya nessa população, em comparação com a percentual em Minas Gerais, corroboram a maioria significativa de habitantes desse grupo. Por outro lado, os números referentes à população branca são significativamente menores do que o censo, sugerindo uma menor incidência por essa arbovirose nesse grupo. A incompletude dos registros nos formulários pode limitar a análise minuciosa da vulnerabilidade associada à raça-cor, prejudicando a compreensão abrangente do impacto na comunidade negra. Isso subestima a extensão do problema, tornando desafiadora a implementação de medidas preventivas específicas para essa parcela da população.

Também podemos destacar o percentual da escolaridade entre os casos prováveis de dengue no período de estudo. Os dados encontrados para esta variável apresentam um alto percentual de incompletude, tendo mais da mais metade sido em branco, com 51,88%. De qualquer forma, quando se observa as categorias selecionadas, estas correspondem a 0,33%, analfabeto; 3,63%, 1ª a 4ª séria incompleta do ensino fundamental; 2,09%, 4ª séria completa do ensino fundamental; 5,35%, 5ª a 8ª série incompleta do ensino fundamental; 4,39%, ensino fundamental completo; 5,31%, ensino médio incompleto; 16,41%, ensino médio completo; 1,11%, educação superior incompleto; e, 3,24%, educação superior completa. Apesar da incompletude dos dados, observa-se tendência nos percentuais.

Para chikungunya, os dados deste campo possuem maior percentual de incompletude, representando 63,04% das notificações. Mesmo que a escolaridade não seja um campo obrigatório, ele pode ser essencial para a investigação do caso ou para o cálculo de indicadores epidemiológicos ou operacionais. Ao examinar as demais categorias, observa-se o seguinte panorama: 0,79% são analfabetos; 2,87% não concluíram até a 4ª série do ensino fundamental; 1,63% concluíram a 4ª série do ensino fundamental; 5,45% não concluíram até a 8ª série do ensino fundamental; 3,68% têm o ensino fundamental completo; 3,41% possuem o ensino médio incompleto; 11,13% concluíram o ensino médio; 0,68% têm educação superior incompleta; e 2,71% concluíram a educação superior.

Os valores encontrados na análise da escolaridade demonstram uma proporção equivalente entre o número de pessoas com ensino médio completo e ensino superior incompleto e completo, com o número de analfabetos, 1ª a 4ª série, 5ª a 8ª série, ensino fundamental e ensino médio incompleto. Entretanto, deve-se fazer uma ressalva em razão do elevado percentual de incompletude das fichas, o que pode tolher a análise dos dados para o território de Minas Gerais, por não se aproximar da realidade total dos casos notificados, sendo fundamental a qualificação das fichas de notificação para compreender melhor o cenário da dengue e chikungunya no território.

Esse debate abre para discussão e para futuros estudos da possível correlação entre a escolaridade, o nível de incidência da doença entre as diversas idades, mesmo aquelas faixas mais altas, e outros indicadores sociais, uma vez que as populações mais pobres têm menos condições de se adaptar e, consequentemente, estão mais propensas a serem afetadas. A análise também poderia ser aprimorada ao incluir informações sobre renda, contribuindo para uma avaliação mais abrangente do contexto em questão.

Por último, apresentar-se-á análise em razão das comorbidades notificadas nas fichas, uma possível vulnerabilidade aos impactos da doença. Quando se observa o percentual óbitos de dengue confirmados, esses dados reforçam a vulnerabilidade desse grupo que possui alguma comorbidade. 67,38% dos óbitos confirmados de dengue apresentavam comorbidade, sendo que, no cenário geral, pessoas com comorbidades representam somente 12,37% dos casos prováveis de dengue. Para chikungunya, a proporção de indivíduos com comorbidades compõem apenas 16,95% dos casos prováveis. No entanto, essa porcentagem aumenta para 50,00% quando analisamos os óbitos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geografia da saúde surge como uma ferramenta essencial na compreensão das arboviroses urbanas e dos desafios para a saúde coletiva, estabelecendo conexões entre elementos e espaços, considerando tanto os processos naturais quanto os produzidos socialmente. Diferentes fatores, como os ambientais e os ligados ao contexto social e à urbanização, influenciam o sistema de transmissão dessas doenças. O controle efetivo da dengue, Zika e chikungunya, demanda ações integradas e intersetoriais, superando as políticas somente do setor saúde.

Com base no perfil sociodemográfico, percebe-se uma associação entre as arboviroses e fatores sociodemográficos, como raça-cor e sexo. Os casos prováveis de dengue e chikungunya mostraram uma maior concentração entre as populações parda e negra, sendo que a diferença entre os percentuais de casos afetados entre negros e brancos foi mais acentuada na chikungunya. Esses resultados indicam disparidades importantes na incidência das arboviroses, destacando a relevância da discussão de vulnerabilidade a essas doenças.

Além disso, comorbidades podem representam um fator de risco para ocorrência de óbitos, evidenciando a necessidade de maior atenção a grupos mais vulneráveis para a susceptibilidade a essas doenças. Todavia, o trabalho apresenta uma limitação em razão da incompletude das fichas de notificação e a falta de dados de renda, o que pode representar um desafio para a compreensão do cenário das arboviroses no território como um todo.

O enfoque social e nas desigualdades no contexto das arboviroses caracterizam um avanço no entendimento dos impactos da epidemia em Minas Gerais. A discussão de políticas de públicas em relação aos municípios e à população mais vulnerável possibilitou levantar diversas questões para demonstrar como o governo mineiro precisa estar preparado, ao mesmo tempo em que lida com os desafios de proporcionar uma resposta eficaz à epidemia, para lidar com as disparidades que podem agravar as consequências para diferentes grupos da população.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado da dissertação de mestrado do curso de pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Agradeço à instituição e à Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais pelo apoio no seu desenvolvimento.

6 REFERÊNCIAS

Almeida, L. S. *et al*. (2020) Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana, **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(10), 3857–3868. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018 (acesso em 20 maio 2024).

Ayoade, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos (4ª edição**). Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

Couret, J. e Benedict, M. Q. (2014) A meta-analysis of the factors influencing development rate variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), **BMC Ecology**, 14(3). Disponível em: https://doi.org/10.1186/1472-6785-14-3 (acesso em 20 maio 2024).

Dummer, T. J. B. (2008) Health geography: supporting public health policy and planning, **Canadian Medical Association journal**, 178(9), 1177-1180. Disponível em: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2292766/ (acesso em 20 maio 2024).

Fogaça, T. K. (2015) **Dengue: circulação viral e a epidemia de Paranavaí/PR 2013**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Fogaça, T. K. (2018) **Geografia da Saúde**. InterSaberes, Curitiba.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2024). **Censo 2022 – Panorama**, IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html (acesso em 20 maio 2024).

Mendonça, F. e Paula, E. V. Meningites no Estado do Paraná: uma leitura geográfica, **Ra'e Ga**, Curitiba, 14, 127-143. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/raega.v15i0.14250 (acesso em 20 maio 2024).

Ministério da Saúde (2022a) **Guia de Vigilância em Saúde (5ª edição)**, Ministério da Saúde, Brasil.

Ministério da Saúde (2022b) **Plano de contingência para resposta às emergências em Saúde Pública por dengue, chikungunya e Zika,** Ministério da Saúde, Brasil.

Ministério da Saúde (2023) **Série histórica - Casos prováveis de dengue - (2000-2023),** Ministério da Saúde, Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue/situacao-epidemiologica/serie-historica-casos-provaveis-de-dengue-2000-2023/view (acesso em 20 maio 2024).

Mohammed, A. e Chadee, D. D. (2011) Effects of different temperature regimens on the development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquitoes, **Acta Tropica**, 119(1), 38-43. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21549680/ (acesso em 20 maio 2024).

Oliveira, S. S. (2016) **Análise espacial e temporal da infestação por Aedes aegypti mensurada por ovitrampas para geração de alerta precoce de dengue no município do Rio de Janeiro**, Dissertação de Mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

Rosenberg, M. W. e Wilson, K. (2005) Remaking Medical Geography, **Territoris**, Universitat de les Illes Balears, 5, 17-32. Disponível em: www.raco.cat/index.php/Territoris/article/download/117011/147933 (acesso em 20 maio 2024).

Santos, F. O. (2010) Geografia Médica ou Geografia Da Saúde? Uma Reflexão, **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, 1(32), 41–52. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/7468 (acesso em 20 maio 2024).

Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES MG) (2021) **Deliberação CIB-SUS/MG nº 3.631, de 17 de novembro de 2021**, SES MG, Belo Horizonte.

Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES MG) (2023) **Painel de Monitoramento de Casos**, SES MG, Belo Horizonte. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/aedes/painel (acesso em 20 maio 2024).

Sena, A. e Corvalán, C. (2022) A Inter-relação entre Mudança do Clima, Desastres e Saúde Coletiva, in C. Barcellos, C. Corvalán e E. L. Silva (org.), **Mudanças Climáticas, Desastres e Saúde**, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, pp. 25-47.

Silva, S. E. B. (2024) **Dados de arboviroses**, Email para Marco Antônio de Almeida Silva, 20 Maio.

Souza, T. F. *et al*. (2023) Avaliação das variações climáticas e a proliferação de arboviroses no perímetro urbano do município de Macaé, Rio de Janeiro, Brasil. **Trabalho apresentado em Anais do XV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica / VIII Congresso Fluminense de Pós-Graduação**.

Tauil, P. L. (2022) Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil, **Cadernos de Saúde Pública**, 17(3), 867-871. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000300030 (acesso em 20 maio 2024).

FLUXOS DECISÓRIOS NA FORMULAÇÃO DO PLANEJAMENTO REGIONAL DA CHESF NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

A. W. F. Silva, M. A. R. Silva, N. M. Oliveira e R. A. Luz

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o processo de formação da agenda estatal, que envolve o planejamento regional integrado implementado pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf) na bacia do rio São Francisco nas décadas de 1970 e 1980. O método que foi utilizado na pesquisa está apoiado no modelo de múltiplos fluxos de Kingdon, que estuda o processo decisório de políticas públicas. O principal resultado obtido com a pesquisa foi o resgate do processo de formação da agenda pública da experiência de planejamento regional empreendida com a reconhecimento das referências mais importantes. A conclusão que se chegou é que houve uma convergência da necessidade do desenvolvimento regional da bacia hidrográfica conjuntamente com a necessidade de construir hidrelétricas, que era uma necessidade do Brasil, por causa da agenda desenvolvimentista, que demandava a industrialização do país, privilegiando o planejamento setorial e não regional.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil foi afetado consideravelmente pelos efeitos da cultura desenvolvimentista durante a grande crise econômica mundial do início do século XX, caracterizando-se pela intensa participação do Estado nos setores da economia. Na década de 1950, o setor de energia elétrica era estratégico para o planejamento estatal, que tinha o intuito de incrementar o processo de industrialização do país, iniciado desde a década de 1930, no governo de Getúlio Vargas. Enquanto o desenvolvimentismo era a ideologia predominante no mundo, o nacional-desenvolvimentismo era a ideologia seguida pelos países latino-americanos. Esse modelo periférico de desenvolvimento era pensado principalmente pela Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), que considerava o desenvolvimento como sinônimo de industrialização. Naquele período, a ideia principal era coordenar o processo de industrialização por meio da racionalidade da economia, acelerando a modernização do país. Para Furtado (1959), o pensamento predominante do período era de que, através do planejamento regional, havia possibilidade de se oferecer ao Brasil os caminhos de superação dos problemas através da industrialização.

Além da nova maneira de pensar a indústria de energia elétrica, houve intensas mudanças no pensamento e no modo de fazer planejamento regional e urbano, predominantemente em associação com as bacias hidrográficas. O planejamento regional brasileiro teve influências com relação ao que foi realizado nos Estados Unidos, na década de 1930 com a atuação da

Tennessee Valley Authority (TVA), que já tinha repercutido em outros países. A Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf) é um exemplo de entidade estatal nacional, inspirada no modelo norte-americano do Vale do *Tennessee*.

As obras realizadas pela Chesf aconteceram a partir da década de 1950, quando o planejamento regional gozava de grande prestígio no Brasil, porque eram dispositivos de desenvolvimento e de reorganização do território. Segundo Vianna (2012), foi um período caracterizado por inúmeros intercâmbios técnico-científico e político com os Estados Unidos, oferecendo apoio para que o planejamento nacional tivesse condições de produzir seu próprio método. O plano elaborado pela Chesf podia ser dividido em dois níveis de abrangência: o primeiro nível era mais amplo e envolvia o planejamento dos aproveitamentos hidrelétricos e a implantação das hidrelétricas e os reservatórios; o segundo nível de abrangência encontrava-se em uma escala mais localizada, preocupava-se com os impactos na paisagem provocados pelas obras dos reservatórios e a compatibilização dos usos dos reservatórios e as áreas do entorno, planejando como reparar ou minimizar as agressões sofridas pelo meio ambiente, como também a infraestrutura comprometida e o reassentamento das populações.

O estudo sobre a formação da agenda do planejamento regional na bacia do rio São Francisco constitui-se em uma lacuna dessa área do conhecimento, embora a agenda tenha sido formada ao longo do tempo, desde o século XIX, entretanto, a agenda só foi colocada em prática a partir de uma janela de oportunidades criada por alguns fatores: primeiramente a crise econômica mundial iniciada no início do século, segundo a necessidade de industrializar o país, terceiro a necessidade de produzir energia elétrica e em último lugar o humor político favorável para a aprovação dos planos.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o processo de formação da agenda estatal, que envolve o planejamento regional integrado implementado pela Chesf na bacia do rio São Francisco. A análise parte da contextualização do objeto de estudo, no âmbito da conjuntura nacional e internacional, como também do Plano Geral do Vale do São Francisco elaborado pela CVSF.

A análise da formação da agenda do planejamento regional na bacia do rio São Francisco foi orientada pelo modelo de múltiplos fluxos desenvolvida por John Kingdon (2003). Conforme Gottems *et al*. (2013), este modelo de análise de políticas públicas tornou-se aplicável em diversos sistemas políticos governamentais em períodos extensos. Isto posto, este artigo está divido em cinco partes além desta introdução, tem-se o referencial teórico e metodológico, a discussão e análise dos dados, as conclusões e as referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METOLÓGICO

Esta pesquisa fundamenta-se em três bases teóricas: as referências de desenvolvimento, as referências de planejamento regional e as referências de modelos teóricos que fornecem ferramentas para a análise de políticas públicas e em especial o modelo de múltiplos fluxos de Kingdon (1995) utilizado nesta análise (Quadros 1, 2 e 3). Foram utilizados autores nacionais que pesquisaram sobre esses modelos teóricos.

Para a análise dos dados foi feita uma revisão da literatura e documental sobre a formação da agenda pública do planejamento integrado da Chesf na bacia do rio São Francisco. A revisão sistemática da literatura em conjunto com o modelo de múltiplos fluxos de Kingdon

ajudaram a compreender a formação da agenda. Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam uma síntese da revisão de literatura e documentos relacionados com a formação de agenda pública em questão.

Quadro 1: Síntese das produções teóricas analisadas sobre a análise de conjuntura

Fluxo de problemas - análise de conjuntura	
Referências	**objetos**
Bielschowsky, 1996	Pesquisou sobre o pensamento econômico brasileiro, especificamente sobre o ciclo ideológico do desenvolvimentismo.
Carlos Brandão, 2007	Discussão teórica sobre desenvolvimento em sua dimensão espacial.
Bresser-Pereira, 2014	Estudou a construção política no Brasil.
De Paula, 2012	Estudou sobre o Estado brasileiro e desenvolvimento regional: o debate parlamentar na constituição da Comissão do Vale do São Francisco (1946-1948).
Ianni, 1971	Estudou o Estado e o planejamento econômico no Brasil.
Furtado, 1955	Analisou o processo de formação econômica no Brasil e fez proposta para o desenvolvimento regional.
Dreifuss, 1981	Pesquisou sobre a conquista do estado e suas ações políticas, o poder e as lutas de classes.
Silva, 2020	Pesquisou sobre o planejamento regional elaborado pela Chesf.

Quadro 2: Síntese das produções teóricas analisadas sobre planejamento regional

Fluxo de soluções e formação da agenda	
Referências	**objetos**
Vargas, 1945	Decretos nº 8.031; nº 8.032; nº 19.706, que criam a Chesf, definem orçamento e campo de atuação respectivamente.
Dutra, 1948 (Lei 541,1948)	Mensagem do presidente Dutra de 1948 para o Plano Geral para o aproveitamento econômico do Vale do São Francisco.
Gardin, 2009	Elaborou tese sobre a Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai no Planejamento Regional Brasileiro.
Vianna, 2012	Elaborou tese sobre a experiência de planejamento regional integrado na CESP.
Lopes, 1955	Publicou um livro sobre sua experiência no planejamento na CVSF.
Hall, 1988	Publicou um livro sobre a formação das cidades e do planejamento regional, relatando as experiencias da RPAA e da TVA.
Silva, 2020	Publicou um livro sobre o plano regional e as cidades novas da Chesf.

Quadro 3: Síntese das produções analisadas sobre modelos teóricos

Modelos teóricos de análise	
Referências	**Objetos**
Kingdon, 2003	Elaborou o modelo de múltiplos fluxos (Agendas, alternativas and public policies).
Gottems et al., 2013	Identificou as produções científicas sobre análise de políticas de saúde que utilizaram o modelo dos múltiplos fluxos de Kingdon e examinou as contribuições e os limites do modelo no estudo das políticas públicas de saúde, no contexto do SUS.
Capella, 2005	Apresentou e discutiu dois modelos teóricos que auxiliem na compreensão do processo de formulação de políticas públicas: modelo de Kingdon e o modelo de Equilíbrio Pontuado (Punctuated Equilibrium Model), de Frank Baumgartner e Brian Jones.
Trevisani & al., 2012	Condicionalidades de Saúde do Programa Bolsa Família.

No quadro 1, observa-se as referências teóricas sobre a conjuntura do período quando a agenda foi formulada. Estas referências informam sobre os fluxos dos problemas ao longo do tempo e sobre o fluxo político. No quadro 2, estão as referências relacionadas ao fluxo

das soluções e formação da agenda, são referências sobre planejamento regional nacionais e estrangeiras que influenciaram no planejamento. No quadro 3, encontram-se as referências bibliográficas sobre os modelos teóricos, que serão utilizados na análise dos dados. O primeiro autor utilizado foi Capella (2005), que pesquisou sobre a formação da agenda governamental: perspectivas teóricas. O segundo utilizado foi o Gottems *et al*. (2013) com a pesquisa sobre o modelo dos múltiplos fluxos de Kingdon na análise de políticas de saúde: aplicabilidades, contribuições e limites (figura 1).

Segundo Gottems *et al*. (2013), a teoria de múltiplos fluxos (figura 1) foi formulada por Kindon (2003) e Zahariadis (2007). O modelo foi elaborado baseado em padrões decisórios de agendas públicas em organizações. Os autores enfatizam em seus estudos que a ambiguidade no processo decisório é preponderante, devido a três aspectos: 1 – participação fluida, por causa das mudanças dos atores envolvidos na cena, onde se decide a agenda, principalmente nas agendas de longo prazo; 2 – preferências vulneráveis, porque existe uma fragilidade desses atores em relação aos efeitos que suas decisões podem causar; 3 – deficiência na definição das tecnologias, que é agravada pelas divergências de tudo quanto é ordem e escala de poder. Entretanto, os autores ressaltam que a ambiguidade é uma característica desse tipo de processo, mas a situação é acentuada pela falta de informações, criando um cenário de incertezas ainda maior.

Kingdon (2003) nas suas pesquisas realizadas nos Estados Unidos, onde ele afirma que neste país há uma predominância na formação das agendas públicas de três fluxos. Quando em determinados momentos estes fluxos convergem, acontece a mudança de agenda. Os três fluxos são os seguintes (figura 1): 1 - Problemas (*problems*); 2 - Soluções ou alternativas (*policies*); 3 - Políticas (*politics*) (Figura 1).

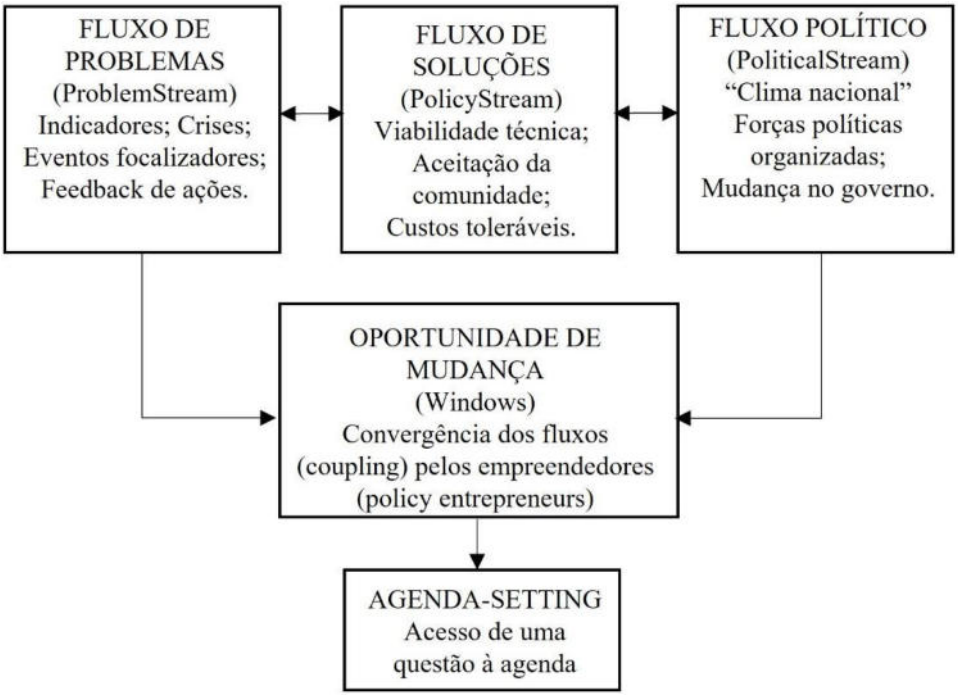


Figura 1: O modelo dos múltiplos fluxos de Kingdon. Fonte: Cappella (2005)

Sendo assim, percebe-se que a formação da agenda, conforme Kingdon(2003), depende da existência de um problema reconhecido pela comunidade envolvida em várias escalas; a existência de ideias alternativas para resolver tal problema. As ideias são originadas pelos

chamado atores invisíveis, ou seja, os especialistas, pesquisadores, mas os atores visíveis, como os políticos e atores sociais, dentre outros podem oferecer soluções para a necessidade em pauta; em relação ao contexto político, o humor político, é importante também para o processo decisório.

Pode se observar no esquema de múltiplos fluxos (Figura 1) que a atenção governamental e dos outros atores se dar em função de três eventos (Kingdon, 2003):
1) A identificação de um evento por intermédio de dados estatísticos, os quais indicam sua dimensão;
2) A existência de acontecimentos extraordinários, como crise econômica, pandemias e catástrofes;
3) A postura da opinião pública a respeito de um determinado evento relacionado à economia.

Em relação ao fluxo político do esquema de Kingdon (2003), pode-se observar três aspectos (Figura 1): 1 - O clima nacional (*national mood*); 2 - As forças políticas organizadas; 3 - Mudanças no governo; Para o estudo das referências de desenvolvimento e planejamento regional, fez-se um levantamento com o objetivo de identificar as origens destes eventos, como também identificar as prováveis referências que exerceram influência no processo de formulação da agenda do planejamento regional integrado da Chesf na bacia do São Francisco a partir do final da década de 1940, quando esta autarquia foi criada e começou a atuar (década de 50).

As referências sobre planejamento e desenvolvimento regional são imprescindíveis para a análise de conjuntura do período que envolve a formação da agenda e para evidenciar as experiências e assessorias internacionais que serviram de apoio e espelho para a formação da agenda brasileira. Os autores utilizados na análise de conjuntura estão citados no Quadro 1. Hall (1988) comenta em seu livro Cidades do Amanhã, que o planejamento regional é oriundo da França, mas foi com Patrick Geddes, que nos Estados Unidos, a partir do seu encontro com os membros da Regional Planning Association of America (RPAA) e com a publicação dos escritos de Lewis Mumford, fez com que este tema atingisse o mundo. As similaridades das ideias de Geddes e da RPAA transmitidas para TVA e depois espalhadas pelo mundo e para as autarquias brasileiras CVSF, segundo Dutra (1948) e a Chesf, conforme Vargas (1945), podem ser percebidas, quando se confrontam os planos com os postulados do regionalismo pregados principalmente por Geddes (1915) e relatados por Mumford (1938).

As regiões Norte e Nordeste experimentavam enormes dificuldades, tornando-se problemas que deveriam ser resolvidos com a política desenvolvimentista. Para Bresser-Pereira (2014), a industrialização acelerada que começou nos anos 1930 não teria sido possível se não houvesse existido a imensa oportunidade de investimentos industriais causada pela depressão econômica mundial, a queda dos preços do café e a, consequente, forte depreciação da taxa de câmbio. Na opinião de Bielschowsky (1996), o pensamento defendido pela maioria dos economistas era de que o planejamento seccional foi o que prevaleceu nesse período, significando a escolha prioritária de setores específicos, como por exemplo a produção de energia elétrica.

O objetivo naquele momento era fortalecer o capital nacional, como também a interiorização do país (marcha para o oeste), seguindo as diretrizes dos planos e programas indicados pelo governo federal. No Brasil, pretendia-se, conforme Dreifuss (1981), expandir internamente

e dar vazão à política industrial do governo federal através de medidas setoriais (transporte, energia, saúde etc.) para atuar nos pontos de estrangulamento da economia. Para alcançar estes objetivos, houve institucionalizações em diversos níveis hierárquicos, através da estruturação e a criação de ministérios, empresas estatais, institutos e conselhos.

Uma série de entidades internacionais surgiram para oferecer assistência aos países do terceiro mundo e os devastados pela grande guerra. Esses organismos, especialmente norte-americanos, eram públicos e privados. A Organização das Nações Unidas - ONU foi um dos órgãos criados, como também os agentes de financiamento, como o Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento - BIRD.

De acordo com Gardin (2009), nessa fase já haviam sido realizados vários estudos sobre a economia brasileira por equipes técnicas norte-americanas (missões), estando ainda em vigor a política exterior dos EUA (o quarto ponto da política externa do governo Truman: o *Point four* (Ponto Quatro), que surgiu em 1949, com o objetivo de oferecer assessoria aos países subdesenvolvidos através de assistência técnica, educacional e sanitária, favorecendo também a inversão de capital, sendo as intermediações realizadas pela Organização das Nações Unidas – ONU.

Para Ianni (1971), os Estados Unidos se transformaram em um grande exportador de tecnologia e de capital financeiro desde 1945. Desde a experiência no Vale do Tennessee, através da Tennessee Valley Authority - TVA, incluída no programa New Deal, a partir de 1933, o país acumulou bastante experiência na área de planejamento, principalmente envolvendo a circulação da concepção de planejamento de bacia hidrográfica entre os Estados Unidos e os países subdesenvolvidos (rio São Francisco) através dos congressos, publicações e interlocução profissional sobre o desenvolvimento regional.

2.1 Metodologia

Conforme exposto anteriormente, o método que foi utilizado na pesquisa está apoiado no modelo de múltiplos fluxos de Kingdon, que estuda o processo decisório de políticas públicas (Figura 1). O método ajuda a entender a formulação das agendas das políticas públicas, procurando compreender os mecanismos e efeitos destas nas escolhas de determinadas demandas, em detrimento de outras pautas. A formação de uma agenda sofre interferência de inúmeros segmentos da sociedade, ou seja, são diversos interesses que interagem entre si, no sentido de formar uma agenda, que será implementada.

Desse modo, o método de múltiplos fluxos de Kingdon sobre a análise de formação de agenda de políticas públicas contempla a confluência entre três fluxos: o fluxo dos problemas, o fluxo das soluções e alternativas e o fluxo político (Figura 1).

O método de análise dos objetos empíricos seguirá três fases principais organizadas da seguinte forma:

1. Fase preparatória:
- Recorte territorial (planejamento regional integrado da Chesf na bacia do SF);
2. Fase analítica:
- Revisão da literatura sobre o tema e sobre o melhor modelo de análise;
- Análise de conjuntura;

- Agrupamento dos dados qualitativos em quadros e no esquema adaptado de múltiplos fluxos de Kingdon (2003);

3. Fase descritiva:

- Interpretação dos resultados encontrados através da leitura dos autores relacionados nos quadros 1, 2 e 3 (qualitativo – análise de conjuntura, análise das leis e planos regionais e o método de Kingdon).

3 DISCUSSÃO E ANÁLISE DA FORMAÇÃO DA AGENDA

A Figura 2 resume os resultados obtidos na análise da formulação da agenda pública do planejamento regional integrado da Chesf, utilizando o esquema do modelo de múltiplos fluxos proposto por Kingdon e elaborado por Capella (2005) e adaptado para esta pesquisa.

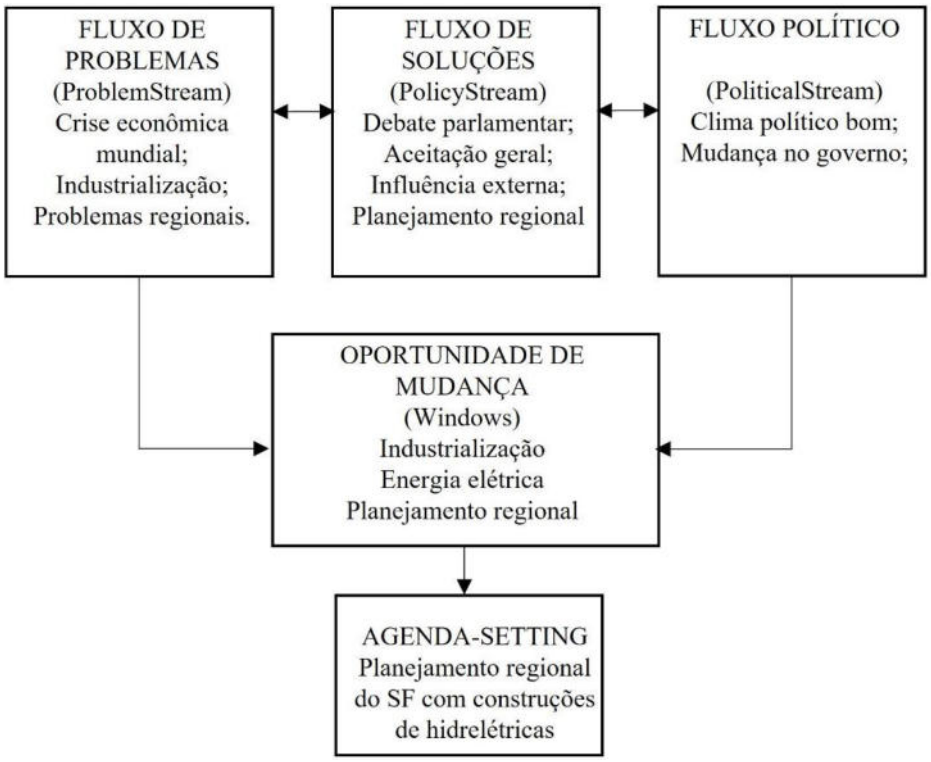


Figura 2: O modelo de múltiplos fluxos do planejamento regional da Chesf. Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Kingdon (2003) e Capella (2005).

3.1 Fluxo de problemas (Figura 2)

No primeiro fluxo, o modelo tem como objetivo fazer uma análise das transformações das questões em problemas, isto é, em que momento estes chamaram a atenção dos formadores da agenda. De acordo com Bresser-Pereira (2014), isso ocorreu por três mecanismos, a saber: 1) os indicadores informavam que havia financiamento para o plano; 2) a crise econômica mundial foi o evento mais marcante no período, o desenvolvimentismo e a industrialização; 3) existia uma interação entre as políticas do Estado e a sociedade. Esses instrumentos foram utilizados durante formação desta agenda, onde se verificou que havia na década de 1950 uma confluência de financiamentos para a América Latina por parte das agências de fomento internacionais, segundo Silva (2020).

Conforme Silva (2020), o rio São Francisco foi em vários momentos estudado no sentido da resolução dos problemas que atingiram a sua bacia hidrográfica. Os problemas relacionados pelos estudos e planos elaborados ao longo do tempo envolviam os seguintes temas: problemas de navegação, enchentes, secas prolongadas, entre outros, segundo Lopes (1955). Mas apenas a partir da década de 1950 com a advento da industrialização do país, o planejamento do rio foi colocado em pauta e passou a ganhar espaço na agenda governamental, conforme Furtado (1959). O governo federal através do Ministério da Fazenda criou em 1952 o Plano Geral de Industrialização do Brasil com o objetivo de promover o desenvolvimento, incrementando a produção de energia elétrica e a expansão dos transportes e comunicações, segundo De Paula (2012).

Assim, segundo Bresser-Pereira (2014), o clima político era favorável à formação de agendas voltadas para a industrialização de forma acelerada, criando um mercado consumidor robusto e que desse um *feedback* ao novo paradigma. Daí, "a produção de energia elétrica e a apropriação do meio ambiente para fins industriais foram utilizados como pontas de lança" (DE PAULA, p.254, 2012).

3.2 O fluxo de soluções (Figura 2)

No fluxo de soluções ou das alternativas, o modelo destaca o processo de seleção de alternativas e soluções. A ideia que se mostrou mais viável financeira e tecnicamente foi a que se espelhava na TVA. Segundo Vianna (2012), esta teve aceitação tanto do público em geral, inclusive dos especialistas e dos formuladores de políticas. A solução privilegiou a emergência e a consolidação do ideário de industrialização e de desenvolvimento. Este ideário, segundo De Paula (2012), que analisou os debates parlamentares da CVSF, atendia, além dos interesses externos, atendia também aos inúmeros interesses internos, como por exemplos, os interesses das classes agrárias e urbanas.

As soluções dos problemas trazidas pela Chesf envolviam a racionalização e planejamento aplicados a uma bacia hidrográfica, envolvendo as áreas urbanas e rurais. Conforme Silva (2020), as soluções estavam vinculadas aos recursos naturais, utilizando todo arsenal científico disponível próprio da era industrial. Segundo De Paula (2010), o ideário de planejamento utilizava o conceito de região e de domínio das águas, prometendo resolver definitivamente os problemas que afetavam o rio, como as enchentes, a navegação, a irrigação e acrescentado a demanda da geração de energia elétrica.

Para Silva (2020), tais projetos para o Vale do São Francisco eram inspirados no ideário norte-americano de *pioneerfringe*, situação em que há intervenções diante da estagnação de algumas frentes de deslocamento em detrimento de outras. Tal estagnação somente cessa quando encontra um progresso técnico ou evolução cultural que lhe permita ter um bom aproveitamento econômico. Para ele, essa ideia constituiu-se no fundamento da proposta de utilização de recursos energéticos, minerais e agrícolas. Para isso, Lopes (1955) analisou e rendeu tributos aos projetos norte-americanos de intervenção no Vale do Tennessee, executado pela TVA, sua grande inspiração. E Lopes (1955) também se utilizou de outros parâmetros como planos de recuperação de regiões retardadas, citando empreendimentos na China, Índia, México e Pérsia.

Na visão do plano geral da TVA o controle das enchentes ou a proteção das cidades, das indústrias e das lavoras contra seus efeitos era uma condição primeira para qualquer tentativa de desenvolvimento econômico nas margens dos rios, conforme Vianna (2012). De fato,

conforme Lopes (1953), quase todas as cidades do médio e do baixo São Francisco, como também as do rio Tennessee, nos EUA, sofriam inundações periódicas que ocasionavam enormes prejuízos materiais e afugentam as indústrias e as atividades econômicas mais estáveis. Então, conforme esses planos, o controle das enchentes com a eliminação dos excessos que ocasionavam os transbordamentos era um objetivo essencial ao progresso das cidades marginais desses rios.

Quanto ao problema do tirante de navegação apesar de ser o rio notável via de transportes fluviais, apresentavam deficiências graves em face das exigências de um tráfego moderno, conforme Silva (2020). Os problemas advêm em consequência dos regimes hidrológicos, dificultando a passagem dos barcos. O aproveitamento hidrelétrico, por sua vez, conforme Furtado (1959), estão vinculados não apenas aos planos regionais em si, mas relacionados aos planos estatais, que tinha como metas a industrialização das regiões.

Segundo Brandão (2007), o modelo adotado considerou preponderantemente a política de desenvolvimento da nação, desrespeitando as escalas locais. Sendo assim, Brandão (2007) sustenta que tais planos transformaram os padrões de sociabilidade do Brasil. O modelo de solução de planejamento regional adotado na bacia do rio São Francisco tinha esse caráter impositivo, que Brandão (2007) aponta nos estudos, isto é, o modelo considerou a produção de energia elétrica como um objetivo importante, que deveria ser mantido a todo custo, impactando bastante na escala local, modificando a sociabilidade dos territórios locais. Brandão (2007) considera que deveriam ter adotado um modelo alternativo, em que o Estado deveria ter levado em conta a heterogeneidade estrutural da bacia no sentido de integrar o mercado local com o mercado global.

3.3 O fluxo político (Figura 2)

No fluxo político, o humor nacional – questões compartilhadas por diversas pessoas naquele período foi um elemento que exerceu influência sobre a agenda governamental, explicando porque o desenvolvimento e a industrialização foram priorizados em detrimento de outras pautas, Bresser-Perreira (2014). No período que precedeu à mudança da agenda pública da CVSF, segundo De Paula (2012), houve um intenso debate parlamentar para discutir a questão com audiências públicas e participação de pesquisadores sobre o assunto. De Paula (2012) afirma que é possível identificar durante toda a discussão parlamentar sobre os destinos do rio São Francisco, conforme Dutra (1948), que a classe burguesa, mesmo que não totalmente homogênea, defendiam a associação da industrialização com o desenvolvimento, envolvendo aos poucos durante os debates as outras classes sociais.

O desenvolvimento é uma área do conhecimento que oferece enorme variedade de abordagens práticas e teóricas, que se renovam constantemente, como também é uma área de disputas e visões interesses diferentes, segundo De Paula (2012). Silva (2020) afirma que o São Francisco por ser considerado o rio da integração nacional, ligando a região Nordeste, Centro-oeste e Sudeste, desde a sua descoberta em 1502, sempre foi objeto de estudo e planos, que visavam a sua exploração e dominação.

Silva (2020) afirma que durante a sua história, as conjunturas foram mudando, mas os planos de desenvolvimento de cada período, prometiam apontar para as soluções definitivas para os denominados problemas do vale, como a seca, enchentes, falta de infraestrutura e a miséria etc. Porém, De Paula (2012) sustenta que os planos elaborados em cada período omitiam ou ignoravam o longo histórico do rio e dos planos realizados anteriormente, ou seja, a autora

diagnostica a falta de memória e a omissão de informações, reforçando a tese de que esse gesto remete às estratégias de poder. Ela afirma que o apelo desenvolvimentista em função da seca do Nordeste ou potencialidades do rio denota a expansão do capitalismo, que pretendia se expandir mais ainda suas fronteiras.

Os representantes do Estado estavam mais inclinados a resolver os problemas considerados entraves para o desenvolvimento do país, como problemas de infraestrutura, energia elétrica e transportes. Mas por outro lado, nesse período (década de 1940), os agentes do Estado também objetivavam a redemocratização política do país com o fortalecimento de partidos políticos. Outro evento político importante foi as eleições presidenciais e para a Assembleia Nacional Constituinte, em 1945. "Na Carta aprovada conservavam-se aspectos intervencionistas, mas eliminando-se os dispositivos corporativistas daquela de 1937" (DE PAULA, 2012. P. 240). Os recursos naturais e sua exploração foi tema de debates entre nacionalistas e aqueles mais inclinados ao capital internacional. A criação da Chesf aconteceu como consequência desses debates. A Chesf era a responsável pela implantação das hidrelétricas e as obras causadas pelo impacto social e ambiental.

3.4 Oportunidades de mudança (Figura 2)

Conforme Trevisani & Al. (2012) a mudança de agenda depende de oportunidades ou algum acontecimento que podem atrair a atenção dos formuladores das políticas e promover tal alteração. A janela de oportunidades tem como característica a transitoriedade, ou seja, existem momentos quando os três fluxos: problemas, soluções e fluxo político convergem provocando a mudança na agenda decisória.

O período de formulação da agenda da bacia do São Francisco foi muito longo. Segundo Silva (2020), o rio sempre foi objeto de vários planos, mas a agenda não conseguia ser formada. Silva (2020) afirma que naquele momento quando a autarquia foi criada e os planos foram aprovados, houve a convergência dos três fluxos – problemas (desenvolvimento da bacia hidrográfica), soluções (planos regionais e setoriais) e clima político favorável (comprometimento dos políticos com o desenvolvimentismo e a industrialização) – gerando oportunidade de mudança da agenda decisória (criação da Chesf e os planos regionais).

4 CONCLUSÃO

O rio São Francisco desde o século XIX foi alvo de vários estudos, expedições e planos para desenvolver a sua bacia hidrográfica, entretanto, a formação da agenda não acontecia, não havia convergência de fluxos decisórios e a janela de oportunidades não se abria. Como pode-se observar no esquema de múltiplos fluxos da formação da agenda (Figura 2), houve uma convergência do problema do desenvolvimento regional do vale (seca, enchente, saneamento, navegação etc.) com o problema da produção de energia elétrica, que era um problema do Brasil, por causa da agenda desenvolvimentista, que demandava a industrialização do país. Daí, nota-se que o planejamento regional aconteceu mais em função das construções de hidrelétrica do que em função dos problemas existentes na região.

Portanto, aconteceu o que alguns autores denominam de planejamento setorial ou seccional, ou seja, um planejamento voltado para um setor específico da economia considerado prioritário. O recorte territorial em questão era a área da hidrelétrica (região), onde estava se produzindo energia e o planejamento tinha que vir para minimizar os impactos causados pelo enchimento dos reservatórios, invadindo zonas rurais e urbanas. Esse tipo de planejamento

era considerado mais realista, mais prático para o Brasil, daí, havia uma disputa entre esta solução de planejamento (setorial) e a solução de planejamento integral, sustentada pela CEPAL, defendida também por Furtado (1959) e outros pesquisadores e intelectuais nos anos 50. Este embate ocupava a agenda pública tanto no fluxo de soluções, como no fluxo político (Figura 2).

Houve bastante crítica ao modelo de solução de planejamento regional adotado no país principalmente quando foram implementados os grandes projetos para produção de energia elétrica, desrespeitando as escalas territoriais, em que a escala local foi prejudicada em favor da escala global ou escala única. Pode-se verificar que não se pode ignorar a dimensão espacial no planejamento do território, existem hierarquias de escalas (regional, urbana, territorial e local), que não podem ser suprimidas de forma mecânica e indiscriminada, como aconteceu na bacia do rio São Francisco.

Vale ainda salientar que as influências externas influenciaram bastante no fluxo de soluções para a implementação dos planos regionais, além da crise econômica mundial, aconteceram em relação às consultorias norte-americanas, que ocorreram em diversas formas, seja através das chamadas missões americanas ou consultorias isoladas. Outra influência importante para a definição da agenda foi a experiência prática do vale do Tennessee (TVA) nos Estados Unidos, conforme já foi citada anteriormente. Daí percebe-se a mercantilização também de um modelo de planejamento baseado em empreendimentos de diferentes espacialidades. Portanto, esta pesquisa contribui para preencher a lacuna da falta de estudos sobre a formação da agenda pública do planejamento regional no Brasil e na bacia do rio São Francisco.

5 REFERÊNCIAS

Bielschowsky, R. (1996) Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo. **Contraponto**, 3ª ed. Rio de Janeiro, p. 111-112.

Brandão, C. (2007) **Território e Desenvolvimento**: As múltiplas escalas entre local e global. Campinas: Editora da Unicamp.

Bresser-Pereira, L. C. (2014) **A construção política do Brasil**. Editora 34, São Paulo.

Capella, A. C. N. (2007) Perspectivas teóricas sobre o processo de formulação de políticas públicas. In: HOCHMAN, G. et al. (Org.). **Políticas públicas no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz. p. 87-121.

De Paula, D. A. (2012) Estado brasileiro e desenvolvimento regional: o debate parlamentar na constituição da Comissão do Vale do São Francisco (1946-1948). **Revista de História Regional.**

De Paula, D. A. (2010) A Comissão do Vale do São Francisco: Planejamento E Política Pública nas Décadas de 1940-1950. Trabalho apresentado no **VI Simpósio Nacional Estado e Poder: Cultura**, Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão.

Dutra, G. (1948). **Lei 541**, Cria a Comissão do Vale do São Francisco.

Dreifuss, R. A. (1981) 1964: **A conquista do estado**: ação política, poder e golpe de classe. Vozer, Petropolis.

Dutra, E. G. (1950) Mensagem de 1948. Sentido do aproveitamento do São Francisco. In: Brasil. Presidência da República. Comissão do Vale Do São Francisco. Plano Geral para o aproveitamento econômico do Vale do São Francisco. Rio de Janeiro: **Departamento de Imprensa Nacional**.

Furtado, C. (1959) **Formação econômica do Brasil**. Paz e Terra, Rio de Janeiro.

Gardin, C. (2009) **CIBPU A Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai no Planejamento Regional Brasileiro** (1951-1972). Editora UFGD Dourados, Mato Grosso do Sul.

Gottems, L. B. D., Pires, M. R. G. M., Calmon, P. C. Du P. e Alves, D. A. (2013) O modelo dos múltiplos fluxos de Kingdon na análise de políticas de saúde: aplicabilidades, contribuições e limites. **Saúde Soc.** São Paulo, 22 (2), p.511-520.

Geddes, P. (1915) **Cities in Evolution**. Williams e Norgate, London.

Hall, P. (1988) Cidades do amanhã. **Perspectiva**, São Paulo.

Ianni, O. (1971) **Estado e Planejamento Econômico no Brasil (1930-1970)**. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro.

Kingdon, J. W. (2003) Agendas, alternativas and public policies. 2. **ed. Ann Arbor**, University of Michigan.

Lopes, L. (1955) **O Vale do São Francisco**. Ministério de Viação e Obras Públicas, Serviço de Documentação, Rio de Janeiro.

Silva, A. W. F. da. **Do plano da região ao traçado urbano**: A experiência de planejamento regional integrado da Chesf. Novas edições acadêmicas, Beau Bassin, 2020.

Trevisani, J. D., Burlandy L. e Jaime. P. C. (2012) Fluxos Decisórios na Formulação das Condicionalidades de Saúde do Programa Bolsa Família. **Saúde Soc.** São Paulo, 21 (2), p.492-509.

Vargas, G. (1945). **Decretos nº 8.031; nº 8.032; nº 19.706**. Autoriza a organização da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco.

Vianna, M. P. (2012) Da edificação ao traçado urbano: a experiência de planejamento regional integrado na CESP. **Tese de doutorado defendida na USP**. São Carlos.

AS FORÇAS SOCIAIS, ECONÔMICAS E POLÍTICAS DA URBANIZAÇÃO PERIFÉRICA: TRANSFORMAÇÕES EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM LONDRINA-PR.

T. G. Souza, V.L.T. Suguihiro

RESUMO

Nos últimos anos, verifica-se a tendência de implantação de Habitação de Interesse Social (HIS) nas periferias das cidades brasileiras, em áreas carentes de políticas públicas. A criação do Programa Minha Casa, Minha Vida em 2009 aumentou a parcela da população atendida pelas políticas habitacionais, reproduzindo o padrão periférico. A reconstituição do processo de implantação e consolidação de HIS tem como objetivo identificar as forças sociais, econômicas e políticas e os elementos urbanos implicados na urbanização de um bairro periférico implantado por políticas públicas. O material empírico da pesquisa foi obtido por meio de incursões exploratórias ao território e pela realização de entrevistas semiestruturadas com moradores do bairro. Os resultados da pesquisa de campo indicam que a consolidação dos territórios periféricos resulta da participação de atores locais, através das suas interações com as forças responsáveis pela produção do espaço urbano.

1 INTRODUÇÃO

Na cidade de Londrina, estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil, foi construído entre os anos de 2011 e 2012 o Residencial Vista Bela, maior empreendimento do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) na época de sua implantação. Lançado em 2009, na esteira das iniciativas do Governo Federal para atender as demandas urgentes da classe trabalhadora do país, e frente ao crescente déficit habitacional no Brasil, o PMCMV é fortemente inspirado nas experiências de política habitacional chilena e mexicana (Rolnik, 2015). Algumas das características desses empreendimentos são a ausência de espaços de consumo e de trabalho (Rizek, 2016), a baixa qualidade dos espaços livres de uso público (Ayoub, 2014) e a baixa qualidade arquitetônica dos projetos, refletindo as prioridades e interesses do mercado imobiliário (Ayoub, 2019).

A Habitação de Interesse Social (HIS) reproduz a segregação urbana e intensifica a estigmatização social das populações que vivem em territórios periféricos das cidades brasileiras. A pesquisa apresentada trata de identificar as alterações físicas no local, como a criação de pontos de comércio e de serviços (Vicentim, 2015) e reformas para atendimento de necessidades individuais dos moradores do bairro (Theophilo, 2014). Considerando a diferença entre as precariedades iniciais e as transformações físicas que levaram o Residencial Vista Bela à sua condição atual, entendemos que somente o processo de construção e implantação de HIS não determina a consolidação dos bairros em territórios periféricos.

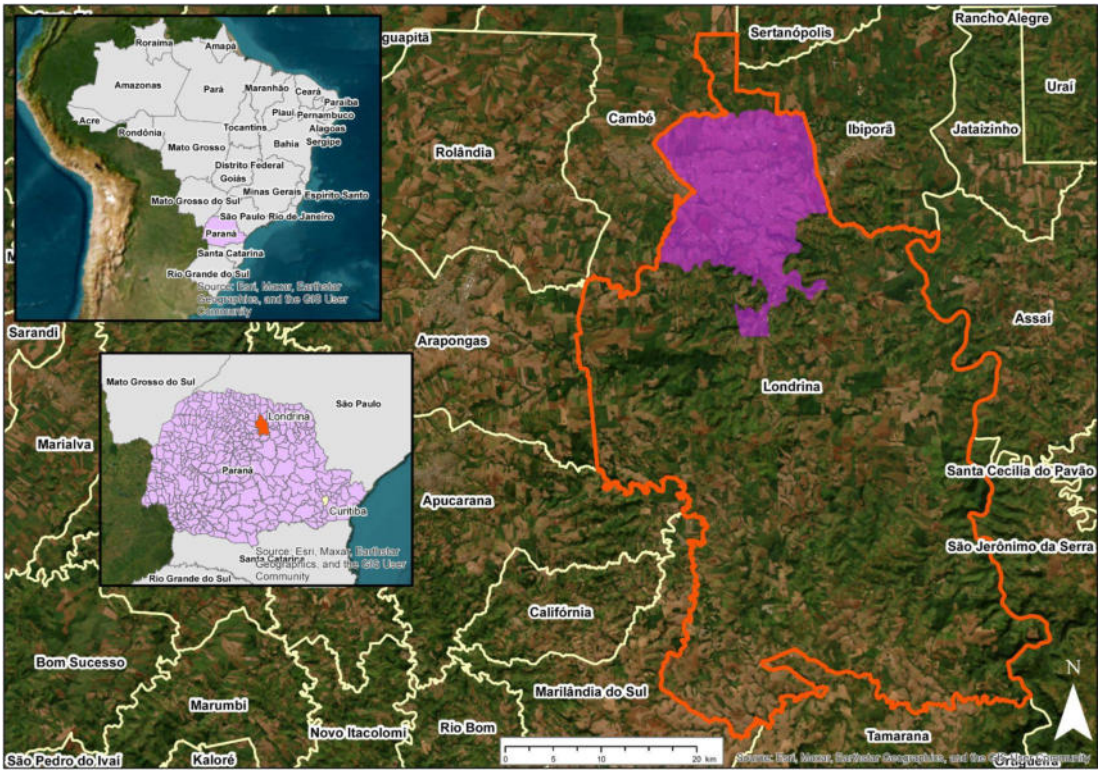


Fig. 1 Localização da cidade de Londrina (IBGE, 2023, modificado pelo autor)

O objetivo deste trabalho de pesquisa no Residencial Vista Bela é reconstituir o processo de implantação e consolidação de Habitação de Interesse Social definido por meio de políticas públicas, para identificar e caracterizar as forças sociais, econômicas e políticas e os elementos urbanos implicados na urbanização de um território periférico. A partir da contextualização do território e da caracterização das alterações realizadas no Vista Bela ao longo dos anos, é possível identificar como essa transformação se relaciona com as necessidades dos moradores no processo de consolidação do bairro.

Os instrumentos metodológicos serão aplicados à pesquisa para identificar e caracterizar as forças sociais, econômicas e políticas que atuam na urbanização de um território periférico implantado por meio de políticas públicas de Habitação de Interesse Social. A pesquisa se desenvolveu a partir de consultas bibliográficas e do trabalho de campo. Nas consultas bibliográficas, as normas que definiram a implantação do Residencial Vista Bela foram identificadas a partir da leitura de trabalhos sobre o assunto e consulta às legislações que fundamentaram a implantação do bairro.

O trabalho de campo de caráter qualitativo se dividiu em incursões de pesquisa exploratória e entrevistas semiestruturadas. As incursões exploratórias buscaram identificar os elementos urbanos que caracterizam a consolidação do bairro. Para identificar as forças sociais, econômicas e políticas que atuam no território, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com atores locais, ou seja, pessoas que moram, trabalham e vivem o cotidiano do Residencial Vista Bela. O recrutamento nas entrevistas consistiu no levantamento dos atores locais para participar da pesquisa, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O material empírico da pesquisa foi obtido entre outubro de 2023 e abril de 2024.

2 IMPLANTAÇÃO DO RESIDENCIAL VISTA BELA

O Residencial Vista Bela foi um dos primeiros empreendimentos do PMCMV no Brasil, com o maior número de unidades habitacionais construídas entre os anos de 2011 e 2012. O empreendimento possui 17 ruas, 31 quadras e 2.712 moradias, sendo 1.272 casas térreas geminadas de 35 m² e 1.440 apartamentos de 42 m² distribuídos em 90 edifícios, divididos em 7 condomínios verticais. A origem do Residencial Vista Bela está relacionada com o lançamento do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) em 2009. Nesse mesmo período, foi aprovado pela Prefeitura de Londrina um parcelamento de grandes dimensões em área localizada no limite da malha urbana, região Norte da cidade. Os lotes resultantes do parcelamento foram adquiridos por três construtoras - Protenge, Terra Nova e Artenge - que formaram um consórcio para participar da construção das unidades habitacionais do PMCMV. O consórcio entre as três construtoras se revelou um artifício para contornar uma restrição do PMCMV, que impunha um limite de 500 unidades habitacionais por empreendimento, como meio de evitar grandes aglomerações populacionais (Zanon *et al.*, 2015, p.209). Ao ultrapassar o limite do programa, o consórcio do Residencial Vista Bela obteve maior aproveitamento das áreas, reduzindo custos e conquistando maior lucro a partir da estandardização da produção.

A distribuição das unidades habitacionais que formam o Residencial Vista Bela foi realizada a partir de critérios nacionais e municipais. Os critérios nacionais, conforme as regras do PMCMV, definiram que as famílias atendidas deveriam estar desabrigadas ou ser residentes de áreas de risco ou insalubres; ter como responsável da unidade familiar uma mulher; ter pessoas idosas ou pessoas com deficiência; e ter renda mensal familiar de até 03 salários-mínimos. Dentre os critérios municipais, deveria ser atendido o princípio da territorialidade, com famílias residentes até 2,5km de distância do empreendimento, com residência fixa no município de Londrina nos últimos 05 anos e famílias em situação de vulnerabilidade social com acompanhamento pelas políticas públicas do município (Pagani, 2016, p.135). O cadastramento e seleção das famílias a serem atendidas ficou sob responsabilidade da Companhia de Habitação de Londrina. De acordo com o Plano Local de Habitação de Interesse Social de Londrina, formulado pelo Executivo Municipal, as famílias destinadas ao Residencial Vista Bela vieram de mais de 150 bairros de todas as regiões da cidade (PLHIS, 2011). Essa migração forçada levou para um mesmo território famílias com diferentes origens, culturas, histórias e vivências. O contexto de formação social do Vista Bela é, portanto, o de famílias pobres oriundas em grande parte de ocupações irregulares, advindas de todas as regiões de Londrina, em sua maioria chefiada por mulheres negras (Passini, 2023, p.4), de baixa renda, realocadas para uma área periférica da cidade, sem os equipamentos públicos e serviços urbanos necessários para acesso ao direito à cidade e aos demais direitos sociais.

Segundo Ayoub e Faraco (2019), a prática predominante no contexto habitacional de Londrina é a de remoção das famílias de assentamentos irregulares para conjuntos habitacionais periféricos. Esse processo de provisão de moradia pelo poder público direcionou a lógica do crescimento urbano para a região Norte de Londrina, em territórios distantes do centro da cidade, sem infraestrutura e rede de serviços públicos, o que acaba por reforçar a exclusão da população de baixa renda no território periférico da cidade. A tipologia com gestão condominial é sintoma da verticalização das periferias e reflete os interesses do mercado imobiliário, que prioriza a quantidade em detrimento da qualidade, encontrando resistência por parte dos moradores não habituados com essa condição de moradia (Ayoub, 2019).

No aspecto de sua localização, o Residencial Vista Bela seguiu e reforçou um padrão que tem sido observado na cidade desde os anos 1970, quando foram implantados os primeiros conjuntos habitacionais em Londrina com recursos do Banco Nacional da Habitação (BNH).

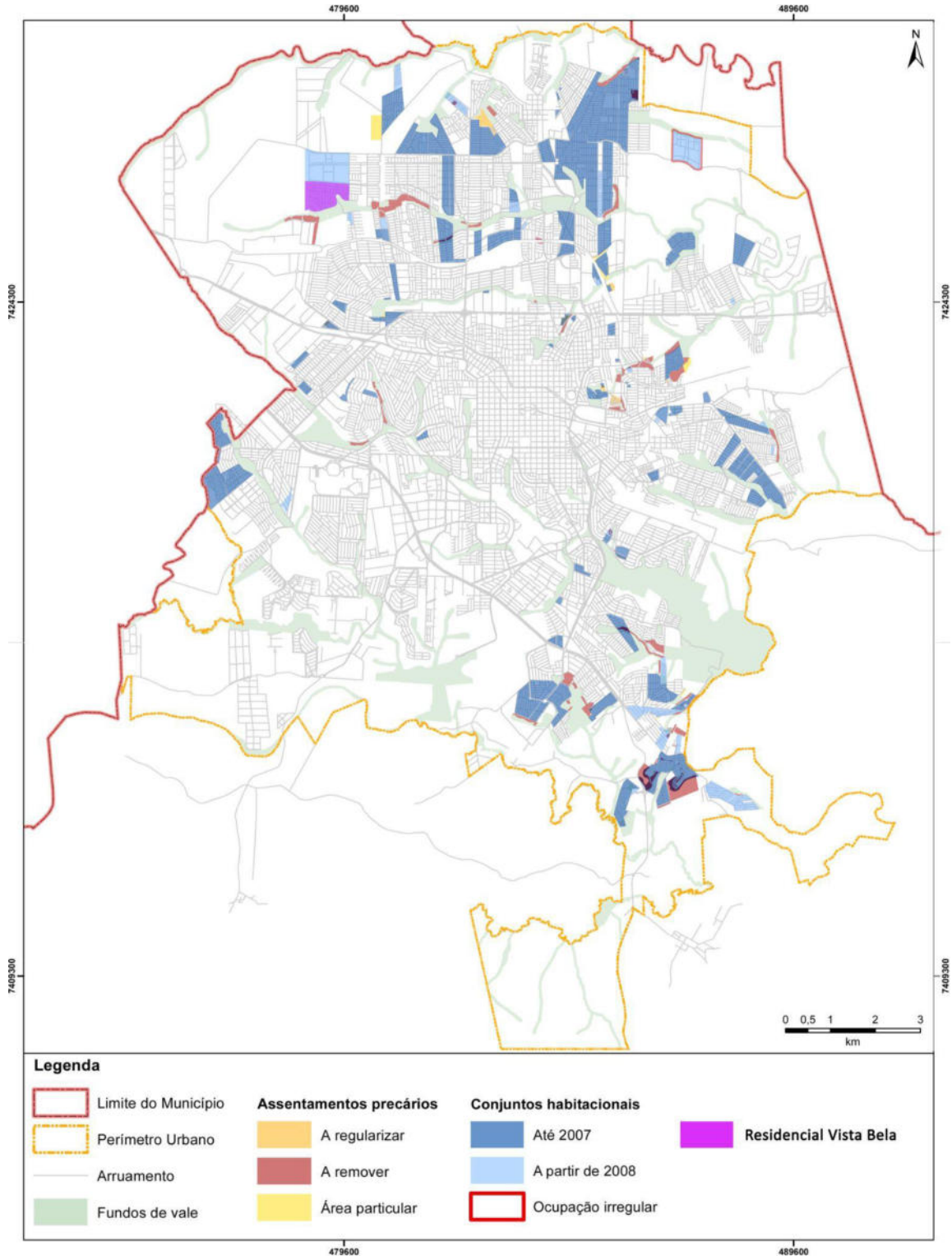


Fig.2 Conjuntos habitacionais na cidade de Londrina (IPPUL, 2022, modificado pelo autor)

Historicamente, a implantação de Habitação de Interesse Social em Londrina não confronta os padrões de uso e ocupação do solo excludentes, pelo contrário, só fortalece a segregação espacial. Em relação aos outros empreendimentos de Habitação de Interesse Social implantados em Londrina nas décadas passadas, no PMCMV o fluxo operacional com doação do terreno pelo Estado ou pelo município foi substituído pelo de terrenos adquiridos por construtoras. Essa condição resultou num imenso privilégio para os agentes privados, pois à medida que as construtoras investem na aquisição de lotes urbanos, passam a ter propriedade no controle sobre a política urbana e influenciam no direcionamento da expansão e reordenamento das cidades. O formato de implantação do Residencial Vista Bela torna evidente o conflito entre o interesse público pela diminuição do déficit habitacional e o interesse privado que busca a maximização dos lucros.

O Residencial Vista Bela apresenta problemas comuns aos empreendimentos implantados através do PMCMV, como: desconexão com a malha urbana existente e condições precárias de infraestrutura e acessibilidade aos transportes e serviços; ausência de espaços de consumo, de trabalho e de equipamentos urbanos em geral; baixa qualidade do espaços livres de uso público; baixa qualidade da produção arquitetônica, padronização excessiva e monofuncionalidade.



Fig. 3 Visão geral do Residencial Vista Bela (Protenge Engenharia, 2011)

O caso do Residencial Vista Bela se assemelha a outros conhecidos no Brasil, no contexto do Programa Minha Casa, Minha Vida. Segundo Rolnik (2015, p.307), muitos municípios abandonaram suas políticas habitacionais para apenas "rodar" o programa, pois na forma como o PMCMV foi planejado os governos locais se desobrigaram de destinar recursos orçamentários para ações na área de habitação, nem se preocuparam mais em viabilizar os projetos. A única condição exigida para que os municípios pudessem distribuir as unidades habitacionais era manter um cadastro habitacional atualizado. Ao delegar essa indicação da demanda ao município, o PMCMV permitiu a manutenção das velhas gramáticas políticas de interação entre poder público e eleitores no plano local, segundo a qual a distribuição de benefícios constitui importante ativo para atrair capital político (ibid., p.308).

Segundo Maricato (2015), o PMCMV possibilitou a transferência de recursos públicos para a iniciativa privada e colocou o fundo público em disputa entre os agentes privados que se interessam pela terra urbana enquanto mercadoria e aqueles que demandam a efetivação do direito à moradia e direito à cidade por meio da implantação de políticas habitacionais de interesse social. Fundamentado no protagonismo do setor privado e subsidiado por meio de recursos públicos, o PMCMV pode ser caracterizado como exemplo de um quase-mercado por meio da ação do Estado. A produção da mercadoria imobiliária fica a cargo da iniciativa privada e a realização dessa mercadoria, por sua vez, é garantida pelo poder público. Segundo Pereira e Palladini (2018, p.888), nesse formato as construtoras são amplamente beneficiadas, não correndo o risco de inadimplência, na medida em que é absorvido pelos fundos públicos que financiam a compra das unidades habitacionais, subsidiados pelos Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) e Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS).

O PMCMV foi considerado bem-sucedido por grupos políticos e setores econômicos, devido ao aquecimento do mercado imobiliário e a viabilização eleitoral de setores partidários com a produção das unidades habitacionais. No entanto, após a entrega das unidades habitacionais, acumularam-se problemas e denúncias de todo tipo: deficiências construtivas das casas e prédios, terrenos e unidades habitacionais incompatíveis com a realidade das famílias numerosas, comercialização e especulação imobiliária na região, falta de oportunidades de trabalho na localidade e falta de infraestrutura urbana e de serviços públicos para atendimento da população.

Quando foi concluído, em 2012, o Residencial Vista Bela não contava com escola, creche, posto de saúde e espaços para lazer. De acordo com Passini (2023, p.4), as dificuldades primárias na formação do bairro tinham relação com a mobilidade urbana, creches e escolas, a alimentação das crianças e os atendimentos na área da saúde. No primeiro ano do Residencial Vista Bela, o bairro vivenciou problemas relacionados à violência urbana, presença do tráfico de drogas, repressão policial, assédios, tiroteios e assassinatos.

Os equipamentos públicos só chegaram ao bairro anos depois da entrega das últimas unidades. A Unidade Básica de Saúde (UBS), que presta assistência gratuita às mais diversas condições médicas e independentemente de idade, foi entregue em 2015. A construção da Escola Estadual Vista Bela, com capacidade para 1.700 alunos, só teve início em 2016, e mais de 5 anos tinham se passado após a chegada dos primeiros moradores no bairro. Zanon (2018, p.55) observa que as condições de localização dos equipamentos são inadequadas e o atendimento é bastante precário. A Escola Estadual Vista Bela fica a uma distância de 500 metros e a Unidade Básica de Saúde fica a 800 metros do centro do bairro.

Um aspecto muito importante desde o início do Residencial Vista Bela foi a criação de pontos de comércio a partir da adaptação das residências unifamiliares que compõem a maioria das quadras do bairro. Vicentim (2015) relata um aumento de 300% no número de comércios no intervalo de tempo compreendido entre outubro de 2012 e dezembro de 2013. As alterações realizadas pelos moradores não se limitaram às adaptações para criação de pontos comerciais, mas também para atendimento de necessidades dentro das próprias unidades residenciais. Theophilo (2014, p.89) aponta que menos de um ano após a entrega das últimas unidades 90% das casas já haviam passado por reformas ou ampliações para atendimento das necessidades específicas dos seus moradores e para melhoria ou adaptação da casa no contexto da acessibilidade.

3 TRABALHO DE CAMPO: O VISTA BELA HOJE

O Residencial Vista Bela, cuja entrega dos últimos conjuntos de prédios ocorreu em 2012, carrega uma década de histórias e vivências, considerando que muitas das evidências levantadas são decorrentes do processo de desenvolvimento tanto do espaço físico como das relações sociais das comunidades. A pesquisa de campo busca material empírico para fundamentar a reconstituição do processo de implantação e consolidação de Habitação de Interesse Social nas periferias da cidade de Londrina, especificamente do conjunto habitacional Residencial Vista Bela, como estudo de caso, no processo de identificação de instâncias de participação e colaboração dos moradores na construção do bairro. Assim, o processo de incursão e interpretação de resultados constitui a materialidade da fundamentação teórica aplicada ao estudo de caso, ao qual se pretende extrair a contribuição da observação e interação com o campo que, somadas as descobertas no processo de pesquisa no Residencial Vista Bela, seja possível a reconstituição da implantação e consolidação do bairro implantado por políticas públicas de Habitação de Interesse Social em um território periférico de Londrina.

3.1 Incursões exploratórias da investigação

A transformação mais frequente nas casas é a sua adaptação para usos diversos do residencial: mercado, bar, culto evangélico, comércio e serviços em geral. Uma grande quantidade de casas foram adaptadas para uso como local de culto evangélico. Essa situação ocorre em diversas partes do Vista Bela, tanto na área central quanto às margens do bairro, forjando um aspecto religioso do bairro. As adaptações das casas chegam a conformar núcleos comerciais, principalmente nas esquinas localizadas nas imediações dos condomínios de prédios.



Fig. 4 Núcleo comercial no Residencial Vista Bela (foto do autor, 2024)

Nos trechos compostos por casas, é uma constante a apropriação das calçadas com mobiliário improvisado: pallets, cadeiras de madeira, bancos de tronco de árvore, cadeiras e mesas de plástico, dificultando a circulação em muitos trechos de calçadas, tanto pela apropriação improvisada quanto pela descontinuidade física de calçamento, implicando no crescimento desordenado de grama e arbustos. Grupos variados reúnem-se para socializar nas calçadas das casas e nos estacionamentos dos conjuntos de prédios, principalmente na entrada dos condomínios, com carroça de lanches, mesas e cadeiras. Também foi observada aglomeração de pessoas nos pontos de distribuidora de bebidas. Outro aspecto observado é a intensa circulação de entregadores em motos, indicando o uso de serviços de entrega por aplicativo no território.

Muitas casas encontram-se em obras, indicando a possibilidade de tratar-se de uma forma de investimento imobiliário que desponta no bairro. Podemos ainda constatar que as casas estão sendo comercializadas, por meio de venda direta com o proprietário. As reformas observadas com maior frequência foram a execução de coberturas que avançam sobre as calçadas e a verticalização dos imóveis originais, em obras consolidadas ou em andamento, e que muitas vezes inclui a construção de uma laje superior que funciona como varanda. Essas modificações acontecem tanto nas casas que foram mantidas para uso residencial quanto naquelas adaptadas para novos usos comerciais e de serviços.



Fig. 5 Reformas nas casas do Residencial Vista Bela (foto do autor, 2024)

É muito frequente o registro de mensagens de pessoas que morrem por causas violentas nos muros do bairro, assim como, de forma mais pontual, recados de cunho religioso. Embora o Vista Bela assuma um aspecto urbano, ainda mantém um aspecto rural, pelo fato de ter a circulação de animais (cavalos, porcos e galinhas) nas calçadas e terrenos livres do bairro. São características de um tempo anterior que não foram perdidas com a súbita transformação da região no decorrer de poucos anos.

3.2 Entrevistas semiestruturadas

Para a realização das entrevistas semiestruturadas, foi realizado o recrutamento de pessoas voluntárias atendendo aos critérios de temporalidade e representatividade no território. O critério de temporalidade considerou como atores aquelas pessoas que moram desde o início da implantação do condomínio e mais tempo no bairro, entendendo que essas pessoas acompanharam as transformações socioespaciais e potencialmente conhecem e reconhecem as forças que atuaram e atuam na produção do espaço do Vista Bela. Para atender ao critério de representatividade, procurou identificar pessoas com participação ativa na vida do bairro e que reconhecidamente colaboram ou colaboraram na consolidação do território, a partir da atuação em associações e espaços coletivos locais. As entrevistas semiestruturadas foram conduzidas por perguntas norteadoras, organizadas em blocos para facilitar a condução da conversa e o controle do andamento dos tópicos. 1-Perguntas pessoais: Pode contar um pouco da sua história com o Vista Bela? De onde você veio? Quando se mudou para cá? 2-Perguntas gerais: O que mais mudou desde que você veio morar aqui? Para você, o que mais faz falta ao Vista Bela? 3-Questões específicas: Poderia contar um pouco sobre alguns pontos do processo de consolidação do Vista Bela, a verticalização do bairro, comercialização dos imóveis, arborização das calçadas e implantação de equipamentos públicos? Para manter o anonimato das pessoas, foram adotados nome fictícios para elas: Adonis, Adélia, Laura, Maria Fernanda, Ana e Lúcia.

Dentre as principais falas a questão da violência é central nos primeiros tempos do Residencial Vista Bela. Segundo Adonis, o bairro logo recebeu dos seus moradores uma alcunha peculiar: “Vista Bala”. “As pessoas não queriam ficar, vendiam as casas, vendiam por R$5.000, R$2.000. Se já tivesse com muro nos lados, R$8.000,00”. Era comum ver criminosos fugindo da polícia, entre as casas, pois na forma como foi entregue o bairro, não havia nenhum tipo de separação física entre os lotes. As vendas das casas eram irregulares, na medida em que não tinham escritura pois ainda não tinham sido quitadas.

Outro problema identificado era a ausência de equipamentos públicos. O bairro foi entregue sem escolas, sem praças públicas e sem Unidade Básica de Saúde. A Prefeitura realizou um cadastro das crianças do bairro para identificar a demanda de atendimento escolar. No relato de Maria Fernanda, “foi em 2012 e 2013, a Prefeitura veio e fez o cadastro das crianças que moravam no Vista Bela, pra ver a idade, e pra ver quantas eram”. Foi então detectada uma grande necessidade de atendimento para a faixa etária de 0-6 anos. Entretanto, o recorte feito foi de 3-5 anos, o que deixou muitas crianças sem acesso à educação no Residencial Vista Bela. É interessante constatar que, um conjunto de empreendimentos combinados, as unidades habitacionais do Vista Bela foram entregues por etapas, e os primeiros moradores do bairro conviviam com os trabalhadores e as máquinas no local. Lúcia menciona o difícil começo, “as pessoas se mudando e não tinha terminado a obra, ainda estavam construindo os conjuntos. Dava pena de ver o pessoal que vinha trabalhar no canteiro, o ônibus não vinha até aqui”. Nas falas de Adélia e Laura elas relatam que o processo de construção dos muros nas casas e nos condomínios foi uma iniciativa dos próprios moradores para prevenir o uso de seus lotes como “rotas de fuga de bandidos”. Assim, começaram a contrução de muros em variados formatos, com tijolos até cercas de madeira e improvisos com material de demolição.

A implantação das linhas de ônibus e das escolas dentro do bairro e no seu entorno foram aspectos significativos para as mudanças ocorridas no bairro, segundo as falas de Adonis e Maria Fernanda. Em ambos os relatos, essas melhorias estão relacionadas com o

envolvimento de forças políticas locais, a partir de reunião com vereadores que visitaram o Residencial Vista Bela para ouvir a população e discutir suas demandas. Sobre mudanças nas vias estruturantes do bairro, Lúcia relata que na duplicação da avenida principal e arborização realizada nas quadras do entorno, entre os anos de 2017 e 2018, a Secretaria de Meio Ambiente forneceu as mudas de árvores para plantio pelos próprios moradores. Para Ana, essas iniciativas colaboraram na criação de laços de solidariedade entre as pessoas: "Hoje funciona uma mercearia aqui mesmo no condomínio, é bom pra quem tem criança, não precisa sair pra comprar as coisas básicas. E elas vão direitinho, com cartão e tudo, a gente confia". Foi estabelecida uma relação de confiança entre as pessoas que preferem comprar nos estabelecimentos dentro do condominio. Com as mudanças ocorridas ao longo do processo de consolidação com a participação e mobilização dos moradores do bairro, a imagem de um bairro violento tem sido superada. Para Lúcia, as transformações ocorridas no Vista Bela tiveram efeito nas localidades do entorno. "Mudou tudo aqui, o bairro cresceu e inclusive influenciou outros locais como o Santo André, que também ficou mais valorizado. Aqui não tinha mercado, não tinha farmácia, nada, agora já tem". Segundo a Laura, também começou a existir conflito na área. "Não tinha comércio nenhum no bairro. Daí abriram as distribuidoras de bebida, pra trabalhar só com venda, só que aí as pessoas passaram a consumir no local, e começou a dar confusão, até que muitos fecharam".

Mesmo com a formação de núcleos comerciais e o mais recente processo de verticalização, o comércio existente não atende de forma satisfatória a população do Residencial Vista Bela. Adonis destaca a falta de um supermercado de grande porte. Outro problema são os ônibus que não estão adequadamente equipados para atender pessoas com deficiência, considerando que o bairro concentra grande número de pessoas nessa condição. Maria Fernanda menciona que foi protocolado um pedido junto à Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU) e à Câmara de Vereadores de Londrina para melhorar a circulação das linhas pelo bairro. "Têm muitos condomínios novos lá pra cima e desviaram as rotas do ônibus para atender esse novo público. Aumentaram a demanda mas não aumentaram a oferta". A entrevistada menciona ainda as carências nas áreas de educação, esporte e lazer, e a necessidade de implantação de equipamentos públicos para atender a população do bairro, nas diversas idades. Diz que "falta melhorar a oferta de vagas de ensino infantil e a implantação das praças no bairro, porque os terrenos ficaram desocupados ou com ocupação irregular". Ana alerta sobre a falta de equipamentos comunitários para atender jovens na faixa etária dos 16-17 anos, assim como a necessidade de ensino técnico profissionalizante, "por ser uma idade perigosa para os jovens, que muitas vezes são seduzidos pelo crime".

De forma geral, pode ser observado que as pessoas têm mais facilidade em falar de certos aspectos do bairro, principalmente o que mais mudou e o que mais faz falta ao Residencial Vista Bela. Considerando o critério de antiguidade na etapa de recrutamento, constata-se que as pessoas entrevistadas forneceram informações relevantes sobre os anos iniciais do Residencial Vista Bela, contribuindo sobre as transformações que ocorreram no processo de sua conformação e consolidação urbana atual. Ao longo das entrevistas, todas participantes indicaram uma necessidade que poderia ser caracterizada como redes de solidariedade para auxiliar na melhoria das condições de vida das pessoas que moram no bairro. É a formação das associações e coletividades que se solidarizam nas necessidades, nas lutas e nas conquistas para melhorias no território para a melhoria da qualidade de vida dos moradores do Residencial Vista Bela.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A configuração urbana dos territórios periféricos não é apenas resultado da ação política do poder público, de suas institucionalidades, tampouco do controle econômico e das forças de produção associadas às cidades no capitalismo de mercado. São consequência direta das forças sociais que atuam no espaço urbano. A formação da população do Vista Bela é resultado de um processo de desterritorialização, no qual um grande contingente de pessoas que se encontravam em situações precárias de moradia, vivendo em ocupações irregulares nos fundos de vale e em áreas de preservação ambiental da cidade de Londrina, foram obrigadas a abandonar seus territórios de origem. A junção forçada dessas pessoas levou à desistência de muitas delas, que preferiram voltar ao local de origem, mesmo com todas as dificuldades que caracterizam esses locais. Para as pessoas que permaneceram, o grande desafio foi conviver com a carência de infraestrutura, uma vez que o bairro foi implantado sem fornecimento de serviços urbanos básicos como creches, escolas, unidades de saúde e sistema de transportes, desprovido de políticas sociais públicas básicas. Assim, o Residencial Vista Bela é marcado desde o início de sua formação por iniciativas individuais e coletivas para superação dessa condição de precariedade.

O trabalho de pesquisa de campo permitiu evidenciar como elemento fundante para sua transformação a participação social no processo de urbanização do bairro periférico. A superação do quadro inicial, com todas as suas carências, se deu pela força da mobilização social em torno das pautas criadas a partir de suas necessidades sentidas e organizadas coletivamente. As formas de sociabilidade contempladas durante as incursões exploratórias também apontam para um senso de pertencimento que se fortalece frente às dificuldades iniciais ocasionadas pelo processo de desterritorialização. Resulta dessas observações a forte presença de atores sociais, a subjetivação das lutas populares e das conquistas sociais em um contexto local, sob a perspectiva do território periférico. Do ponto de vista da população que vive nos bairros resultantes dos projetos de Habitação de Interesse Social, as observações registradas neste trabalho apontam para uma constante resistência da população, assentada na formação de uma identidade local com valores próprios, de modo a responder às necessidades dessa população periférica. Segundo Maricato (2019, p.169), "não é possível reverter o rumo do crescimento das cidades sem reverter os rumos das relações sociais". Os resultados da incursão ao Residencial Vista Bela e interlocução com seus moradores apontam para a importância da mobilização social e política, evidenciando a necessidade do fortalecimento do controle social na implantação de Políticas Públicas de Habitação de Interesse Social nas periferias urbanas.

5 REFERÊNCIAS

Ayoub, T. A. A. (2014) **Conjuntos habitacionais e espaços livres: correlações socioespaciais e orientações projetuais**, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Ayoub, T. A. A. (2019) **Programas habitacionais e a gestão dos ilegalismos: regularização fundiária e remoção em Londrina-PR**, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos.

Ayoub, T. A. A. e Faraco, J. L. (2019) Análise da implantação de Zonas Especiais de Habitação de Interesse Social em municípios integrantes das Regiões Metropolitanas de Londrina e Maringá, **Anais XVIII ENANPUR**. 27-31 May 2019.

Companhia de Habitação de Londrina (2011) **Plano local de habitação de interesse social**, Cohab-LD, Londrina.

Maricato, E. (2015) **Para entender a crise urbana**, Expressão Popular, São Paulo.

Maricato, E. (2019) As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias, in O. Arantes, C. Vainer e E. Maricato (eds.) **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**, Vozes, Petrópolis.

Pagani, E. B. S. (2013) Território, desigualdade e cidadania: o Programa Minha Casa, Minha Vida em Londrina, **Serviço Social em Revista**, 16(1), 89-113.

Passini, F. M. e Zampar, B. (2023) Luta comunitária e direito à saúde: experiências sobre a conquista da Unidade Básica de Saúde no Vista Bela, **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, 18(45), 3883.

Pereira, A. L. e Palladini, G. (2018) Parceria público-privada para construção de moradia popular: fundamentos institucionais para a expansão do mercado de habitação em São Paulo, **Cadernos Metrópole**, 20(43), 879-903.

Rizek, C. S. (2016) A produção da cidade e de suas representações: das ideias clássicas às inflexões recentes, in R. Rolnik e A. Fernandes (eds.), **Cidades: Ensaios brasileiros contemporâneos**, Funarte, Rio de Janeiro.

Rolnik, R. (2015) **Guerra dos lugares: A colonização da terra e da moradia na era das finanças**, Boitempo, São Paulo.

Theophilo, A. Z. (2014) **Requisitos de acessibilidade em empreendimentos de habitação de interesse social: um estudo de caso no Residencial Vista Bela em Londrina-PR**, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Vicentim, T. N. (2015) **Análise do comércio e serviço nos empreendimentos do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV): estudo de caso do Residencial Vista Bela - Londrina-PR**, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Zanon, E. R. (2018) Observar e discutir a cidade através do perfil socioeconômico de três realidades em Londrina, in J. M. A. Alves, L. M. B. Lanza e W. R. Amaral, W. R. (eds.), **A lógica territorial na gestão das políticas sociais**, EDUEL, Londrina.

Zanon, E. R., Cordeiro, S. M. e Junior, M. E. A. (2015) Avaliação das políticas habitacionais na Região Metropolitana de Londrina-PR, **Serviço Social em Revista**, 18(1), 194-218.

URBAN LAND USE MODELING: VON THUNEN'S *ISOLATED STATE* REVISITED

M. F. P. Coelho

RESUMO

O modelo de uso do solo urbano numa cidade monocêntrica tem centralidade indiscutível na Economia Urbana e na Microeconomia Espacial, e é inspirado no Modelo do "Estado Isolado" de Von Thunen. A nossa proposta é revisitar esse modelo, evidenciando a originalidade da Teoria da Renda de Thunen e a "inspiração" que resulta da Teoria dos Círculos Concêntricos para formulação do modelo monocêntrico. Este tem uma limitação: do ponto de vista teórico, é um modelo de equilíbrio parcial em que apenas as localizações dos domicílios são explicadas. Do ponto de vista prático, não se pode explicar a realidade empírica da descentralização de postos de trabalho fora do CDB (Central Business District). O segundo objetivo é propor modelos em que, simultaneamente, a localização de empresas e famílias seja determinada. Estes modelos geram paisagens compostas por áreas exclusivamente produtivas ou residenciais, e áreas integradas, com diferentes padrões de uso do solo urbano.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, têm surgido alguns artigos que, apoiados em análise empírica, vêm repor a discussão sobre a importância funcional do centro tradicional das Cidades, o designado CBD, e a forma como, no processo da dinâmica de crescimento urbano, este centro mantém (ou não) a sua preponderância na organização intraurbana. Esta discussão envolve também questões importantes de ordem metodológica, nomeadamente, sobre o tipo de variáveis, e demais informação, que pode ser utilizado para desenvolver esta investigação. Neste contexto, parece-nos salutar voltar à discussão inicial. Sabemos que a modelização do uso do solo urbano tem, na sua formulação original, uma clara "inspiração" no chamado modelo de Von Thunen. O modelo desenvolvido por Johann Heinrich von Thunen, no início do século 19, é um modelo teórico usado para explicar os padrões de uso do solo agrícola. Descreve como diferentes tipos de agricultura são organizados em torno de um mercado central, com base no custo do transporte e no valor dos produtos.

A nossa proposta passa por revisitar esse modelo, colocando em evidência a originalidade da Teoria da Renda de Von Thunen e a "inspiração" que resulta da chamada Teoria dos Círculos Concêntricos para formulação da estrutura da cidade que é proposta no chamado modelo da Cidade Monocêntrica. Os criticismos apontados ao modelo de Thunen são discutidos numa perspetiva que pretende analisar concomitantemente os criticismos "equivalentes" que são dirigidos ao modelo básico da cidade monocêntrica. Em particular,

a questão da suburbanização de empregos e residências que este modelo básico não parece comportar; o que nos leva à abordagem de modelos de equilíbrio geral de uso do solo urbano e às questões relativas à dinâmica do crescimento urbano na atualidade.

2 A TEORIA DA RENDA FUNDIÁRIA DE VON THUNEN E OS CÍRCULOS CONCÊNTRICOS

A explicação da localização e organização do espaço agrícola constitui o objetivo central da investigação de Von Thunen. Em termos gerais, a preocupação especial do seu artigo (Von Thunen, 1826) refere-se à influência da distância (através dos custos de transporte) na organização do espaço. Von Thunen procura explicar a formação dos preços dos produtos agrícolas e as leis que associam a variação destes com os padrões de utilização do solo. Nesse sentido, é um dos percussores da Economia Espacial.

As conclusões fundamentais em que se traduz esta investigação podem apresentar-se do modo seguinte:

- Se os produtos são oferecidos no mercado em condições de concorrência, então, a produtividade, os custos de transporte e a procura provocarão uma sucessão não-arbitrária das culturas no espaço.
- Como os custos de transporte aumentam com a distância, o afastamento em relação ao mercado (supostamente situado no centro do espaço utilizado) determina uma seleção de culturas de forma que as que implicam menores "dificuldades" de transporte (diminuindo os respetivos custos), menor utilização de mão de obra e menos intensidade de exploração, ficarão mais afastadas do mercado. Produtos perecíveis, de elevada produtividade, que implicam maior intensidade de exploração e mais gastos em transporte, ficam junto ao mercado.

O desenvolvimento da sua investigação tem na Teoria da Renda um elemento central. E original! Desde logo porque vinha introduzir uma diferença significativa relativamente à Teoria da Renda Fundiária de David Ricardo, de circulação habitual nos meios académicos. Em Ricardo, a renda resulta da comparação dos resultados que se obtêm à medida que as sociedades vão cultivando certos tipos de solos tidos como marginais. Se a exploração agrícola se limitar a certo tipo de solo (certamente, o de maior fertilidade; designemos por F1) a renda (entendida como excedente) é nula. À medida que começa a utilização de um solo marginal F2, de menor fertilidade, há um excedente (renda) para F1; e assim sucessivamente. A renda varia, pois, com a fertilidade do solo: a renda aumenta à medida que a fertilidade dos terrenos marginais que vão sendo cultivados diminui.

A renda em Von Thunen assume uma conceptualização diferente. Partimos das Hipóteses do seu modelo dirigido ao espaço agrícola:

- Trata-se de uma região fechada (o designado *ESTADO ISOLADO*)
- Um só mercado central onde é fixado o preço do produto
- O custo de transporte aumenta com a distância. O custo unitário é constante e idêntico em todas as direções.
- O solo é de qualidade homogénea (igual fertilidade). O espaço é uniforme (não há barreiras físicas; igualdade na facilidade de movimentos para as diferentes direções)
- Limitamo-nos ao transporte do produto (ou seja, não entramos, na análise, com o transporte dos inputs)
- Os agricultores procuram maximizar os resultados, ajustando a oferta à procura.

Note-se como, ao considerar a homogeneidade em termos de qualidade do solo, Von Thunen afasta a questão da fertilidade do solo como variável explicativa, e como se permite, desta forma, introduzir uma teoria da renda diferente. De facto, segundo Thunen, a renda depende da distância ao centro: o aumento da distância ao centro implica aumento dos custos de transporte pelo que o excedente (diferença entre receitas e custos), ie. a Renda Locativa, diminui. Esta relação inversa entre Renda Locativa e distância ao centro vai estar na base do posterior desenvolvimento da Economia Urbana, nos anos 50/60.

Formalizando (Zoller, 1988; Cavaco, 1979). Designando por p - preço unitário do produto; t – custo de transporte por unidade de peso, por unidade de distância; c – custos (outros custos, para lá dos custos de transporte); x – produção física por unidade de solo; r - distância do lugar de produção ao mercado;
a Renda Licitada, φ (r), de uma exploração, no lugar s, à distância r do mercado central fica:

$$\varphi (r) = px - c - txr \quad (1)$$

e teremos a derivada de φ (r) em ordem a r com sinal negativo; ou seja, quando r aumenta diminui a renda licitada.

Esta sequência de raciocínio conduz Von Thunen à ideia de uma organização espacial que se traduz na chamada Teoria dos Círculos Concêntricos. Esta propõe a formação de anéis que correspondem a diferentes intensidades de cultivo e que, assim, geram uma paisagem de círculos concêntricos em que sucessivamente vamos passando de anéis de culturas mais intensivas e de produtos mais perecíveis (hortícolas, por exemplo) mais junto ao mercado central, posteriormente para anéis menos próximos do centro com produtos de menor intensidade de trabalho no seu cultivo (cereais, por exemplo), a que se sucederão anéis ainda mais longe do centro, com produtos ainda menos trabalho-intensivos e menos dependentes do transporte (como pastagens, por exemplo).

Formalizemos, igualmente, estas ideias. Partimos das seguintes hipóteses:

- Assumimos uma função de produção x=x (l); com l – quantidade de trabalho utilizada por unidade de solo.
- Não consideramos outros inputs
- A função tem rendimentos decrescentes: $X'(l) > 0$ e $X''(l) < 0$;

Sendo w – salário unitário; a função de renda vem

$$\varphi (r) = px(l) - wl - tx(l)\, r \quad (2)$$

Maximizando φ (r) em ordem a l, obtemos a intensidade ótima de cultivo em cada ponto do espaço. Da maximização de φ (r) resulta que: $(p - tr)\, x'(l) = W$. Com w constante e (p - tr) decrescente com a distância, a anterior equação implica que o valor ótimo decresce com a distância. Isto é, como se queria demonstrar, que à medida que a distância aumenta, a intensidade de exploração (l) diminui.

A formação de anéis concêntricos que correspondem a diferentes culturas pode explicar-se quase intuitivamente. As curvas de renda são decrescentes com a distância ao centro. Para produtos diferentes, teremos curvas com elasticidades diferentes. Por exemplo, produtos perecíveis terão curvas mais inclinadas e mais próximas da vertical, já que pequenos aumentos da distância conduzem a aumentos rápidos de custo de transporte e diminuição da renda locativa. Isto quer dizer que estes produtos são especialmente sensíveis ao afastamento relativamente ao centro.

Formalizando. Se, por hipótese, considerarmos tecnologia de rendimentos constantes e a existência de n produtos i= 1, 2, …n; então, as Rendas licitadas à distância r são dadas por

$$\Phi_i (r) = p_i x_i – c_i - t_i x_i r \quad (3)$$

com x_i - produto físico por unidade de solo; c_i - custo de produção por unidade de solo. Em cada lugar, o solo é atribuído ao utilizador capaz de pagar a renda mais alta. Ou seja, para todo o local à distância r, a renda de equilíbrio R(r) = Max Φi (r).

Assim, o equilíbrio de Thunen comporta as seguintes propriedades (veja-se Pontes, 1991):

- A curva de renda de equilíbrio é decrescente e convexa: as produções alinham-se a partir do centro por ordem decrescente dos valores absolutos das inclinações das curvas de renda licitada.
- Com custos de transporte iguais ($t_i = t_j$) a localização mais próxima do centro fica para o produto com rendimento por unidade de solo mais elevado.
- O equilíbrio corresponde ao ótimo coletivo: maximiza o excedente total, ou seja, a renda total. O equilíbrio minimiza o custo total de transporte.

Algumas críticas têm sido apontadas ao modelo de Thunen. A principal refere-se à "aproximação à realidade" do modelo especificado. Vários autores chamam a atenção para o que consideram ser a "artificialidade" deste modelo. Desde logo, colocam a questão de saber quais os efeitos sobre a estrutura de ocupação do solo que resultaria da existência de um outro centro ou mercado. Obviamente que, nesse caso, a estrutura dos círculos concêntricos aparecerá deformada; da mesma forma que, por exemplo, os círculos mais próximos do centro se alongarão ao longo de um rio que, por hipótese, passe junto ao mercado. A concorrência da indústria na compra de terrenos inicialmente disponíveis para atividades agrícolas também implicará uma distorção nesta estrutura perfeita proposta por Thunen no seu Estado Isolado, dado que a competição com atividades que geram maior rendimento (e, portanto, com uma disponibilidade a pagar rendas mais elevadas) altera o equilíbrio do mercado.

A própria consideração de uma hipótese de adaptação da oferta à procura é discutível. Veja-se por exemplo o que se passa na EU com a designada PAC (Política Agrícola Comum) que, atribuindo preços garantidos aos agricultores, pelas suas produções, pode alterar completamente a lógica competitiva do modelo de Thunen. No fundo, a ideia de um espaço isolado e uniforme determina, em larga medida, os resultados do modelo. Relaxar algumas das hipóteses restritivas desta análise pode, evidentemente, levar à "deformação" dos círculos concêntricos.

Uma crítica interessante é a que propõe a "inversão dos círculos". Para Losch (1940) não importa só a questão do preço: importa a rentabilidade (produto físico por ha). De certa forma, estamos também a retomar, indiretamente, a questão da fertilidade (original, ou "criada" pelas inovações tecnológicas). Para aquele autor, por vezes, melhorias na tecnologia aumentam de tal forma o rendimento físico que os custos de transporte mais elevados (e até mesmo com diminuição do preço dos produtos) não são suficientes para manter a renda mais elevada junto ao centro. Ou seja, "no anel dos cereais podem surgir couves".

Há, contudo, uma vantagem indiscutível nesta análise: a sua simplicidade e a forma como permite isolar as variáveis estratégicas. A possível generalização para modelização do uso do solo urbano acaba por lhe trazer a importantíssima vantagem de, assim, poder constituir a base para a Economia Urbana.

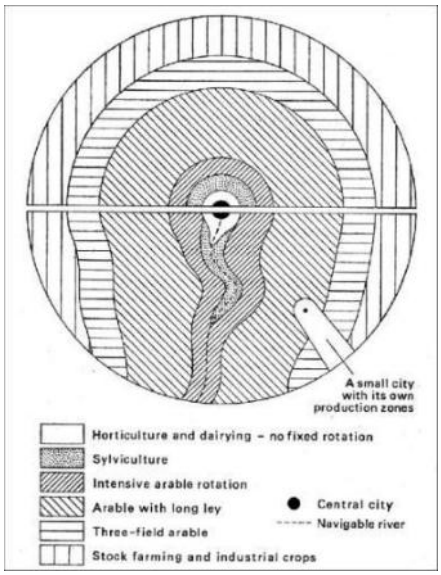


Fig.1-Uso do solo agrícola: Modelo de Von Thunen
Fonte: Magalhães (2020)

3 MODELIZAÇÃO DO USO DO SOLO URBANO

Isto de facto veio a acontecer: Desde os pais fundadores (Wingo, Alonso, Muth) da chamada Escola Americana da moderna Economia Urbana, nos 50s e 60s, até às formalizações modernas, tal como identificamos em Fujita (1989), o modelo básico de uso do solo urbano, parte de premissas muito semelhantes à análise de Thunen e conduz-nos a uma estrutura de ocupação do solo na cidade em tudo parecida à da ocupação do solo agrícola em Thunen. O chamado Modelo da Cidade Monocêntrica assume igualmente que a variável explicativa fundamental é a distância ao centro. Neste centro, o designado CBD, acumulam-se, por hipótese, todos os empregos. Desta forma, a localização de cada consumidor no espaço da cidade está dependente da máxima renda por unidade de solo que está disposto a pagar para se situar a uma dada distância r do centro, mantendo o nível de utilidade. Dado o seu rendimento, o consumidor deve procurar maximizar a sua utilidade face a uma restrição orçamental que comporta gastos com um bem compósito (que integra todos os outros bens, além do bem solo), transportes e solo. Mantemos a ideia, essencial, de que a renda varia inversamente com a distância ao centro. Dado que os custos de transporte do consumidor nas suas viagens para o centro, onde trabalha, e de volta às suas residências, após trabalhar, aumentam com a distância ao CBD, o consumidor terá de arbitrar entre uma localização mais longe/mais perto do centro que lhe impõe custos de transporte mais/menos elevados, e uma renda por unidade de solo menor/maior.

Formalizando. O Modelo Básico de Escolha do Consumidor no Espaço Urbano/ modelo da Cidade Monocêntrica parte de hipóteses simplificadoras, "inspiradas" na análise de Thunen:

- Cidade é monocêntrica; um só centro fixo: CBD; todas as oportunidades de emprego no centro.
- Sistema de transportes radial e denso em todas as direções. Não há congestionamento de trânsito. Únicas viagens: trabalhadores para o CBD e de volta às suas casas (ignora-se tráfego dentro do CBD).
- Cidade plana, parcelas de solo idênticas, habitações prontas a habitar; homogénea.
- Competição perfeita. Não são considerados bens públicos nem externalidades. Compradores são price-takers.

• Única característica espacial que interessa aos consumidores é a distância ao CBD; o problema é tratado de forma unidimensional.

O modelo proposto (Fujita, 1989) é o seguinte. O objetivo do consumidor consiste em maximizar uma função de utilidade U (Z, s); sujeita à restrição orçamental. Com Z – quantidade de bens consumidos (bem compósito); s – consumo de solo urbano (dimensão/tipo de casa). Sendo r o ponto à distância r do CBD, a restrição orçamental do consumidor pode ser representada por

$$Z + R(r).s = Y - T(r) \quad (4)$$

com R(r) – unidade de renda do solo em r (dado) e T(r) – custo de transporte em r.

Assim, o modelo fica

$$\text{Max } U(Z, s)$$
$$\text{s. a } \quad Z + R(r).s = Y - T(r) \quad (5)$$

Na sua essência, este modelo de escolha implica um trade-off entre acessibilidade e escolha residencial.

A partir desta formulação é possível definir Renda Licitada (bid rent) como a máxima renda por unidade de solo que o consumidor está disposto apagar para residir a uma dada distância r do centro mantendo o mesmo nível de utilidade U

$$\Psi(r, u) = \max [Y - T(r) - Z] / s \; ; \; U(z; s) = U^* \quad (6)$$

Resolvendo o problema, obtemos o ótimo, S (r, u), que designa a procura de solo pela família (bid max lot size). No equilíbrio, o custo marginal de transporte é igual à poupança marginal em termos do custo de solo (trade-off). É a chamada Regra de Muth.

Se a curva da renda licitada de equilíbrio do consumidor i interseta uma só vez a curva de renda licitada de equilíbrio do consumidor j e se a primeira for mais inclinada que a segunda, então o consumidor i fica mais perto do CBD que o consumidor j (note-se a semelhança com o modelo de Thunen). Segundo esta formulação, teremos uma cidade, também ela, com um único centro produtivo (CBD) a que sucederão anéis concêntricos de características residenciais dos vários estratos sociais, em função das suas rendas licitadas.

Um resultado interessante que resulta de uma análise de estática comparada a este modelo: ceteris paribus, um aumento de rendimento das famílias, leva-as a ficar mais longe do centro. Isto quer dizer que à medida que o rendimento das famílias vai aumentando, no tempo, podemos encontrar situações em que as famílias abastadas procuram afastar-se do centro ou seja, procuram mais S - uma casa maior.

O modelo de utilização do solo numa cidade monocêntrica, que identicámos, tem limitações. Do ponto de vista teórico, trata-se de um modelo de equilíbrio parcial em que apenas as localizações das famílias são explicadas, sendo as localizações das empresas pré-determinadas. Mas, no plano da realidade empírica, o que vimos observando é a descentralização dos empregos para fora do CBD, em perfeita contradição com a hipótese assumida no modelo de Alonso/Muth, de concentração de todos os empregos no centro da cidade. Note-se que o modelo tradicional monocêntrico já comporta a tendência à suburbanização da população. Devido ao aumento do rendimento e ao decréscimo da taxa unitária de transporte, verifica-se um aumento da dimensão da cidade, com diminuição da renda de mercado no centro da cidade, assim como da densidade das famílias no próprio centro e sua proximidade. Além disso, o resultado referido de estática comparada permite

dizer que, em duas situações sucessivas, com aumento de rendimento, o consumidor poderá procurar uma casa de dimensão maior na periferia, por poder, aí, consumir mais solo (em termos conceptuais, tal equivale ao aumento de bid rent lot size; veja-se Fujita, 1989). Em todo o caso, a hipótese CBD (de que todos os empregos se encontram localizados no centro da cidade) não permite explicar a suburbanização do emprego.

A procura de uma solução para ultrapassar esta limitação passa pela abordagem de modelos de equilíbrio geral no uso do solo urbano (Veja-se Coelho & Oliveira, 2012; Coelho, 2016). Estes modelos diferenciam-se do Modelo da Cidade Monocêntrica, em duas dimensões. A nível teórico, não só as localizações das famílias são explicadas mas também as localizações das empresas (relaxa-se a hipótese de concentração das firmas no CBD); em termos empíricos, estes modelos acompanham padrões da relação entre emprego e população nas áreas urbanas, nomeadamente, empregos e população misturam-se no espaço e ambos se suburbanizam, o emprego suburbaniza-se mais depressa que a população.

Na procura de explicação para os fenómenos de suburbanização (quer da população, quer do emprego), estes modelos de equilíbrio geral determinam, simultaneamente, a função de densidade das famílias no espaço da cidade, a curva da renda de mercado, a fronteira da área urbana, a curva do salário e a função que exprime a densidade das firmas na estrutura da cidade. Nesta classe de modelos de uso do solo urbano são determinadas condições de equilíbrio no mercado do solo análogas às do modelo básico de escolha residencial do consumidor, condições relativas ao mercado de trabalho (quer do lado da oferta, quer da procura) e condições de definição das rendas licitadas das famílias e das empresas. As famílias enfrentam o trade-off entre proximidade ao local de trabalho no centro, com menores custos de transporte nas viagens residência-trabalho, e a possibilidade de beneficiar de uma renda inferior na periferia, incorrendo em maiores custos de transporte. As firmas, por seu turno, arbitram uma vantagem de aglomeração na realização dos negócios e a aproximação às residências dos trabalhadores, para eliminar custos de viagem e poder praticar salários mais baixos.

Uma proposta de análise (ver Coelho, 2016) passa por revisitar o chamado modelo da cidade portuária de Koide (Koide, 1990; Pontes, 1991; Lopes & Pontes, 2010). Partimos das hipóteses de funcionamento:

- A cidade está assente numa superfície plana onde há um porto ou nó de transporte através do qual todos os produtos das firmas são exportados, a um preço fixo.
- As famílias são homogéneas nos seus gostos e despesas e têm uma função de utilidade do tipo $U(z,h) = z^{\alpha} h^{\beta}$, com α e $\beta > 0$ e $\alpha + \beta = 1$; sendo Z os gastos com um bem compósito (outros bens, para além do solo), e h o consumo de solo para efeitos residenciais.
- As firmas produzem um único tipo de bem a partir de uma função de produção com três fatores produtivos, K-capital, L-trabalho e S-solo "produtivo", com
$f(K, L, S) = K^{a} . L^{b} . S^{c}$; a,b,c>0 e a+b+c =1.
- O transporte é denso em todas as direções; o custo de transporte por unidade de distância é representado por t e por q, para o caso de um consumidor e para o caso de uma empresa, respetivamente.
- A propriedade do solo é privada. O rendimento do capital é espacialmente fixo e o nível de utilidade é fixado exogenamente.

Donde se parte para a construção de funções de renda licitada para as firmas e para as famílias. A especificação da função de produção implica rendimentos constantes à escala. Em concorrência, somos conduzidos a uma situação de lucro nulo em que o custo médio é

igual ao preço do bem, líquido do custo de transporte ao porto. Resolvendo o problema em ordem a R(r) (renda licitada à distância r do centro/"porto") obtemos uma curva de renda licitada para as firmas em que a renda é função do preço líquido do custo de transporte e da taxa de salário.

Simultaneamente, há que derivar a curva de renda licitada dos consumidores-residentes. Estes, escolhem a residência em função do local de trabalho e das diferenças de salário entre rw, o local de trabalho, e r, o local de residência. Estabelecem-se as condições de equilíbrio referentes ao mercado do solo que, no essencial, implicam que a renda licitada no limite da cidade é nula (equivalente à renda para fins agrícolas) e que, no espaço interior da cidade, ocupará o solo à distância r do centro, o consumidor ou a empresa que tiver uma maior renda licitada. Ao mesmo tempo, as condições no mercado de trabalho garantem que a oferta total de trabalho e a procura agregada de trabalho no espaço da cidade são iguais. A partir dessas condições é possível determinar as rendas licitadas, os salários, a proporção de solo ocupada pelas famílias e pelas empresas e o limite da cidade.

A solução de equilíbrio define paisagens urbanas com três tipos de áreas: áreas exclusivamente residenciais, áreas exclusivamente produtivas, e áreas integradas/mistas em que residências e empresas se misturam no espaço. A forma como se sucedem no espaço, dá origem a diferentes padrões de uso do solo urbano, a saber:
- O tradicional padrão Monocêntrico. Como no modelo básico de Alonso/Muth/Fujita encontramos uma completa concentração das atividades económicas no CBD e aglomeração das áreas residenciais em coroas concêntricas em volta do CBD;
- Um padrão Totalmente Integrado. Neste modelo de uso do solo, em todo o espaço da cidade há uma perfeita mistura entre atividades económicas e uso do solo para fins residenciais.
- Padrões Parcialmente Integrados. São os mais interessantes e os que mais se aproximam da realidade empírica. Podem admitir diferentes possibilidades. Um padrão em que a uma zona de CBD mais empresarial sucede um círculo concêntrico de áreas integradas com uso do solo misto para fins empresariais e residenciais, ao qual sucede uma coroa exterior de áreas residenciais (TA). Outra alternativa sugere uma zona essencialmente produtiva no centro, envolvida por uma área basicamente residencial e seguida de um círculo concêntrico mais integrado em que, na periferia, o emprego se suburbaniza ao mesmo tempo que a população (TB). Neste caso, confrontamo-nos com a deslocação das atividades produtivas para a periferia, onde convivem com áreas residenciais dos trabalhadores. Estes procuram uma proximidade residencial face à localização das firmas e empregos, como forma de diminuir os custos com transporte nas viagens casa-emprego. A aproximação às empresas é facilitadora pois permite subsistir com salários mais baixos, garantindo rendas do solo menores (porque mais distantes do centro) e, geralmente, maiores parcelas de solo urbano, i.e., casas maiores. Da mesma forma, as firmas usufruem das vantagens de poder praticar salários mais baixos e de ter acesso a maiores parcelas de solo disponível, e a menor preço, para implantação das suas atividades produtivas.

Do ponto de vista do seu significado económico, estes padrões parcialmente integrados são especialmente atraentes pela sua capacidade explicativa dos fenómenos da suburbanização. Quando os custos de viagem são globalmente elevados, a estrutura urbana reduz as deslocações, ocorrendo a integração das famílias e empresas. Nessas circunstâncias, se a preferência das famílias pelo solo é elevada, elas localizam-se nos subúrbios junto das empresas, aproveitando maiores parcelas de solo e rendas inferiores. Para as empresas há vantagens nessa localização pois aproveitam salários mais baixos (dada a eliminação/redução dos custos de transporte trabalho-residência), muito embora possam

incorrer em maiores custos de transporte das mercadorias face ao porto. Se nestas zonas de periferia forem construídas boas infraestruturas de transporte que facilitem a mobilidade para o exterior da cidade e boas plataformas logísticas, esta opção será especialmente favorável ao desenvolvimento das atividades das empresas.

Note-se, entretanto, que a lógica de círculos concêntricos não é verdadeiramente posta em causa e que a relação fundamental entre renda e distância ao centro se mantém. Obviamente há aqui alterações de scope, de escala e de objetivos, mas a lógica explicativa tem sempre na sua base uma, mesmo que por vezes nos pareça "longínqua", "inspiração" em Von Thunen. A este propósito, refira-se ainda que nos chamados modelos de externalidades espaciais, (um grupo particular de modelos de equilíbrio geral em que a vantagem aglomerativa das firmas reside numa qualquer externalidade espacial; por exemplo, através da introdução de imperfeições de mercado, com troca de informação entre as empresas, ou ao nível das interações sociais entre as famílias, nomeadamente através da consideração de efeitos de imitação) podemos avaliar algumas das críticas equivalentes, no seu conteúdo básico, às dirigidas ao modelo de Thunen. Aqui, se as economias de aglomeração forem expressas de forma exponencial (veja-se modelo de Fujita & Ogawa, 1982), à medida que o rácio entre o custo de viagem diária do trabalhador (que age no sentido da dispersão das empresas) e o custo unitário de transação entre empresas (que age no sentido da aglomeração) decresce, a cidade sofre uma transição estrutural passando para configurações do tipo duocêntrico e tricêntrico. Esta existência de configurações com 2 e 3 centros pode mesmo ser desejável, segundo alguns autores. E reflete a realidade empírica. Observamos hoje, por exemplo, áreas metropolitanas polinucleadas. Muitas vezes, elas próprias resultaram da junção de centros anteriormente separados. Outras vezes, resultam da intenção clara de políticas públicas de ordenamento do território, de base urbana. A proposta de criação de uma segunda centralidade em Lisboa, na zona da Praça de Espanha, de finais de 80s e princípios de 90s, (entretanto, ao que parece, abandonada) constitui um exemplo conhecido.

Podemos, ainda, encontrar exemplos de cidades polinucleadas no fenómeno mais recente das designadas "edge cities", (veja-se Henderson & Mitra, 1996; Coelho, 2016). Este moderno fenómeno urbano caracteriza-se pelo surgimento de centros secundários, geralmente localizados na periferia de áreas metropolitanas, com forte desenvolvimento comercial e empresarial. Apresentam uma concentração de edifícios de escritórios, instalações de comércio e entretenimento e, às vezes, áreas residenciais, que constituem novas centralidades, com substancial independência face ao CBD de 1ª ordem. Certo é que o funcionamento do mercado de solo comporta tendências deglomerativas, daqui se explicando a existência de padrões de uso do solo com mais do que um centro e cidades polinucleadas. Neste caso, parece que estamos a retomar e a responder ao criticismo "um centro?/dois centros?" que apontámos ao modelo de Thunen; aqui, obviamente, num outro contexto e nível de análise.

4 NOTAS FINAIS

Em jeito de conclusão podemos, pois, afirmar que, pesar das suas limitações, o Modelo de Von Thünen continua a ser fundamental para a Economia Urbana, bem como para a Geografia Económica. O seu quadro teórico ajuda a ilustrar a relação entre os custos de transporte e o uso da terra, e fornece uma estrutura básica para entender como as atividades produtivas e áreas residenciais são organizadas espacialmente nas cidades. O Modelo fornece uma estrutura fundamental que pode ser adaptada para o planeamento urbano,

concentrando-se nos princípios de proximidade, custos de transporte e valores do solo. Ao considerar esses fatores, os decisores e técnicos do planeamento urbano podem criar cidades mais habitáveis, eficientes e sustentáveis.

A simplicidade do modelo de Thunen e a ênfase nas relações espaciais tornam-no uma ferramenta útil para conceptualizar padrões de uso do solo, mesmo quando as realidades modernas requerem modificações e considerações adicionais, como no caso das edge cities. Estas cidades periféricas representam uma mudança significativa nos padrões de desenvolvimento urbano, refletindo mudanças no local onde as pessoas vivem, trabalham e fazem compras. Destacam a natureza evolutiva das áreas metropolitanas, impulsionada por fatores como a descentralização económica, os avanços tecnológicos e a mudança de estilos de vida.

Os princípios de proximidade, custos de transporte e valores do solo do modelo de Thunen podem ser adaptados aos contextos urbanos e agrícolas modernos, fornecendo uma estrutura fundamental para o planeamento. Ao considerar esses princípios, as cidades e regiões podem otimizar o uso do solo, aumentar a sustentabilidade e criar ambientes de vida equilibrados e eficientes. Da mesma forma, os modelos de equilíbrio geral do uso do solo urbano ajudam os decisores públicos e técnicos a entender os determinantes dos padrões de uso, os efeitos de diferentes políticas e a dinâmica do desenvolvimento urbano. Ao considerar múltiplos fatores e suas interdependências, esses modelos oferecem informações valiosas para a Política Urbana.

Finalmente, uma referência à relevância do modelo da cidade monocêntrica nos tempos modernos. Como dissemos, esta questão tem sido investigada, nomeadamente no contexto da Europa mediterrânica, e, em particular, analisando os efeitos que a crise financeira de 2008/2014 teve na dinâmica de crescimento de cidades como Atenas (veja-se, por exemplo, Bruno et al., 2024; Salvati, 2023). Usando metodologias que, partindo de análise da população, passam depois à análise dos edifícios (novas licenças de construção, alturas, sua distribuição no espaço, etc), autores como Luca Salvati defendem que a conclusão central da análise é a de que o modelo da cidade monocêntrica usa hipóteses de partida muito simples mas que permitem descortinar uma interpretação mais refinada da estrutura espacial de uma dada cidade. Na análise econométrica realizada ao caso de Atenas, os coeficientes de regressão mostraram-se indicadores apropriados de desenvolvimento monocêntrico, permitindo uma inferência diacrónica sobre a evolução das estruturas espaciais. Embora refletindo a mudança de uma lógica de construção e desenvolvimento mais densa e compacta para uma outra mais descontínua e dispersa, ocorreu um impacto menos significativo nas funções urbanas, permanecendo monocentricamente distribuídas. As peculiaridades estruturais e funcionais destes padrões de desenvolvimento devem ser consideradas na conceção de políticas urbanas, certamente.

O papel do centro da cidade mostra ainda a sua relevância, nomeadamente em situações de cidades portuárias, em que a redinamização dos centros tem sido levada a cabo através de uma estratégia urbana (mais ou menos descentralizada, ou de origem na política pública) que aposta num ambiente de “Hustle and bustle” altamente favorável ao desenvolvimento turístico. A metáfora da "azáfama" da cidade é, certamente, uma das novas conceptualizações introduzidas no âmbito das ciências urbanas, que reflete mais de perto a imagem que temos sobre cidades importantes, nos dias de hoje. A ideia de agitação e excitação, confusão e negócios, mas também de diversão e criatividade, que está associada a algumas cidades, em particular em novos bairros ou perto do centro tradicional das cidades,

encaixa muito bem com esta metáfora. Em certas cidades, a existência de um porto, e a intensidade dos fluxos de pessoas e bens, a vida e o romance que associamos aos portos, sublinha essas imagens e relações. O caso de Lisboa é especialmente interessante e a investigação tem vindo a prosseguir. Com um resultado muito claro: apesar das alterações que o processo de suburbanização tem introduzido na zona metropolitana de Lisboa, o CBD da cidade revalorizou-se funcionalmente e voltou a adquirir uma importância que em tempos parecia ameaçada (veja-se Coelho, forthcoming).

5. BIBLIOGRAFIA

Alonso, W. (1970), "A Theory of the Urban Land Market", in Leahy et al. (eds), **Urban Economics**, New York Free Press, New York.

Bruno, E., Castellano, R. Punzo, G. & Salvati, L. (2024), "Betting Against Mono-centrism? The impact of economic crisis on city vertical profiles in metropolitan Athens, Greece", **Annals of Operation Research**, DOI: 10.1007/s10479-024-05956-z

Carlucci, M., Chelli, F. & Salvati, L. (2018), "Toward a New Cycle: Short-Term Population Dynamics, Gentrification, and Re-Urbanization of Milan (Italy), **Sustainability**, 10, 3014

Carmo, R. (2008), "Da escala ao território: para uma reflexão crítica do policentrismo", **Análise Social**, Vol. 43, pp.775-793.

Cavaco, C. (1979), **Geografia**, 2º Volume, Colecção textos pré-universitários, Secretaria de Estado do Ensino Superior

Coelho, M. (2024?), "Urban Land Use Dynamics and Cities Hustle and Bustle. The Case of Lisbon", in Robert Bartłomiejski, Maciej Kowalewski, and Carola Hein, (eds), **Hustle and Bustle: The vibrant cultures of port cities** (provisionally entitled), Brill Ed. (forthcoming)

Coelho, M. (2016), "O Modelo da Cidade Portuária Revisitado", **Atas do 7º Congresso PLURIS 2016**, Maceió, Brasil.

Coelho, M. & Oliveira, M. (2012), "Uso do Solo Urbano e Modelização: Suburbanização e Centros Múltiplos", **Atas do PLURIS 2012**, Universidade do Minho

Egidi, G. & Salvati, L. (2021), "Changes over time in the spatial structure of fertility rates as a dynamic indicator of urban transformations", **Quality & Quantity**, Vol. 55, pp. 151-172.

Fujita, M. (1989), **Urban Economic Theory**, Cambridge University Press, Cambridge

Fujita, M. (1985), "Towards general equilibrium models of urban land use", **Revue Économique,** Nº1, 135-167.

Fujita, M. & Ogawa H. (1982), "Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations", **Regional Science and Urban Economics**, Vol.12, pp. 161-196

Fujita, M. & Thisse, J. (1986), "Spatial competition with a land market: Hotelling and Von Thunen unified", **Review of Economic Studies**, Vol.53, pp.819-841.

Garreau, J. (1991), **Edge City: life on the new frontier**, Doubleday, New York.

Henderson, V. e Mitra, A. (1996), "The new urban landscape: developers and edge cities", **Regional Science and Urban Economics**, Vol. 26, pp-613-643.

Imai, H. (1982), "CBD Hypothesis and Economies of Agglomeration", **Journal of Economic Theory**, 28, pp. 275-299

Koide, H. (1990), "General equilibrium analysis of urban spatial structure, the port city model reconsidered", **Journal of Regional Science**, Vol. 30, pp. 325-347.

Lopes, A. & Pontes, J. (2010), **Introdução à Economia Urbana**, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Lösch, A. (1940), English translation by W. Woglom and W. Stolper, **The Economics of Location**, New Haven, Yale University Press

Magalhães, F. (2020), A atualidade do modelo de Von Thunen. Alimentação em tempos de (des)globalização e consumo de proximidade, **Biblio3W**, GeoCriticc, vol. XXV, Nº 1306

Muth, R. (1969), **Cities and Housing**, University of Chicago Press, Chicago.

Nadalin, V. (2011), "Economia Urbana e Mercado de Habitação", in Cruz, Furtado, Monasterio & Rodrigues Júnior (orgs), **Economia Regional e Urbana, Teorias e Métodos com Ênfase no Brasil**, IPEA, Brasília.

Nunes, G., Mota, I. & Campos, P. (2012), "Policentrismo funcional: uma avaliação dos municípios portugueses", **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, Nº 29, pp. 27-38.

Ogawa, H. & Fujita, M. (1980), "Equilibrium land use patterns in a non-monocentric city", **Journal of Regional Science**, Vol.20, pp.455-475.

Pontes, J. (1991), **Texto de apoio à disciplina de Economia Regional e Urbana II**, AEISEG, ISEG/UTL, Lisboa.

Salvati, L.(2023), "Mono-centrism as a Destiny? Un Econometric Test of Urban Models Using Building Activity", **Applied Spatial Analysis and Policy**, Vol. 16, pp. 63-90

Salvia, R., Zamfir, R., Cividino, S., Salvati, L. & Quaranta, G. (2020), "From Rural Spaces to peri-Urban districts: Metropolitan Growth, Sparse Settlements and Demographic Dynamics in a Mediterranean Region", **Land**, Vol. 9, 200.

Von Thunen, J. H. (1826), **Der Isolirte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie**; Wirtschaft & Finan, 1826

Zoller (1988), "L'espace résidentiel et le prix du logement", in Ponsard & Beguin (eds.) **Analyse Economique Spatiale**, Cap 2, Presses Universitaires de France, Pari

PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS NA RECENTE EVOLUÇÃO DO MERCADO DE HABITAÇÃO EM PORTUGAL

G. Antunes, J. Seixas, R. P. Julião, J. Ferreira, M. Picanço, C. Morgado

RESUMO

A segunda metade da década de 2010 foi marcada por um crescimento acentuado do valor do metro quadrado em todo o território português. Este aumento teve, necessariamente, impactos significativos no preço das habitações, o que afetou, também, o acesso à habitação, tanto no mercado de compra como de arrendamento. Este trabalho visa analisar o aumento do preço das habitações em Portugal entre 2016 e 2022, utilizando dados do Instituto Nacional de Estatística (INE). Os objetivos colocam-se na identificação de padrões temporais e espaciais na evolução do mercado imobiliário português e designadamente no seu acesso por parte dos agregados familiares, perceber o respetivo contexto nacional no cenário pan-europeu e compreender como o aumento do preço da habitação se manifestou quer no tempo como no espaço. Os resultados preliminares demonstram que o acesso à habitação se deteriorou em termos globais, embora com padrões temporais e espaciais distintos de região para região.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

Na última década, Portugal tem sofrido grandes mudanças no que respeita ao mercado imobiliário, destacando-se como um dos países da União Europeia em que os preços das habitações mais aumentaram, tanto no mercado de compra como no de arrendamento (Eurofound, 2023; Deloitte, 2020, 2021, 2022, 2023). Esta transformação surge na sequência de décadas de implementação de diversas políticas habitacionais destinadas a resolver as disparidades no acesso à habitação. No entanto, apesar dos esforços, muitas destas iniciativas não alcançaram os resultados esperados e, em alguns casos, contribuíram para agravar o problema (Antunes, 2018, 2021; Santos, 2019; Xerez, et al., 2021; Drago, 2021). Mais recentemente surgiram novos desafios devido à falta de soluções eficazes, evidenciando gradualmente a complexidade e a persistência da problemática habitacional em Portugal (Cardoso, 2019; Ferreira et al., 2019; Travasso et al., 2020; Antunes & Seixas, 2022).

O acesso à habitação reflete diretamente a qualidade de vida e o bem-estar das populações. Como está amplamente consensualizado na literatura académica, a habitação é uma "necessidade básica" do Ser Humano, pelo que a privação neste domínio pode levar a situações de exclusão social e de segregação residencial (Antunes, 2021). Não é por isso de estranhar que a habitação esteja consagrada como direito em várias declarações, pactos e

protocolos internacionais, assim como, por exemplo, na Constituição da República Portuguesa (Antunes, 2021). Neste contexto, importa também referir que os segmentos populacionais vulneráveis, como pessoas em situação de sem-abrigo, imigrantes e população com baixo rendimento enfrentam barreiras adicionais no acesso ao crédito à habitação, recorrendo frequentemente ao mercado de arrendamento (formal e informal), também este inflacionado, o que amplia a desigualdade habitacional. Acrescenta-se, também, que estas população de rendimentos mais reduzidos, ou comunidades migrantes e historicamente estigmatizadas enfrentam frequentemente situações de discriminação, aumentando o problema no acesso à habitação (Costa, 2023).

Atendendo a estas problemáticas, este artigo propõe uma reflexão sobre o impacto das mudanças recentes no mercado imobiliário na segregação social e na coesão territorial. O presente trabalho está dividido em quatro partes: i) na introdução, são abordados os principais fatores que contribuíram para o desequilíbrio do mercado habitacional na última década; ii) segue-se a contextualização da problemática, numa abordagem internacional sobre a posição de Portugal em relação à União Europeia (UE); iii) A secção seguinte realiza uma análise quantitativa à evolução dos mercados habitacionais nas NUTS II e Regiões Autónomas portuguesas, através do cálculo do Índice de Acesso à Habitação (IAH), que visa estimar a evolução do acesso à habitação entre 2016 e 2022; iv) na última secção, será realizada uma reflexão sobre o aumento das dificuldades no acesso à habitação.

1.2 Mercado imobiliário português: algumas considerações

Num contexto em que a coesão urbana e o bem-estar do cidadão se tornaram questões inquestionáveis, as dificuldades em assegurar o direito à habitação tornaram-se especialmente visíveis. Em Portugal, uma série de fatores convergiram para o exponencial aumento do preço das habitações. Seguindo de perto a conceptualização sugerida por Antunes & Seixas (2022), apontam-se de seguida alguns fatores que contribuíram para o cenário atual do mercado de habitação.

Desde a década de 1990 têm vindo a ocorrer alterações significativas ao mercado de arrendamento, num primeiro momento, em 1990, com a publicação do Regime de Arrendamento Urbano (RAU), substituído, em 2006, pelo Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU). Se no caso do RAU é possível falar de "normalização" legislativa no arrendamento, depois de várias décadas marcadamente protecionistas, o seguimento dos anos trouxe uma linha liberalizadora que foi seguida pelo NRAU e que teve o seu apogeu em 2012, com as alterações introduzidas a esse regime pela Lei n. 31/2012, de 14 de agosto (Antunes, 2020). Deverá salientar-se que as alterações providenciadas em 2012 surgiram derivadas das imposições dispostas no "*Portugal: Memorandum of Understanding on Specific Economic Policy Conditionality*", no âmbito da intervenção da Troika (i.e. Fundo Monetário Internacional, Comissão Europeia e Banco Central Europeu), em 2011, sendo que o referido *memorando de entendimento* tinha um capítulo inteiramente dedicado às alterações que deveriam ocorrer no mercado de habitação. As alterações legislativas providenciadas em 2012 continham um sentido claramente liberalizador do mercado de arrendamento, procurando promover a sua dinâmica, em prejuízo de proteções contratuais para o inquilinato, o que foi particularmente visível no que respeita aos chamados "contratos antigos", celebrados ainda antes de 1990.

Outro fator importante foram as políticas de habitação históricas que favoreceram a aquisição de casa própria. Conforme IHRU (2015), entre 1987 e 2011, 73% do

financiamento previsto nos Orçamentos de Estado para o domínio habitacional teve como destino a "bonificação de juros no crédito à habitação". Esta estratégia política priorizou o acesso à casa própria por via do crédito bancário, o que apenas era acessível à classe média, deixando de fora a população de rendimentos mais reduzidos (Antunes, 2020).

Mais recentemente, poderá salientar-se as isenções fiscais para residentes europeus não habituais, que surgiram como resposta à crise financeira de 2008. Várias estruturas legais foram criadas para captar investimento estrangeiro, como o "Regime Fiscal Especial para Residentes Não Habituais", em 2009, a "Autorização de Residência para Atividade de Investimento" (programa "Vistos Gold"), em 2012 (Antunes, 2020), ou, mais recentemente, os incentivos fiscais para os "nómadas digitais". Estes programas visam essencialmente atrair capital estrangeiro, promover o crescimento económico e criar oportunidades tanto para o país de acolhimento como para os investidores. No entanto, estes regimes, em particular o programa de Vistos Gold, geraram consequências no mercado imobiliário, incluindo inflação de preços e desaprovação pública, particularmente nas grandes áreas urbanas (Santos & Strohmaier, 2024).

Simultaneamente, a crescente atratividade do turismo urbano está ligada ao aumento do investimento em Alojamento Local (AL) (Arias-Sans e Quaglieri-Domínguez, 2016; Cocola-Gant, 2016; Gurran e Phibbs, 2017; Wachsmuth e Weisler, 2018). Entenda-se por AL como a disponibilização de quartos ou casas inteiras a hóspedes por períodos curtos, frequentemente divulgados em plataformas digitais (e.g. Airbnb). Esta modalidade de alojamento tem vindo a tornar-se cada vez mais popular em destinos turísticos urbanos, como é o caso de Lisboa, uma vez que proporciona aos proprietários de imóveis a oportunidade de obter rendimentos adicionais, enquanto os turistas desfrutam de experiências mais próximas do quotidiano local e geralmente mais económicas (De Barros & Novo, 2023). Com o aumento do número de turistas que visitam as cidades portuguesas, há uma maior procura por AL; exemplo desta dinâmica é o crescimento exponencial do número de estabelecimentos de AL no município de Lisboa, que passou de uma realidade residual em 2010 para mais de 20.000 AL em 2020 (Antunes & Ferreira, 2021). Olhando para o município de Lisboa o trabalho de Antunes & Ferreira (2021) questiona precisamente sobre o fenómeno de AL "*how much is too much*", na perspetiva de que cada fração residencial utilizada para acomodação turística não está a ter um uso residencial para uma família local, retirando potencialmente essa fração residencial ao mercado de habitação. Devido a este conjunto de fatores, o AL vindo a ser associado a fenómenos urbanos contemporâneos, como a "turistificação" (Barata-Salgueiro, et al., 2017; Seixas, 2019a, 2019b; Antunes & Ferreira, 2021), a "gentrificação" (Mendes 2016, 2017, 2018, 2019, 2020; Carvalho et al., 2019, Lestegás et al., 2019) ou até a "financeirização da habitação" (Santos, 2019; Tulumello & Allegretti, 2021; Drago, 2021).

Em paralelo com o crescimento do turismo, que reflete um maior interesse internacional, é também possível verificar que ao longo da década de 2010 aumentou consideravelmente o número de transições imobiliárias de cidadãos estrangeiros, assim como com de entidades coletivas com sede fora de Portugal, como, por exemplo, os fundos imobiliários internacionais. Para os particulares, tal tem ocorrido, em grande medida, pelo aumento do interesse de viver em Portugal (ou adquirir segunda habitação no país), por sua vez, no caso dos fundos internacionais, a razão deve-se em grande medida por existir a perceção de um investimento imobiliário rentável, que funciona, também, como ativo financeiro seguro.

Deverá também destacar-se que desde os anos 2010 que se privilegia ações de reabilitação de edifícios em detrimento da construção nova. Para este efeito foram criados diversos instrumentos, tais como o Regime Excecional para a Reabilitação Urbana (RERU), de 2014, que flexibilizava as normas técnicas impostas pelo Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), tornando as intervenções menos onerosas e tecnicamente menos exigentes. Além disso, foram criados instrumentos financeiros, como o Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbana, conhecido como IFRRU 2020, integrado no PORTUGAL 2020 e cofinanciado por fundos europeus (Antunes, 2018; Xerez, Rodrigues & Cardoso, 2018; Seixas & Antunes, 2019; Antunes & Seixas 2022).

Note-se que, sobre esta questão, efetivamente tem existido um movimento para a reabilitação do edificado, em contraponto com a construção nova. Por exemplo, em 2022 foram concluídos apenas 20 156 fogos habitacionais em todo o país, valor este que pode ser comparado com os 115 154 fogos concluídos em 2001 (o valor mais baixo foi registado em 2015, com 7 148 fogos concluídos).[1] Parece assim racional admitir que o número de fogos concluídos ao longo da década de 2010, em média 16 mil por ano, pode ter contribuído para um reforço manifestamente reduzido da oferta, limitando o número de casas que entram no mercado. Ainda neste mesmo contexto, salienta-se que em 2022 o setor da construção residencial representou em Portugal cerca de 3,9% do PIB, valor inferior à média da EU, de 5,9%.[2]

Finalmente, um outro fator crucial para entender o mercado de habitação em Portugal é o papel das taxas Euribor, sendo possível identificar dois momentos distintos: i) durante 2008/2009, registou-se um período de máximos históricos da Euribor, atingindo cerca de 5%, desencadeando uma série de eventos subsequentes, que incluíram o aumento das taxas de esforço familiares, o aumento do crédito imobiliário em incumprimento, a entrada significativa de casas no mercado imobiliário e a diminuição do valor das habitações devido ao excesso de oferta face à reduzida procura; ii) num segundo momento, as taxas de juro Euribor diminuíram até alcançar valores negativos em 2015, uma tendência que foi recentemente contrariada por um aumento abrupto desde o início de 2022. Quer isto dizer que entre 2015 e 2021, momento em que a taxa Euribor se encontrava em valores negativos nas suas várias indexações, requerer crédito à habitação era um processo mais facilitado por resultar em prestações relativamente reduzidas, em razão dos juros de referência praticados. Esse aumento (percepcional) de liquidez familiar poderá, também, ter contribuído para um aumento do preço das habitações, pois a generalidade das famílias estava disponível para ir mais longe nos valores de compra.

1.3 O cenário europeu

Portugal é dos países da UE onde os preços do metro quadrado continuam a aumentar de forma mais acelerada (Eurofound, 2023; Deloitte, 2022, 2023). No conjunto da UE, entre 2010 e 2019, os custos da habitação aumentaram 8% para os proprietários e 23% para os inquilinos. Os dados sobre a evolução do preço das habitações da União Europeia, providenciados pelo Eurostat, confirmam não só a tendência de valorização imobiliária em Portugal, como a liderança nessa valorização ao longo dos anos, em conjunto com países como a Estónia, o Luxemburgo e a Hungria. De acordo com a Fig. 1, é possível verificar que

[1] "Fogos concluídos em construções novas para habitação familiar", INE.

[2] Residential construction - annual data, % of GDP, tipsna50, Eurostat.

nem a Covid-19 suspendeu a tendência de valorização imobiliária, sendo que o preço das habitações continuou a subir em toda a União Europeia, incluindo em Portugal.

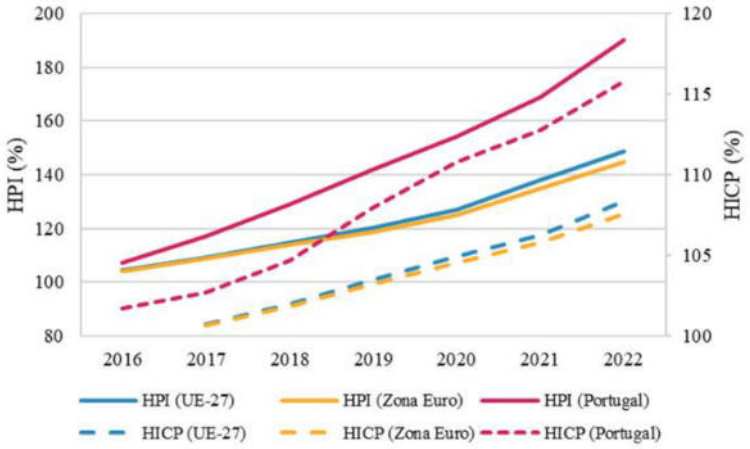


Fig. 1 Evolução dos preços da habitação no contexto europeu. Fonte. Eurostat. House Price Index (HPI) e Harmonized Index of Consumer Prices (HICP).

Com efeito, o aumento do preço das habitações tem surgido como um tema em crescendo no plano mediático e académico, com um leque alargado de trabalhos que abordam a crescente dificuldade no acesso à habitação no contexto internacional (Brenner et al., 2012; Becker, 2013; Aalbers, 2016; Colomb & Novy, 2016; Wetzstein, 2017; Aalbers & Haila, 2018; Cocola-Gant, 2018; Lees et al., 2016; Lees & Phillips, 2018; Fuller, 2019; Van Heerden et al., 2020; Hoffman & Heisler, 2020; Mikulić et al., 2021).

2 ANÁLISE PRÁTICA

A análise quantitativa proposta no presente trabalho baseia-se na observação de dados estatísticos do INE, mas, fundamentalmente, na formulação de um modelo teórico-quantitativo denominado "Índice de Acesso à Habitação" (IAH). A formulação do IAH (Figura 2) permite, em particular, perceber de que forma evoluiu o acesso à habitação em território nacional, correlacionando-se indicadores como o valor mediano do metro quadrado e os rendimentos medianos dos agregados familiares. A análise metodológica proposta neste trabalho já foi desenvolvida em estudos anteriores que analisaram as dinâmicas imobiliárias espaciais e temporais na Área Metropolitana de Lisboa (AML) (Seixas & Antunes, 2019; Antunes & Seixas, 2020; Antunes & Seixas, 2022).

'Housing Access Index'

Mortgages	Rental market
AHV = A x B $HAI = \frac{MP}{HI} \times 100$	AHV = C x B $HAI = \frac{AHV}{HI} \times 100$
HAI: Housing Access Index. **AHV:** Average Housing Value. **A:** Median value of dwelling sales (€, by municipality, per m^2).[1] **B:** Average usable floor area of dwellings (m^2, by municipality).[2] **HI:** Household Income (€, municipality).[3] **MP:** Mortgage Payments.[5]	**HAI:** Housing Access Index. **AHV:** Average Housing Value. **C:** Median rental value for dwellings (€, by municipality, per m^2).[4] **B:** Average usable floor area of dwellings (m^2, by municipality).[2] **HI:** Household Income (€, municipality).[3]

Notes
[1] '*Median value per m² of dwelling sales*', from Statistics Portugal.
[2] '*Average usable area (m²) of conventional dwellings of usual residence*', from Statistics Portugal.
[3] '*Median value of gross reported income per tax household*', from Statistics Portugal.
[4] '*Median house rental value per m² in new lease agreements of dwellings*', from Statistics Portugal.
[5] Mortgage (monthly payments, simulation):
- Mortgage of 90% of HAI;
- 35-year mortgage;
- Euribor 12 months;
- Spread 1.500%;
- Nominal tax 1.217%;
- Other compulsory costs (insurance, etc.).

Fig. 2 Formulação do Índice de Acesso à Habitação (IAH), para Compra e Arrendamento

Conforme indicado na Fig. 2, o cálculo do IAH subdivide-se em duas fórmulas: uma para o mercado de compra de habitação (que simula a prestação de crédito à habitação) e outra para o mercado de arrendamento. O IAH para a compra de imóveis é calculado em duas fases: i) tendo por base os dados recolhidos no INE, calcula-se o preço médio das habitações num determinado território, através da multiplicação das variáveis "valor mediano do metro quadrado" e "superfície média útil dos alojamentos familiares", para o território analisado, num dado período; ii) realiza-se o cálculo da prestação com base em simulações bancárias (considerando-se as condições referidas na Fig. 2), sendo o valor de IAH obtido após ponderação com o rendimento líquido familiar. Por sua vez, o IAH para o arrendamento baseia-se também na multiplicação do valor mediano do metro quadrado (no arrendamento) pela superfície média dos alojamentos familiares (em determinado território e momento), seguindo-se a ponderação com o rendimento líquido familiar, na qual se obtém o IAH.

Para o presente trabalho foram calculados os valores do IAH para as NUTS II e Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, entre 2016 e 2022, para a compra de habitação. No caso do arrendamento, o cálculo foi realizado para as mesmas unidades estatísticas, mas entre 2017 e 2022. Quer isto dizer que a análise efetuada no presente trabalho é eminentemente nacional, subdivindo-se a observação à escala regional. Importa, ressalvar que em janeiro de 2024 entrou em vigor uma nova divisão estatística, reorganizando a distribuição das NUTS II e III, que o presente trabalho já respeita.[3]

2.1 Acesso à habitação: compra de habitação

Conforme a Tabela 1, é possível verificar que, entre 2016 e 2022, o valor mediano do metro quadrado na compra de habitação subiu de forma acentuada em todas as NUTS II, sendo que

[3] Estas alterações dizem sobretudo respeito à NUT II AML, que foi extinta e subdividida em NUT II Grande Lisboa e NUT II Península de Setúbal. Neste trabalho, a análise já respeita a nova organização estatística, mas mantém-se, por inferência, os valores da AML.

o mesmo cenário se registou nas Regiões Autónomas. A Tabela 1 permite, também, compreender diferentes ritmos, tendências e espacialidades na valorização imobiliária.

Tabela 1 Evolução do metro quadrado e do IAH, na compra de casa, nas NUTS II (2016-2022)

	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		Tx. Variação (%) (2016 - 2022)	
	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH
Norte	692	29	731	31	795	31	869	33	977	37	1 065	37	1 169	38	69	31
Centro	575	24	600	25	652	25	679	25	784	29	815	28	861	28	50	17
Oeste e Vale do Tejo	600	24	627	25	665	25	702	25	815	29	865	29	923	29	54	21
AML [antiga]	1 125	31	1 210	34	1 283	34	1 355	35	1 535	40	1 668	41	1 885	44	68	42
Grande Lisboa	1 139	32	1 250	35	1 451	39	1 698	44	1 875	48	1 998	49	2 241	51	97	59
Península de Setúbal	784	24	838	25	928	27	1 038	29	1 184	33	1 350	35	1 513	37	93	54
Alentejo	586	23	581	22	639	23	651	23	685	24	717	23	746	23	27	0
Algarve	1 222	48	1 296	49	1 424	52	1 562	56	1 721	61	1 836	61	2 095	66	71	38
R. A. Açores	611	25	645	26	677	26	737	28	807	29	867	30	939	31	54	24
R. A. Madeira	974	36	1033	38	1 143	40	1 197	41	1 258	42	1 310	41	1 481	43	52	19

Em 2016, as regiões que apresentavam valores medianos do metro quadrado mais elevados para a compra de casa eram o Algarve (1 222 €/m^2), a Grande Lisboa (1 139 €/m^2), a Região Autónoma da Madeira (974 €/m^2) e a Península de Setúbal (784 €/m^2). No entanto, este cenário sofreu uma alteração em 2022, sendo que as NUTS II que possuem com valores medianos do metro quadrado mais elevados são a Grande Lisboa (2 241 €/m^2), o Algarve (2 095 €/m^2), a Península de Setúbal (1 513 €/m^2) e a Região Autónoma da Madeira (1 481 €/m^2).[4]

No que se refere aos resultados do IAH para a compra de casa, é possível verificar na Tabela 1 que entre 2016 e 2022 os valores superiores de IAH verificavam-se nas NUTS II Algarve, Região Autónoma da Madeira, Grande Lisboa e Norte, embora sofram algumas alterações na sua posição, ao longo dos anos. Nesta análise destaca-se a região do Algarve com IAH mais elevados, ou seja, em que o preço das habitações e os rendimentos líquidos apresentam maior desfasamento. A observação da Tabela 1 permite ainda verificar que a Grande Lisboa e a Península de Setúbal foram as unidades estatísticas com maior variação do valor do metro quadrado, com valores superiores a 90 %.

2.2 Acesso à Habitação no Arrendamento

O IAH no arrendamento é tendencialmente superior ao IAH na compra, o que nos dá a indicação de uma maior dificuldade de acesso ao mercado de arrendamento (Tabela 2). Na maioria das NUTS II o valor mediano do metro quadrado no arrendamento de casa tem uma tendência de constante crescimento, à exceção do Alentejo e da Região Autónoma dos Açores que apresentam um ligeiro decréscimo em 2021 face a 2020 e a Região Autónoma da Madeira, que experiencia uma quebra de 2019 para 2020 (Tabela 2).

[4] Deverá sublinhar-se uma limitação reconhecida desta análise às NUTS II, pois compara as realidades das NUTS II Grande Lisboa e Península de Setúbal à NUTS II Norte, que engloba uma grande variedade de realidades, incluindo a Área Metropolitana do Porto, que se configura como uma NUTS III. Esta limitação será ultrapassada em trabalhos futuros, com níveis de desagregação de análise superiores.

Em 2022, as regiões estatísticas que possuíam valores medianos do metro quadrado superiores eram a Grande Lisboa (9,97 €/m^2), a Península de Setúbal (7,50 €/m^2), o Algarve (7,05 €/m^2) e a Região Autónoma da Madeira (6,81 €/m^2). No entanto, a taxa de variação revela um padrão diferente, dado que os primeiros lugares são ocupados pelas NUTS II de Península de Setúbal (60%), Grande Lisboa (53%), Norte e Algarve (41%).

Tabela 2 Evolução do metro quadrado e do IAH, no arrendamento de casa, nas NUTS II (2017-2022)

	2017		2018		2019		2020		2021		2022		Tx. Variação (%) (2017 - 2022)	
	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH	m²	IAH
Norte	3.83	53	3.96	52	4.36	55	4.72	59	5.00	60	5.41	62	41	17
Centro	3.25	44	3.35	44	3.56	45	3.76	47	4.07	48	4.28	48	32	9
Oeste e Vale do Tejo	3.31	44	3.42	43	3.65	45	3.89	47	4.20	49	4.48	49	35	13
AML [antiga]	6.06	56	6.50	58	7.54	65	8.42	73	8.68	73	9.29	75	53	32
Grande Lisboa	6.53	61	7.02	62	7.68	68	8.58	74	9.35	79	9.97	79	53	31
Península de Setúbal	4.68	47	4.94	48	5.87	54	6.22	58	6.84	62	7.50	64	60	37
Alentejo	3.45	44	3.52	43	3.56	42	3.83	45	3.82	43	3.95	42	15	-3
Algarve	5.00	56	5.27	64	5.93	70	6.54	79	6.74	78	7.05	77	41	38
R. A. Açores	3.48	47	3.57	46	3.85	48	3.97	49	3.95	47	4.37	49	26	5
R. A.Madeira	5.15	63	5.32	63	6.00	68	5.98	67	6.15	66	6.81	69	32	11

No arrendamento, o IAH apresenta uma maior heterogeneidade regional, sendo esta bastante notória na taxa de variação (2017-2022), em que o Algarve é a região que sofre o maior aumento (38%), sendo que na NUT II Alentejo o IAH decresce em 3 pontos percentuais. É assim possível verificar que embora existam diferentes ritmos, todas as regiões estatísticas, com a exceção do Alentejo, mostram uma tendência generalizada de aumento do IAH.

3 ACESSO À HABITAÇÃO: ILAÇÕES EXPLORATÓRIAS

Na última década o acesso à habitação em Portugal tem sido progressivamente condicionado, tanto para a compra como para o arrendamento. Os valores de IAH observados tornam praticamente impossível os agregados familiares com rendimentos médios adquirirem ou arrendarem uma habitação. Note-se que a análise efetuada no capítulo anterior corresponde às NUTS II, sendo que, numa análise à escala municipal a situação é bastante mais gravosa, com territórios com valorizações imobiliárias muito acentuadas.

Como referido, a evolução dos padrões regionais apresenta elevada heterogeneidade, embora a subida do valor do metro quadrado seja uma realidade generalizada a todo o país, tanto para a compra como para o arrendamento. No que diz respeito à compra de casa própria, algumas regiões estatísticas revelaram em 2022 valores de IAH superiores a 35, nomeadamente, o Algarve, com um IAH de 66, seguindo-se a Grande Lisboa com IAH de 51, a Região Autónoma da Madeira com IAH de 43, o Norte com IAH de 38 e a Península de Setúbal com IAH de 37.

No arrendamento, todas as NUTS II e Regiões Autónomas exibiram um IAH superior a 40. A situação é particularmente grave nas NUTS II Grande Lisboa, com IAH de 79, no Algarve com IAH de 77, na Região Autónoma da Madeira com IAH de 69, na Península de Setúbal com IAH de 64 e no Norte com IAH de 62.

Note-se, ainda, que esta heterogeneidade é causada pelas subidas dos preços imobiliários consideravelmente desiguais nos diferentes territórios, o que pode indicar novas tendências nas transformações sociogeográficas. Esta disparidade nos aumentos dos preços não apenas reflete as complexidades regionais do mercado imobiliário, mas também sugere uma dinâmica sociogeográfica em evolução, com potenciais impactos na estrutura e distribuição populacional ao longo do tempo.

De um modo geral, os resultados sugerem que o arrendamento requer um maior esforço financeiro por parte das famílias, em comparação com a compra, evidenciando fragilidades significativas em relação às necessidades habitacionais dos segmentos sociais com menores rendimentos. Além disso, esta situação também impacta negativamente a mobilidade residencial da população. Não obstante, as dificuldades no acesso à habitação mostram-se crescentes tanto na compra como no arrendamento.

4 NOTAS FINAIS

Na segunda metade da década de 2010 o preço das habitações iniciou um acentuado movimento de aumento, por sua vez igualmente identificável na maioria dos países europeus. No entanto, verifica-se que Portugal tem sido desde 2015 um dos países da União Europeia a registar consecutivamente as subidas anuais mais significativas. Esta situação tem acarretado maiores dificuldades no acesso à habitação, num cenário de crescentes pressões financeiras e sociais. Note-se, também, que no cenário europeu e nacional não se verificaram quebras de tendência significativas durante a Covid-19 (em 2020 e 2021), como eventualmente seria expectável num período de confinamento ou mesmo de suspensão de atividades sociais e económicas. Por seu lado, mais recentemente (desde 2023) alguns mercados imobiliários importantes – como o francês e alemão – registaram as primeiras descidas anuais em vários anos, eventualmente fruto da inflação e altas taxas de juro, não sendo de descartar, no futuro, o contágio a outros mercados.

Olhando-se com particular atenção para a escala nacional, é possível compreender que as NUTS II mais pressionadas são o Algarve, a Grande Lisboa e a Península de Setúbal, sendo que estas duas últimas NUTS II são recentes, formadas pela desagregação da antiga NUTS II AML, que existia até dezembro de 2023. Poderá assim indicar-se que existe uma situação diferenciada no Algarve e AML, sendo estas as regiões estatísticas genericamente mais pressionadas do que as restantes.

Contudo, como indicado anteriormente, deverá sublinhar-se que a observação restrita às NUTS II tem algumas limitações analíticas, como, por exemplo, é possível verificar em particular na NUTS II Norte, que abrange realidades muito distintas, desde o Norte Interior (Trás-os-Montes) à Área Metropolitana do Porto (AMP), sendo esta última uma NUT III. Não obstante, embora a AMP não seja neste trabalho alvo de análise direta, por não configurar como NUT II, deverá indicar-se que a sua situação, em termos acesso à habitação, não é tão grave como se verifica nas NUTS II Algarve e a AML, embora os valores da AMP sejam, como seria expectável, muito diferentes da generalidade da NUT II Norte. Estas e outras limitações do presente trabalho apenas são possíveis de ultrapassar numa análise mais abrangente e desagregada, que, numa abordagem multiescalar, possam realizar análise espácio-temporais às NUTS II, NUTS III, municípios e freguesias, conforme tem vindo a ser desenvolvido no âmbito do projeto em que se insere o presente trabalho.

Portugal enfrenta hoje um sério problema de acesso à habitação pelas famílias e indivíduos, generalizado em todo o país, mas claramente mais significativo nas grandes áreas urbanas, particularmente pressionadas. No que respeita ao acesso à habitação, acresce que a valorização imobiliária não foi acompanhada de aumentos de rendimento em idêntica proporção, condicionando, assim, cumulativamente, ano após ano, o acesso à habitação, numa situação que já não afeta apenas as camadas de rendimentos mais reduzidos, mas a classe média de forma geral.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto 2022.09401.PTDC, https://sciproj.ptcris.pt/175739PRJ.

Todos os autores do presente trabalho integram o: Interdisciplinary Centre of Social Sciences (CICS.NOVA), Faculty of Social Sciences and Humanities (NOVA FCSH), Lisbon, Portugal

6 REFERÊNCIAS

Antunes, G. (2018) **Políticas de habitação 200 anos**, Lisboa: Caleidoscópio e Câmara Municipal de Lisboa, 642.

Antunes, G. (2020) **Housing Policies in (the) Crisis: The Troika Memorandum and the Housing Market in Portugal**, Lisboa: Friedrich-Ebert-Stiftung, 1-17.

Antunes, G. (2021) **Direitos Humanos e Habitação: Evolução do direito à habitação em Portugal**, Lisboa: Caleidoscópio, 194.

Antunes, G., e Seixas, J. (2022) Impactos da pandemia na evolução do acesso à habitação na Área Metropolitana de Lisboa, **CIDADES, Comunidades e Territórios**, 55-79.

Arias-Sans, A., e Quaglieri-Domínguez, A. (2016) "Unravelling Airbnb. Urban Perspectives from Barcelona", in Antonio Paolo Russo e Greg Richards (orgs.), **Reinventing the Local in Tourism. Travel Communities and Peer-Produced Place Experiences**, London: Channel View, 209–28.

Barata-Salgueiro, T., Mendes, L. e Guimarães, P. (2017) Tourism and urban changes: lessons from Lisbon, in. M. Gravary-Barbas, & S. Guinand (eds.), **Tourism and Gentrification in Contemporary Metropolises: International Perspectives**. Londres: Routledge, 329.

Cardoso, D. (2019) Acessibilidade económica ao arrendamento em Portugal: uma aplicação da abordagem do rendimento residual, **CIDADES, Comunidades e Territórios**, 99, 83–100.

Carvalho, L., Chamusca, P., Rio Fernandes, J. e Pinto, J. (2019) Gentrification in Porto: floating city users and internationally driven urban change, **Urban Geography**, 40(4), 565–572.

Cocola-Gant, A. (2016) Holiday Rentals: The New Gentrification Battlefront, **Sociological Research Online**, 21(3) 112-120.

Costa, A. (2023) **Imigração e a discriminação na habitação em Portugal**, Lisboa: Casa do Brasil 1-87.

De Barros e Novo, G. (2023) **TE 114 - O Alojamento Local no Concelho de Lisboa: Impactos e Desafios - GEE**.

Deloitte (2022) **Property Index Overview of European Residential Markets**, 1-27.

Deloitte (2023) **Property Index Overview of European Residential Markets,** 1-34.

Drago, A. (2021) **Habitação entre crises: partição das classes médias, políticas de habitação acessível e o impacto da pandemia em Portugal**, Coimbra: Centro de Estudos Sociais, 1-69.

Eurofound (2023) Unaffordable and inadequate housing in Europe, **Publications Office of the European Union**, Luxembourg, 1-84.

Ferreira, P., Silva, B. e Costa, F. (2019) O preço da habitação: as determinantes do valor na Área Metropolitana de Lisboa, in A.C. Santos, **A nova questão da habitação em Portugal,** Coimbra: Actual, 1-31.

Gurran, N. e Phibbs, P. (2017) When Tourists Move In: How Should Urban Planners Respond to Airbnb?, **Journal of the American Planning Association**, 83(1), 80–92.

IHRU (2015) **1987-2011 – 25 anos de esforço do Orçamento do Estado com a habitação**, Lisboa: Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, 1-11.

Lestegás, I., Seixas, J. e Lois-González, R.C. (2019) Commodifying Lisbon: A Study on the Spatial Concentration of Short-Term Rentals, **Social Sciences**, 8(2), 33.

Mendes, L. (2016) What can be done to resist or mitigate tourism gentrification in Lisbon? Some Policy Findings & Recommendations, in M. Glaudemans, & I. Marko (eds.), **City Making & Tourism Gentrification**, Tilburg: Stadslab, 34-41.

Mendes, L. (2017) **Gentrificação, financeirização e produção capitalista do espaço urbano. Cadernos Poder Local**, 8, 56–86.

Mendes, L. (2018) Tourism gentrification in Lisbon: the panacea of touristification as a scenario of a postcapitalist crisis, in I. David (ed.), **Crisis, Austerity and Transformation: How Disciplinary Neoliberalism is Changing Portugal**, Londres: Lexington, 25-46.

Mendes, L. (2019) Airbnb, gentrificação turística e injustiça espacial, in J. Rio Fernandes, L. Carvalho, P. Chamusca, T. Mendes, & A. Gago (eds.), **Lisboa e a Airbnb**, Porto: Book Cover, 65-67.

Mendes, L. (2020) Anti-Displacement Social Movements in Lisbon: A Perspective from the Trenches in the Fight Against Transnational Gentrification, in J. Krase & J. DeSena (eds.), **Gentrification around the World**, Londres: Palgrave, 107-129.

Mullins, D., e Murie, A. (2006) **Housing policy in the UK**, Hampshire: Palgrave Macmillan 1-324.

Santos, A. C. (2019) **A nova questão da habitação em Portugal**, Coimbra: Actual,1-330.

Santos, J. P., e Strohmaier, K. (2024) **All That Glitters? Golden Visas and Real Estate**, IZA – Institute of Labor Economics, 1-28.

Seixas, J (2019a), Habitação e Alojamento local em Lisboa. in JAR Fernandes, L Carvalho, P Chamusca, A Gago & T Mendes (eds), **Lisboa e a Airbnb**. Book Cover Editora, Porto, 71-74.

Seixas, J. (2019b) Área Metropolitana de Lisboa, in J. Rio Fernandes, L. Carvalho, P. Chamusca, A. Gago & T. Mendes (eds.), **Lisboa e a Airbnb**, Porto: Book Cover.

Seixas, J., e Antunes, G. (2019) Tendências recentes de segregação habitacional na Área Metropolitana de Lisboa. **CIDADES, Comunidades e Territórios**, 39, 55–82.

Travasso, N., Varea Oro, A., Almeida, R. e Ribeiro, S. (2020) Acesso ao mercado de arrendamento em Portugal: um retrato a partir do Programa de Arrendamento Acessível, **Finisterra**, LV(114), 105–126.

Tulumello S. e Allegretti G. (2021) Articulating urban change in Southern Europe: Gentrification, Touristification and Financialisation in Mouraria, **European Urban and Regional Studies**, 28(2), 1–22.

Wachsmuth, D., e Weisler, A. (2018) Airbnb and the Rent Gap: Gentrification through the Sharing Economy, **Environment and Planning A**, 50(6), 1-45.

Xerez, R., Pereira, E., e Cardoso, F.D. (2021) **Habitação própria em Portugal numa perspetiva Intergeracional**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Xerez, R., Rodrigues, P., e Cardoso, F. (2018) A política de habitação em Portugal de 2002 a 2017: Programas, políticas públicas implementadas e instituições envolvidas, in R. Agarez (Coord.), **Habitação – cem anos de políticas públicas em Portugal 1918-2018**, Lisboa: Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, 465–511.

PESOS DOS CRITÉRIOS DE COMPETITIVIDADE DAS ROTAS DE ESCOAMENTO DE SOJA DO MATO GROSSO COM APOIO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

A. C. Corrêa, M. S. G. Tobias, R. A. R. Ramos, H. B. Moraes e C. M. Santos

RESUMO

A tomada de decisão é um processo mental cognitivo que envolve critérios tangíveis e intangíveis. A complexidade do processo está presente na seleção de rotas logísticas para escoamento da produção em regiões de grande dimensão territorial, dispersão das zonas de produção e escassez de infraestrutura; mediante alternativas e critérios de escolha envolvidos. Este trabalho consistiu em determinar os pesos de critérios de competitividade de rotas, tendo como caso o escoamento da soja do estado do Mato Grosso-Brasil. Na análise, utilizou-se a *Analytic Hierarchy Process*, sendo a coleta de dados através de questionário aplicado aos tomadores de decisão pelo escoamento da produção, e os pesos dos critérios de escolha de rotas foram validados por meio de consenso em seções de reuniões com os *stakeholders*. Os resultados indicam os critérios relacionados ao padrão de viagem e à segurança como os de maiores pesos no processo decisório de escolha de rotas.

1 INTRODUÇÃO

O escoamento da produção de soja do Centro-Oeste brasileiro tem se constituído como um desafio logístico. As rotas de transporte que saem dessa região para os portos do Sul e do Sudeste do país e, em parte, para os portos dos estados da região Norte apresentam carência de infraestrutura e diversos projetos em pauta governamental. Decisões relevantes para as rotas obrigam a decidir sobre quais projetos investir, dada a escassez de recursos e a necessidade de maximização de benefícios. Assim, a determinação das importâncias relativas dos critérios de competividades das rotas de escoamento da produção é fundamental para analisar o processo decisório dos *stakeholders*, tidos como tomadores de decisão pelo escoamento da produção, no tocante à logística, investimentos e elaborações de políticas de transporte.

Em termos de produção, a economia do estado do Mato Grosso é sustentada por dois pilares: a pecuária e a agricultura. Apesar de possuir o maior rebanho bovino do país, com aproximadamente 34,2 milhões de animais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a produção e exportação de grãos são as principais atividades econômicas do estado. Em 2021, o Mato Grosso foi responsável por aproximadamente 28% da produção nacional de soja, com a intensificação da produção de soja exigindo a busca por soluções logísticas eficientes para o escoamento da safra. Em face deste desafio, é consenso entre grande da parte dos planejadores de transportes, estudiosos do tema, operadores logísticos e do setor produtivo, que as alternativas de escoamento da

produção crescente do Centro-Oeste e Norte brasileiro devam ser consideradas em termos de investimentos, envolvendo a rede viária e os portos da região Norte, o chamado Arco Norte (abrangendo infraestruturas acima do paralelo 16ºS).

Para viabilizar a chegada das cargas até os portos do Arco Norte, as alternativas de rotas se constituem em diversos investimentos inseridos em planos governamentais e estudos técnicos. Dentre eles, a pavimentação da rodovia BR-163/PA, restaurações das rodovias BR-155/PA e BR-158/PA e, realização de intervenções de adequação de capacidade na rodovia BR-364/RO. Também, em termos de investimentos, é importante viabilizar a chegada da Ferrovia Norte-Sul a Barcarena (PA), construir a ferrovia EF-170 (Ferrogrão), derrocar o Pedral do Lourenço, construir terminais privados em Miritituba e Vila do Conde, além de dragar, balizar e sinalizar o Rio Madeira e o Rio Tapajós. Não menos importante, é preciso retomar um projeto esquecido desde a década de 1970, a BR-210 (inserida no antigo projeto Calha Norte), que ligará Roraima, Pará e Amapá, viabilizando a integração comercial com as Guianas, o Suriname e a Venezuela. Portanto, tais infraestruturas possibilitam a existência de diversas rotas.

No âmbito logístico, relacionado aos fluxos de transportes gerados pelo escoamento da produção, convém notar a importância que os *stakeholders* atribuem às alternativas resultantes de combinação de rotas e modos de transporte, de forma a identificar as que podem oferecer a melhor opção dada a valoração de critérios críticos da escolha no momento da decisão pela rota-porto disponível. Vale ressaltar que, num mundo globalizado e, com um ambiente permeado de mudanças contínuas, atrelado à necessidade de aproveitamento eficiente dos recursos de infraestrutura existentes e investimentos financeiros bem direcionados, visando a maximização de benefícios dos projetos, ter como base critérios adequados e alinhados a uma realidade presente de s*takeholders*, frente à necessidade premente ao aumento de competitividade, torna-se um aspecto crítico e até mesmo de sobrevivência no mercado, e de desenvolvimento do setor produtivo nacional.

Diante do exposto, este trabalho teve como foco a análise do processo de escolha das alternativas de rotas-porto de escoamento, em termos da definição de pesos dos critérios envolvidos na tomada de decisão, por aqueles s*takeholders* que de fato definem por onde escoar a produção. Para tal análise, foi utilizado o *Analytic Hierarchy Process*, conhecido como método AHP, com os dados coletados a partir de um questionário dirigido aos tomadores de decisão. A busca de resultados foi dirigida para a obtenção da estrutura hierárquica de critérios e subcritérios que, numa ação preliminar, foi possível elencar, a partir da revisão de literatura sobre o assunto. Alguns critérios tradicionais de tomada de decisão em transporte, outros nem tantos, mas incorporados na avaliação em consideração a sua importância social e ambiental, dado que a região sob estudo ser na Amazônia, com peculiaridades regionais que não poderiam ser ignoradas, como as reservas ambientais e indígenas, a dispersão da população e os baixos índices de desenvolvimento humano em cidades.

2 METODOLOGIA

O objeto de estudo é a região do Mato Grosso onde se situam os principais municípios produtores de soja, tendo à frente o município de Sorriso (IBGE, 2022) e que dispõe, como corredores de escoamento, atualmente a BR 163 e a BR 364 e com o projeto da ferrovia Ferrogrão. Os principais municípios produtores são Sinop e Sorriso e os de recebimento de

carga são Santarém e Itaituba (Miriticuba) no Norte e, Rondonópolis, onde há transbordo rodoviário para a ferrovia que faz ligação ao Porto de Santos, conforme a Figura 1.

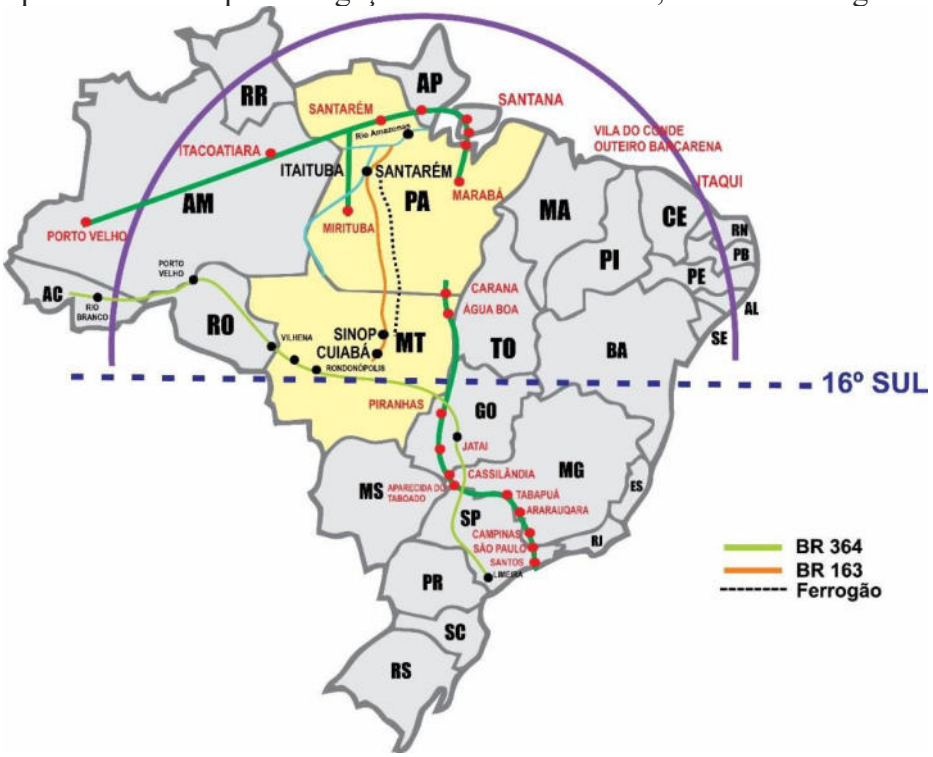


Fig. 1 Rotas de Transporte de Soja
Autores, 2024

2.1 Tipo de Estudo e Público-Alvo

A pesquisa teve caráter exploratório e a amostra foi não probabilística, apoiada no aproveitamento de respondentes que aderiram espontaneamente a pesquisa sendo, portanto, usado um método de amostragem intencional, apoiada em reuniões *in loco* com operadores logísticos e de entidades de comercialização, admitidos como conhecedores do processo de recepção e despacho de carga de soja. Tal amostragem mostrou-se adequada para um estudo preliminar para uma fase mais alargada, após a experiência de aplicação e aperfeiçoamento do questionário para aplicação em outras situações de condições similares (Reis *et al.*, 2022). Admitiu-se que, os respondentes que se mostraram disponíveis são elementos de amostra representativos do universo de população em questão.

2.2 O uso do Método AHP

O AHP (Saaty, 1977, 1980) é um método de apoio à decisão multicritério, que desde o seu desenvolvimento na década de 70 tem sido amplamente aplicada em diversos campos, como na resolução de problemas relacionados à engenharia da materiais (Gehlot e Shrivastava, 2024), avaliação de docentes (Do *et al.*, 2024), energia (Manivasagam *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024), logística (Menon e Ravi, 2022), controle de finanças públicas (Araujo *et al.*, 2023) e transportes (Rabia e Bellabdaoui, 2023; Lin *et al.* , 2024; Garipagaoglu *et al.*, 2023; Junyent *et al.*, 2024). Apesar ter sido concebido para o processo completo de avaliação de alternativas, seja na versão original ou com adaptações, tem sido frequentemente empregado na etapa de atribuição de pesos dos critérios em virtude das dificuldades de julgamentos que surgem na presença de muitas alternativas em decorrência do aumento do número de

comparações, tal como apresentadas por Araujo *et al.* (2023), Manivasagam *et al.* (2023), Lin *et al.* (2024) e Menon e Ravi (2022).

O AHP é um método baseado em síntese aditiva, que divide o problema em objetivo, critérios, subcritérios e alternativas, formando uma árvore hierárquica de decisão, tornando mais simples o processo de análise. As avaliações dos critérios e subcritérios, bem como das alternativas em relação aos critérios são realizadas em matrizes de comparações em pares, seguindo uma escala que permite a avaliação de atributos qualitativos (Saaty, 1977, 1980), representando a tradução semântica da preferência de uma alternativa em relação a outra, apresentada na Tabela 1. Saaty (1991a) sugere que devem ser adotados, preferencialmente, os valores ímpares para a melhor distinção de preferências, reservando-se os valores intermediários (pares) para situações avaliações em grupo como forma de contornar dificuldades de consenso entre avaliadores, uma vez que serve de ponto médio entre escalas, permitindo uma solução de compromisso.

Tabela 1 Escala de Saaty

Escala	Comparação entre linhas (i) e colunas (j)
1	Importância igual
3	Importância moderada
5	Importância grande
7	Importância muito grande
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários para refinamento do julgamento.

As matrizes geradas com avaliações da escala Saaty, conforme Equação (1), são positivas, quadradas e recíprocas.

$$\mathrm{A} = \left[a_{ij}\right]_{n\times n} \tag{1}$$

na qual, a_{ij} representa uma comparação entre o elemento da linha i e o elemento coluna j; e n representa a dimensão da matriz.

O vetor de prioridade de cada matriz de comparação, ou peso que representa a importância relativa de cada alternativa ou critério, é obtido pela normalização de seus maiores autovetores, os quais podem ser facilmente calculados pelo método da média geométrica conforme Equações de (2) a (4).

$$\mathrm{w} = [w_i]_n \tag{2}$$

$$w_{\boldsymbol{i}} = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^{n} g_i} \tag{3}$$

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{1/n} \tag{4}$$

nas quais, **w** é o vetor de prioridade normalizado cuja somatória dos elementos, $\boldsymbol{w_i}$ são os elementos normalizados que representam os pesos de cada critério, $\mathbf{g}_{\boldsymbol{i}}$ é o elemento ***i*** do maior autovetor de matriz de comparações **A**, calculado como a média geométrica dos elementos da linha ***i***.

As prioridades de cada critério representam os pesos ou importância atribuídos pelos decisores. As prioridades calculadas dentro de cada critério ou entre critérios, antes da ponderação por suas categorias, são denominadas prioridades locais. As prioridades calculadas após ponderação pela categoria superior a qual pertencem são denominadas globais (Saaty, 1980, 1991a, 1996). A consistência de cada matriz é avaliada pela razão de consistência (CR) que deve ser igual ou inferior a 0,10 e é calculada pela divisão do Índice de Consistência (CI) pelo Índice de Consistência Aleatória (RI), respectivamente definidos nas Equações de (5) a (7).

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{5}$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \tag{6}$$

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j \tag{7}$$

na qual $\boldsymbol{\lambda_{max}}$ é o maior autovalor da matriz de comparações A que pode ser calculado, conforme sugestão de Saaty (1977, 1980, 1996), como o produto do vetor resultante da soma dos elementos de suas colunas pelo seu vetor de prioridade normalizado, *n* a sua dimensão e o valor de RI é um valor tabelado para cada valor de *n*, para *n*=3, *RI*=0,58 e para *n*=4, *RI*=0,9 (Saaty, 1977, 1980).

2.3 Procedimentos Metodológicos

As avaliações foram realizadas a partir das percepções dos *stakeholders* in loco, entre março e abril de 2024, nas macrorregiões de Sorriso e Sinop, produtoras de soja, no traçado da BR163; e da Região Oeste do Pará, de embarque da carga. O instrumento de coleta adotado foi um questionário o qual foi respondido pelos tomadores de decisão envolvidos no processo de escoamento da soja. Os termos semânticos da escala de Saaty foi adaptada no questionário apresentado aos respondentes, sem os valores intermediários, tendo em vista que respostas são realizadas individualmente sem necessidade de soluções de compromisso, traduzindo-se na escala da Figura 2.



Fig. 2 Escala de Saaty adaptada
Autores, 2024

Deve-se atentar para a identificação de possíveis inconsistências nas respostas refletidas nas matrizes de prioridades individuais. Assim, para que as preferências pareadas sejam consideradas satisfatórias o valor da Razão de Consistência (CR) deve ser igual ou inferior a 0,10 (Saaty, 1991b). As matrizes inconsistentes foram corrigidas, utilizando o procedimento matemático proposto por Harker (1987).

As matrizes de comparações individuais resultantes das respostas, corrigidas quando necessário, foram agregadas, utilizando médias geométricas, conforme Equações 8 e 9.

$$\mathbf{A}^{(C)} = \left[a_{ij}^{(C)}\right]_{n\times n} \tag{8}$$

$$a_{ij}^{(C)} = \prod_{k=1}^{m}\left(a_{ij}^{(k)}\right)^{\lambda_k} \tag{9}$$

Em que $\mathbf{A}^{(C)}$ é a matriz de comparações agregada ou coletiva dos *stakeholders* (*k=1,...,m*); $\boldsymbol{\lambda_k}$ representa a importância do julgamento de cada *stakeholder* cujo valor varia entre 0 e 1, todavia, neste estudo, os julgamentos foram considerados de igual importância de forma que $\lambda_k = 1/m$ para todos os avaliadores.

As prioridades locais e globais foram calculadas a partir das matrizes de comparações agregadas. As prioridades globais agregadas representam os pesos dos critérios. Os procedimentos computacionais foram realizados com apoio da Linguagem R (R Core Team, 2024) e dos pacotes Ahpsurvey (Cho, 2019) e ggplot2 (Wickham, 2016).

A Figura 3 sintetiza os procedimentos adotados para a designação dos pesos dos critérios de competitividade das rotas de escoamento de soja do Mato Grosso nesta investigação.

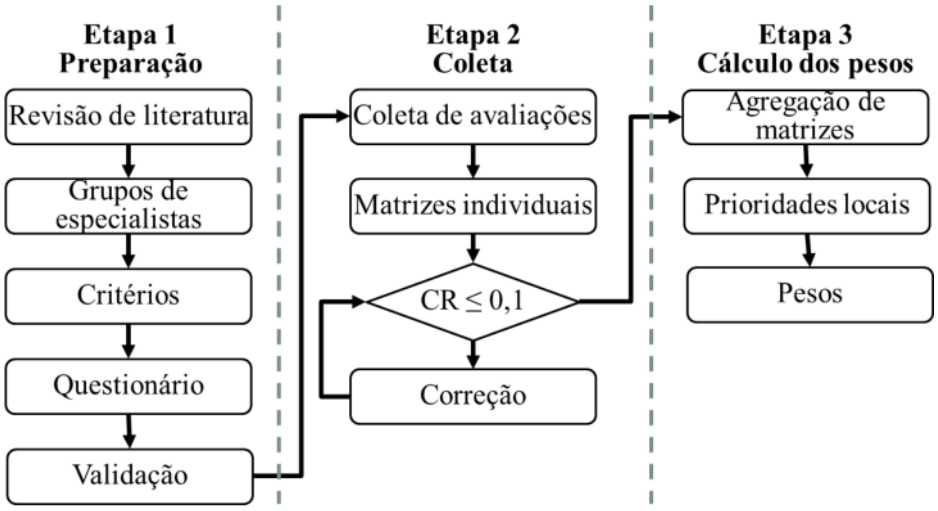


Fig. 3 Procedimentos para a designação dos pesos dos critérios de competitividade
Autores, 2024

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura e as reuniões *in loco*, realizadas na etapa de preparação, permitiram o aprofundamento do conhecimento da produção de soja no Mato Grosso e a identificação de *stakeholders*, tido como grupos de especialistas, bem como dos possíveis tomadores de decisão pelo escoamento da soja.

A estrutura hierárquica de decisão, resultante do consenso de especialistas e validada posteriormente pelos *stakeholders*, é apresentada na Figura 4, sendo constituída por três grupos de critérios e dez subcritérios, qualitativos e quantitativos, quais sejam:

(a) **Padrão de viagem** que correspondente ao tempo total; ao custo de transporte e ao transbordo e à frequência de transporte.
(b) **Serviços** que indicam a confiabilidade/regularidade, que incluem a entrega no prazo e a regularidade de oferta de transporte; a flexibilidade, definida como a capacidade de reagir a alterações no ambiente de frete; a disponibilidade de informações do frete; e o nível de interferência no ambiente percebido.
(c) **Segurança** que envolve a segurança da rota, do modal e portuária.

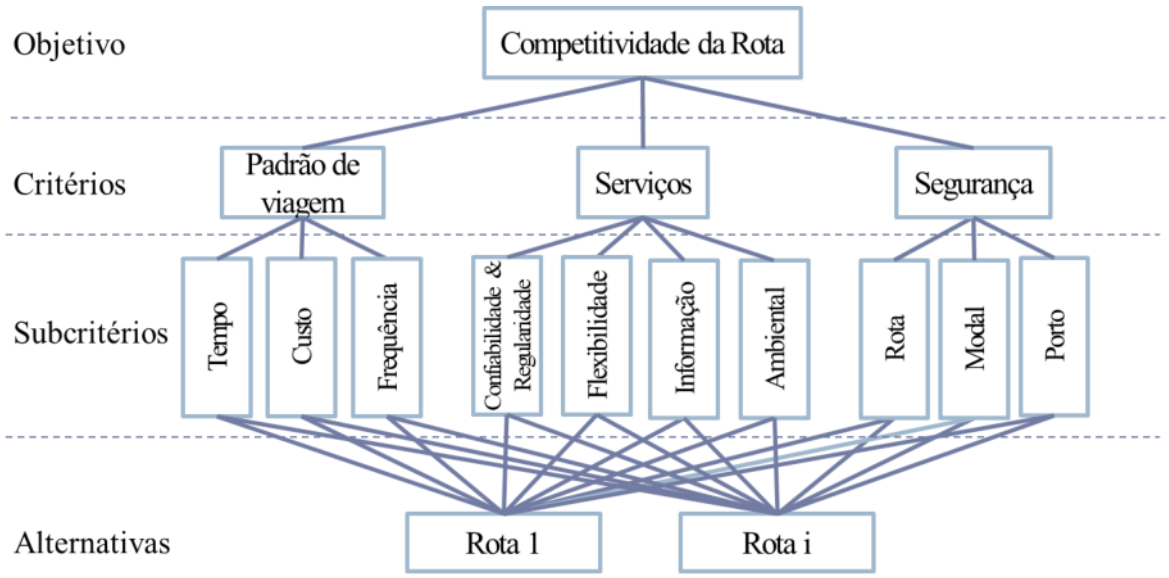


Fig. 4 Estrutura hierárquica de decisão da escolha de rotas de soja
Autores, 2024

O questionário foi o instrumento da coleta de avaliações, tendo havido também a observação *in loco* pelos pesquisadores das opiniões obtidas nas sessões das reuniões, como métrica de validação dos questionários e os resultados da sua aplicação.

Os autores empreenderam viagem à campo, com reuniões programadas, para aplicar o questionário e ter reuniões com os respectivos *stakeholders*, tanto na região de produção de soja, no Estado do Mato Grosso, quanto na região portuária de embarque de soja no Estado do Pará, nomeadamente, Santarém e Itaituba.

As matrizes de comparação agregadas dos critérios e dos subcritérios de competitividade das rotas de escoamento de soja do estado do Mato Grosso são apresentadas na Tabela 2. As prioridades locais representam as importâncias relativas de cada critério dentre de seu grupo. As prioridades dos critérios gerais (Padrão, Serviços e Segurança) determinam a contribuição de cada grupo de subcritérios a seleção de uma rota. Os aspectos relacionados com os padrões de transporte das rotas foram considerados os mais importantes com peso de 0,6542, muito superior aos demais. As prioridades globais correspondem à ponderação das prioridades locais pela prioridade da respectiva categoria superior e correspondem aos pesos ou importâncias relativas de cada subcritério no processo de escolha de rotas pelos tomadores decisão.

Para uma melhor exposição, os pesos são apresentados ordenados por magnitude em escala percentual na Figura 5, na qual pode-se observar o destaque para os critérios de padrões de

transporte, e, em especial, para os Custo de Transporte (38,29%), como resultado da sua elevada preferência dentro de sua categoria (0,5853). A segurança portuária se situa entre 4 quatro aspectos mais importantes (6,99%). Observou-se, ainda, a baixa importância atribuída aos aspectos ambientais na escolha de uma rota (2,08%). Em termos de serviços da rota a disponibilidade de informações do frete (4,85%) e a confiabilidade/regularidade (4,52%) foram considerando os mais importantes.

Tabela 2 Matrizes agregadas e prioridades locais e globais dos critérios

	Matrizes				Prioridades (wi)	
Critérios	Padrão	Serviços	Segurança		**Locais**	**Globais**
Padrão	1,0000	3,9791	3,9791		0,6542	
Serviços	0,2513	1,0000	1,0000		0,1644	
Segurança	0,2513	1,0000	1,0000		0,1644	
Subcritérios:						
Padrão	Tempo	Custo	Frequência			
Tempo	1,0000	0,1395	0,3420		0,1019	0,0666
Custo	7,1683	1,0000	2,4662		0,5853	0,3829
Frequência	2,9240	0,4055	1,0000		0,2659	0,1739
Serviços	Conf/Regul	Flexibilidade	Ambiental	Informação		
Conf/Regul	1,0000	1,9129	2,0801	0,8221	0,2751	0,0452
Flexibilidade	0,5228	1,0000	1,3403	0,6934	0,1708	0,0281
Ambiental	0,4807	0,7461	1,0000	0,4055	0,1263	0,0208
Informação	1,2164	1,4422	2,4662	1,0000	0,2950	0,0485
Segurança	SegRota	SegModo	SegPorto			
SegRota	1,0000	0,6934	0,4830		0,2050	0,0337
SegModo	1,4422	1,0000	0,6934		0,2952	0,0485
SegPorto	2,0702	1,4422	1,0000		0,4250	0,0699

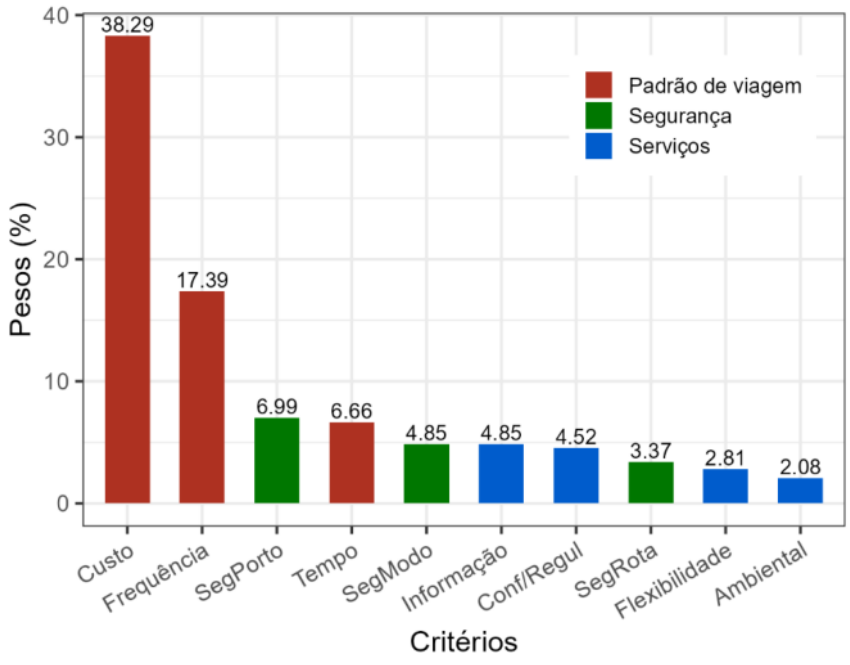


Fig. 5 Pesos dos critérios de competitividade das rotas

Com base nas importâncias dos aspectos que são considerados no processo de escolha de rotas declarada pelos dos *stakeholders*, é razoável concluir que os custos de transporte, frequência de transportes, segurança portuária e tempo de viagem são os principais condicionantes para a determinação da competitividade de rotas de escoamento de produção de soja da região.

Em termos gerais, tanto o conjunto de critérios de decisão como os mais destacados estão em linha com os resultados de Lee *et al.* (2013) que identificaram o tempo de transporte, custo do frete e pontualidade de entrega são os fatores mais importante na escolha de serviços intermodais.

Como pode ser observado na figura 5, o padrão de viagem exerce influência de maneira significativa no processo de avaliação das rotas, em que o custo da viagem (ou frete) tem uma importância muito superior. Fica evidente que este é o aspecto diferenciador e deve ser tido como determinante na formação preço de mercado. Em segundo lugar surge a frequência, dado o volume de carga produzida e a necessidade de agilidade no escoamento. Como a modalidade de transporte predominante é o rodoviário, portanto, de menor capacidade por veículo, a oferta de viagens é um aspecto importante. Em termos de subcritérios, destaca-se a segurança portuária, que apresenta preocupação aos transportadores por haver tempo relevante de espera para embarque em áreas de vulnerabilidade da carga às intempéries e segurança pública, aumentando o custo generalizado da viagem. E de maneira pouco significativa, a importância atribuída aos aspectos ambientais.

4 CONCLUSÕES

No que se refere aos principais critérios referentes à escolha das rotas que influenciam na tomada de decisão, por aqueles s*takeholders* que de fato respondem por onde escoar a produção, os resultados da avaliação multicritério pelo método AHP mostraram uma hierarquização consistente de critérios pré-selecionados. A despeito das restrições do trabalho, no que tange à amostra, os resultados se mostraram satisfatórios para responder à questão norteadora da pesquisa, quanto aos pesos e principais critérios de escolha de rota que influenciariam no escoamento da soja a partir do Estado do Mato Grosso.

Adicionalmente, o trabalho contribuiu por apresentar um conjunto de critérios de maior prioridade obtidos a partir da ótica dos tomadores de decisão que, se modificados nas respectivas rotas, numa perspectiva de estudos de cenários, pela implantação de investimentos, poderiam contribuir para alterações em tomadas de decisões, interferindo na distribuição de tráfego na matriz intermodal – tidos como aqueles ligados às condições operacionais e de infraestrutura e segurança de rota e portuária.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo aporte financeiro na chamada CNPq/FNDCT/MCTI 15/2022, às universidades parceiras da pesquisa e, a todos aqueles que colaboraram com a pesquisa de campo, bem como nas discussões e nos materiais recebidos, para se tornar viável a sua execução.

6 REFERÊNCIAS

Araujo, J. V. G. A., Moreira, M. Â. L., Gomes, C. F. S., Santos, M., Azevedo de Oliveira, L., Oliveira Capela, G. P., Kojima, E. H. e Moura Pereira, D. A. (2023) Multi-Criteria Decision Support Method AHP-TOPSIS-2N Applied in Bids to Improve the Control of Public Expenses. **Procedia Computer Science**, 221, 362-369. Doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.07.049

Brasil (2022) Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766 Acesso em 20/10/2023.

Cho, F. (2019) **ahpsurvey: Analytic Hierarchy Process for Survey Data** (R package version 0.4.1). Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=ahpsurvey

Do, Q. H., Tran, V. T. e Tran, T. T. (2024) Evaluating Lecturer Performance in Vietnam: an Application of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods, **Heliyon**, 10(11). Doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30772

Garipagaoglu, S., Duman, B. M. e Yilmaz, D. C. (2023) E-bike Sharing System Location Analysis on City Level with AHP Method: The Case of Istanbul, **Transportation Research Procedia**, 72, 1045-1052. Doi: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.534

Gehlot, M. R. e Shrivastava, S. (2024) An AHP Based Sustainability Assessment of Cement Mortar with Synergistic Utilization of Granite Cutting Waste, **Journal of Building Engineering**, 86, 108794. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024

Harker, P. (1987) Incomplete Pairwise Comparisons in the Analytic Hierarchy Process, **Mathematical Modelling**, 9(11), 837 – 848. Doi: https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90503-3

Junyent, I. A., Casanovas, M. M., Roukouni, A., Sanz, J. M., Blanch, E. R. e Correia, G. H. A. (2024) Planning Shared Mobility Hubs in European Cities: A Methodological Framework using MCDA and GIS Applied to Barcelona, **Sustainable Cities and Society**, 106. Doi: https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105377 .

Lee, N., Jeon, J., Jo, G. e Yeo, G. (2013) Weighing the Importance of Mode Choice Factors on Intermodal Transportation Service in Europe, **Journal of Korea Port Economic Association**, 29(3), 113-133. Disponível em: https://koreascience.kr/article/JAKO201334559957835.pdf

Li, Y., Zhang, Y., Zhang, X., Zhao, J., Huang, Y., Wang, Z. e Yi, Y. (2024) Distribution of Geothermal Resources in Eryuan County Based on Entropy Weight TOPSIS and AHP–TOPSIS methods, **Natural Gas Industry B**. 11(2), 213-226. Doi: https://doi.org/10.1016/j.ngib.2024.03.002

Lin, Q., Zhang, K., Huang, D., Grifoll, M. e Feng, H. (2024) Evaluating the impact of Trans-Asian railway on logistics mode selection between Thailand and China: An AHP-TOPSIS

approach, **Alexandria Engineering Journal**, 98, 147–158. Doi: https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.04.041

Manivasagam, V., Narayanan, P., Kuma Gupta, N., Shinde, T., Panchal, H., Thangavel, R., Kumar Choudhary, A., Kumar, V., Sukumaran, A., Muthusamy, S., Kumar, A. e Kuar Sadasivuni, K. (2023) Investigation on 1-Propanol Electronic Mode of Fumigation on Diesel Engine Performance and Emission Fueled with Diesel and Lemongrass Biodiesel Blend using AHP-COPRAS, **Energy Conversion and Management: X**, 20, 100468. Doi: https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2023

Menon, R. R. e Ravi, V. (2022) Using AHP-TOPSIS Methodologies in the Selection of Sustainable Suppliers in an Electronics Supply Chain, **Cleaner Materials**, 5, 100130. Doi: https://doi.org/10.1016/j.clema.2022

R Core Team (2024) **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: https://www.R-project.org/ .

Rabia, M. A. B. e Bellabdaoui, A. (2023) Collaborative Intuitionistic Fuzzy-AHP to Evaluate Simulation-Based Analytics for Freight Transport. **Expert Systems with Applications**, 225, 120116. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120116

Reis, E., Melo, P., Andrade, R. e Calapez, T. (2021) **Estatística Aplicada**, Sílabo, Lisboa.

Saaty, T. L. (1977) A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, **Journal of mathematical psychology**, 15, p. 234-281. Doi: https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5

Saaty, T. L. (1980) **The Analytic Hierarchy Process: planning, priority, setting and resource Allocation**. EUA: McGraw-Hill, Inc., 1980.

Saaty, T. L. (1991a). **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill.

Saaty, T. L. (1991b) Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process, **Behaviormetrika**, 18(29), 1-9. Doi: https://doi.org/10.2333/bhmk.18.29_1

Saaty, T.L. (1996) **Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process**. Pittsburgh, PA: RWS Publications. Doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_32

Wickham, H. (2016) **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**, Springer-Verlag New York. Disponível em: https://ggplot2.tidyverse.org .

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SOFTWARES DE MODELAGEM DE SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO PARA UMA VIA URBANA

M. F. Porto, C. M. Martins, M. V. de P. e Silva, R. A. S. de Souza,
B. C. B. S. Beleigoli, J. V. S. Teixeira, R.M. A. Baracho, L.V. R. Alves

RESUMO

Este estudo destaca a importância do planejamento urbano eficiente e da infraestrutura urbana para a implementação de cidades inteligentes. Ele se concentra na utilização de softwares de simulação de trânsito – SUMO, InfraWorks, Aimsun e PTV Vissim – como ferramentas importantes para a tomada de decisões e planejamento de transporte urbano. A pesquisa foi realizada no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte, com o objetivo de apoiar um novo planejamento urbano na via. O estudo permitiu identificar padrões de circulação, tempos de viagem, congestionamentos e outros aspectos relevantes para a gestão do tráfego urbano. Os softwares foram avaliados em termos de eficiência e os resultados foram comparados. As simulações permitiram antecipar os impactos futuros na rede urbana viária e gerar gráficos comparativos dos resultados. Essas informações são determinantes para a elaboração de políticas de planejamento de transporte e infraestrutura viária na região estudada.

1 INTRODUÇÃO

Simuladores de tráfego urbano são ferramentas computacionais utilizadas para modelar e analisar o fluxo de veículos, pedestres e outras formas de transporte em ambientes urbanos. Esses softwares são projetados para reproduzir o comportamento dinâmico dos agentes de trânsito, permitindo simular diversas situações e cenários para a análise e otimização do sistema de transporte. A análise do tráfego urbano envolve a compreensão de como o fluxo de veículos interage com as vias, interseções, semáforos, faixas exclusivas, estacionamentos e outras infraestruturas urbanas. Com os simuladores de tráfego, é possível modelar essas estruturas em um ambiente virtual e simular o movimento dos veículos ao longo do tempo (Barceló, 2010). Os simuladores de tráfego urbano são amplamente utilizados por planejadores de transporte, engenheiros de tráfego, pesquisadores e autoridades de transporte para tomar decisões informadas e otimizar o sistema de transporte de uma cidade. Por meio da modelagem computacional, eles permitem a simulação do comportamento dos agentes de trânsito e a geração de análises precisas e detalhadas, auxiliando na tomada de decisões informadas para a melhoria da mobilidade urbana (Antoniou *et al*., 2014). De acordo com Setti *et al*. (1994), a modelagem urbana se baseia em conceitos fundamentais que orientam a representação e a simulação do sistema de transporte urbano. Esses conceitos envolvem a compreensão dos padrões de comportamento dos usuários, a interação entre os elementos do sistema e a captura dos processos e fenômenos relevantes. Alguns princípios comuns da

modelagem urbana são comportamento dos usuários, interação entre os diferentes elementos do sistema de transporte urbano e representação espacial e temporal.

Existem três tipos de simulação: microscópica, macroscópica e mesoscópica. Na simulação microscópica de transporte urbano, os veículos são tratados de forma individualizada. Os modelos são detalhados e consideram características específicas de cada veículo, como tamanho, localização, velocidade, aceleração e comportamento do motorista. Essa abordagem permite uma representação minuciosa das interações entre os veículos e a análise de eventos individuais, como mudanças de faixa, manobras, frenagens e acelerações (Kawamoto, 2010). Segundo Barceló (2012), na simulação macroscópica, o fluxo de tráfego é concebido de forma agregada, sem levar em consideração a individualidade dos veículos. O modelo é baseado na descrição do fenômeno de ondas de choque, utilizando conceitos da hidrodinâmica. Nessa abordagem, os veículos são considerados como um fluxo contínuo e são analisados em termos de densidade, velocidade média, taxa de fluxo e congestionamento. A simulação mesoscópica busca fazer uma abordagem dos veículos de forma agrupada com características semelhantes, como tamanho, localização, velocidade e aceleração. Esses grupos são tratados como modelos únicos, permitindo uma simulação mais eficiente analisando o comportamento coletivo dos veículos e os efeitos de interações entre grupos de veículos. Para essa pesquisa, foi utilizado o modelo de análise microscópica para analisar a região dos viadutos sobre o Anel Rodoviário para acesso à BR-040 sentido Brasília, observando os períodos da manhã e da tarde e dois dias específicos. Os dados foram obtidos a partir do banco de dados do Departamento de Estradas de Rodagem (DER).

2 SIMULADORES DE TRÁFEGO

Os simuladores de tráfego utilizam algoritmos e modelos matemáticos para representar o comportamento dos agentes de trânsito, como aceleração, desaceleração, mudança de faixa, escolha de rota, interação com semáforos e outras decisões relevantes para a análise do tráfego urbano. No processo de geração da análise de tráfego, os simuladores consideram diversos fatores, tais como modelagem da rede viária, comportamento do motorista, dados de entrada, simulação temporal e avaliação de resultados. Para Portugal (2005), é importante ressaltar que a qualidade e precisão dos resultados gerados pelos simuladores de tráfego dependem da qualidade dos dados de entrada, da calibração adequada dos modelos e da representação fiel do comportamento dos agentes de trânsito. A capacidade de processamento computacional e a velocidade de simulação também são fatores importantes a serem considerados ao selecionar um simulador de tráfego adequado para cada contexto. No entanto, os simuladores de tráfego urbano possuem algumas limitações. Eles dependem de suposições e simplificações para representar o comportamento dos agentes de trânsito, o que pode levar a desvios em relação à realidade. Além disso, a precisão dos resultados pode ser afetada pela qualidade dos dados de entrada e pelas configurações escolhidas durante a modelagem. Para cada software de simulação de tráfego urbano, é essencial considerar diversos fatores, como a capacidade de modelagem e simulação dos elementos específicos da infraestrutura viária da região de interesse, a facilidade de uso, a escalabilidade do software, a disponibilidade de suporte e as atualizações (Senna, 2014).

2.1 Características dos Simuladores

As seções seguintes apresentam as principais características dos quatro simuladores de tráfego escolhidos para essa pesquisa: Aimsun, PTV Vissim, Sumo e InfraWorks.

2.1.1 Aimsun

Aimsun é um software de modelagem de transporte comercial desenvolvido e comercializado pela Transport Simulation Systems (TSS), com sede em Barcelona, na Espanha. O software pode ser utilizado para diferentes tipos de redes de tráfego: redes urbanas, rodovias, rodoanéis, vias arteriais e quaisquer combinações entre elas (Ronaldo e Ismail, 2012). De acordo com os desenvolvedores do Aimsun, o software pode ser utilizado em todo o ciclo de vida dos sistemas de transportes. O Aimsun combina análise de dados, previsão e simulação para apoiar projetos de qualquer tamanho, escopo, cronograma e orçamento (AIMSUN, 2024). Suas principais funcionalidades são modelagem de redes viárias, simulação de tráfego em tempo real, análise de capacidade e desempenho de vias, estimativa de tempos de percurso e atrasos, análise de impacto de projetos de infraestrutura, análise de gestão de semáforos, integração com sistemas inteligentes de transporte e avaliação de cenários de planejamento.

2.1.2 PTV Vissim

PTV Vissim é um simulador microscópico baseado no comportamento individual dos veículos, sendo amplamente utilizado por engenheiros de tráfego na prática, bem como por pesquisadores para desenvolvimentos relacionados ao tráfego rodoviário. Ele oferece uma interface gráfica amigável através da qual é possível projetar a geometria de qualquer tipo de rede rodoviária e definir simulações de maneira simples (Tettamanti e Varga, 2012). De acordo com PTV Group (2024), o PTV Vissim reproduz digitalmente os padrões de tráfego de todos os usuários da via em escala microscópica. Suas principais funcionalidades incluem avaliação do desempenho de infraestrutura de transportes, avaliação de sistemas inteligentes de transporte, simulação com pedestres e avaliação de emissões de poluentes e gases com efeito estufa.

2.1.3 Sumo (Simulation of Urban Mobility)

SUMO é um pacote de simulação de tráfego gratuito e de código aberto, disponível desde 2001. Ele permite a modelagem de sistemas de tráfego intermodais, incluindo veículos rodoviários, transporte público e pedestres (ECLIPSE, 2023). Pode-se destacar três princípios básicos do SUMO: pouco consumo de memória, facilidade de extensão e velocidade das simulações (Hallmann, 2011). O software fornece uma ampla gama de arquivos de saída como trajetórias do veículo, dados de tráfego agregados para toda a simulação, protocolos de comutação de semáforos e dados de emissões e de consumo de energia. Esses arquivos de saída podem ser visualizados usando ferramentas SUMO ou importados para outros aplicativos. O SUMO também fornece ferramentas para converter arquivos de saída em outros formatos e importá-los com Python ou MATLAB (Lopez *et al*, 2018). Suas principais funcionalidades são modelagem de redes viárias, simulação de tráfego microscópica, modelagem de veículos e perfis de condução, integração com dados de transporte público, análise de fluxo e capacidade de vias, análise de emissões e consumo de energia, simulação de cenários de planejamento e integração com ferramentas externas. A utilização do SUMO é feita através de linhas de comando (Hallmann, 2011). Portanto, a simulação realizada através desse software pode demandar que o usuário possua conhecimento em programação.

2.1.4 Autodesk InfraWorks

O InfraWorks é um software de infraestrutura desenvolvido pela Autodesk. Ele permite modelagem, análise e visualização de conceitos de projeto de infraestrutura no contexto do ambiente natural e construído (AUTODESK, 2023a). O software oferece ferramentas para a criação de modelos detalhados de infraestruturas como estradas, pontes, edifícios, e redes de água e esgoto. Os usuários podem importar dados geoespaciais, como imagens de satélite, dados topográficos e informações de sistemas de informações geográficas (AUTODESK, 2023b). O InfraWorks permite ainda que o usuário compartilhe projetos e modelos com outros usuários e computadores através de recursos em nuvem. Ele também é compatível com o AutoCAD Civil 3D. Dessa forma, é possível a troca de dados entre os dois programas, o que permite que o projeto seja iniciado no InfraWorks e finalizado no AutoCAD Civil 3D. Edifícios, árvores e outros elementos urbanos podem ser adicionados ao modelo 3D para criar uma visualização realista (Avramovic e Johnsson, 2017). Através dessa revisão bibliográfica, é possível observar que o InfraWorks não é um software desenvolvido para simulação de tráfego, mas pode ser utilizado com esse propósito. Ao contrário do SUMO, o InfraWorks não exige conhecimento em programação.

3.0 METODOLOGIA

Para melhor compreensão do método utilizado, foi construído um framework do estudo em questão, com as etapas de coleta, compilação dos dados, calibração dos parâmetros, validação de hipóteses e análises de cada um dos quatro softwares supramencionados e selecionados para o trabalho. A Figura 1 elucida este framework.

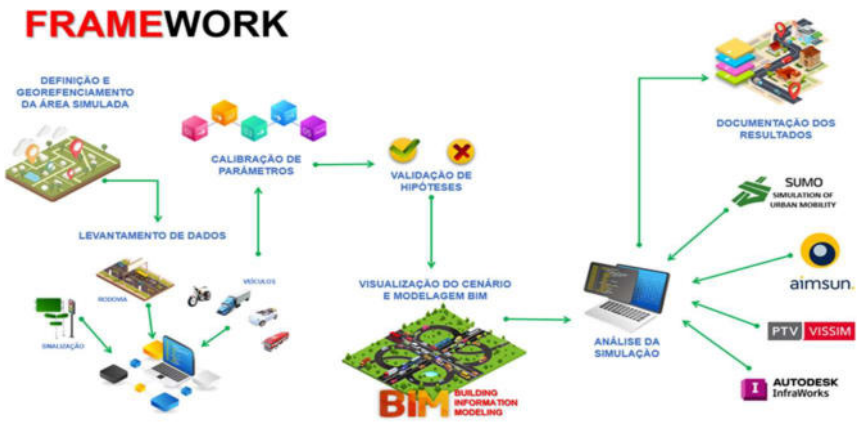


Fig. 1: Framework da pesquisa

Primeira etapa: Determinação da área de estudo. O objeto de estudo escolhido foi o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte, Minas Gerais, em sua interseção com a Avenida Amazonas. O Anel Rodoviário é um importante instrumento de mobilidade da capital mineira, que dá vazão à porção de carga e transporte que, na década de 1950 passava pelo centro da cidade e causava aumento no trânsito e diversos tipos de transtornos. A Avenida Amazonas, por sua vez, conecta o centro a outras cidades da Região Metropolitana, como Contagem e Betim. São duas vias com alto fluxo de veículos que têm um aumento significativo no seu fluxo durante o horário de pico, principalmente de pessoas que vêm de outras cidades para trabalhar em Belo Horizonte. Uma vez definida esta área, foi importante realizar o seu georreferenciamento, ou seja, identificar geograficamente a área através das suas coordenadas. A área é apresentada na Figura 2.

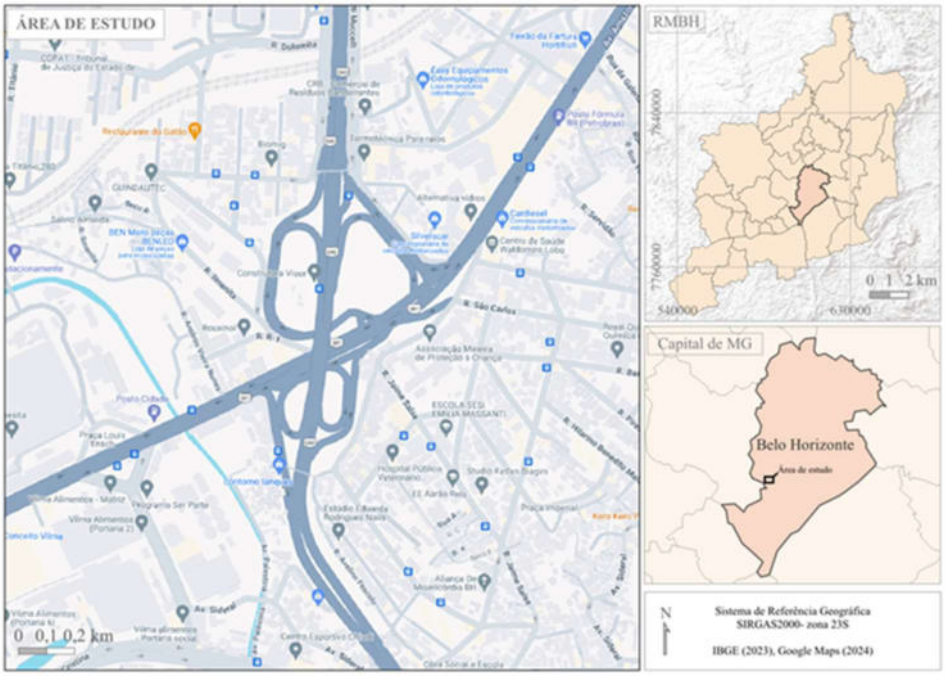


Fig. 2: Mapa da área objeto de estudo.

Segunda etapa: Coleta e aquisição de dados. O passo seguinte diz respeito aos dados da via relacionados à sua sinalização, direção dos fluxos, quantidade de veículos e outros pontos importantes, que foram obtidos através do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG).

Terceira etapa: Calibração de dados. Nessa fase, ajustamos cada software a parâmetros específicos, como demanda de tráfego de acordo com dia e horários de funcionamento e ajuste na definição de quantas faixas ou alças são simuladas na área de estudo. A partir destas definições, foram criadas hipóteses:

1- Alteração das alças: Adicionando uma, duas ou três alças, poderia haver uma melhoria na redução do fluxo rodoviário.
2 - Escolhas dos dias/horários: Com base nos registros de contagem e na classificação viária do DER-MG, foram escolhidos os 2 dias da semana com maior demanda e comportamento expressivo do tráfego de trânsito. Os dias escolhidos foram terça-feira na parte da manhã e no fim de tarde e quarta-feira na parte da manhã e no fim da tarde. Segundo o DER-MG, os horários foram determinados devido à hipótese de que durante a manhã as pessoas estão se deslocando para escolas e para o trabalho. No fim da tarde, as pessoas estão voltando para casa, o que aumenta o fluxo de veículos. É importante ressaltar que, por questões de complexidade e tempo de realização das simulações, foi determinado um recorte do objeto de estudo. Dessa forma, foi escolhido o horário de pico, terça-feira à tarde, devido à hipótese de que seria o horário mais crítico.

Quarta etapa: Desenvolvimento da modelagem. As vias foram modeladas aplicando o conceito Building Information Modeling (BIM) e utilizando as ferramentas BIM do software InfraWorks, para aperfeiçoar a análise e a modelagem digital tridimensional. Esse processo reúne informações gráficas e não gráficas para criar modelos 3D e integrar as informações em um ambiente de compartilhamento de dados acessível, transparente e intuitivo para o

gerenciamento digital das informações do projeto. Em seguida, realizaram-se efetivamente as análises de testagem das hipóteses nos softwares de simulação de tráfego.

O primeiro software utilizado foi o SUMO, que consegue oferecer uma simulação de tráfego com código aberto, priorizando flexibilidade e personalização. O segundo software escolhido foi o Aimsun, que consegue fazer uma análise e modelagem avançada de transporte com integração de dados em tempo real. O terceiro simulador utilizado foi o PTV Vissim, que é conhecido por sua precisão na simulação de interseções e controle de semáforos e recursos de modelagem avançada, tanto de pedestres como de vias urbanas. Por fim, foi utilizado o Autodesk InfraWorks, que se destaca pela sua abordagem integrada BIM para planejamento urbano e design de infraestrutura, favorecendo a colaboração entre equipes multidisciplinares. Em síntese, os resultados da simulação de tráfego da via, obtidos por meio da utilização conjunta desses quatro softwares, oferecem uma visão abrangente e detalhada do comportamento do tráfego, permitindo análises precisas e embasadas para tomadas de decisão no planejamento e gestão de infraestruturas viárias.

4.0 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SOFTWARES

Após as análises, foram gerados os documentos que contribuíram para identificar os resultados de melhoria de fluxo das hipóteses testadas. O resultado esperado é a análise de pontos positivos e pontos limitantes ou de evolução de cada software, e não efetivamente os dados extraídos. O objetivo principal foi analisar se todos trariam resultados efetivos e questões acerca de interface, opções, ferramentas e interoperabilidade. Foi determinado que o software base para as análises seria o SUMO, por entender que ele é mais completo em termos de resultados fornecidos, portanto os demais foram comparados com todos os critérios oferecidos por ele. Com a realização das simulações nos diferentes softwares, puderam ser identificadas as possíveis mudanças com os cenários propostos (quatro cenários diferentes nos dias de terça e quarta-feira). As seções 4.1 e 4.2 apresentam os resultados encontrados.

4.1 Simulações no Sumo

As análises no SUMO foram realizadas separadamente devido às suas características. Foram analisados o tempo de congestionamento e a aceleração média. Com base nos resultados, o gráfico ajusta a reta de aceleração conforme as alterações na quantidade de alças e de acordo com o volume de tráfego existente no horário e no dia selecionados. Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 foi aplicada a análise de regressão linear através do MATLAB R22b. Esses gráficos destacam 2 variáveis importantes. O primeiro cenário realizado no SUMO identificou a alteração no fluxo de veículos em três casos, com a inserção de uma, duas ou três alças, conforme apresentado, respectivamente, nas Figuras 3, 4, 5 e 6. No software SUMO, identificou-se que os cenários que tinham tendência de maior tráfego foram aqueles que tinham alteração com 1 e 2 alças. Com 3 alças, o trânsito era menos intenso, porém o tempo de congestionamento ainda era intenso independentemente da quantidade de alças. Acrescentar alças em uma via de trânsito rápido melhora o trânsito devido à capacidade de melhorar o fluxo de veículos, reduzindo congestionamentos. Com mais alças, os motoristas têm mais opções de entrar e sair das vias principais, o que diminui a concentração de veículos em pontos específicos. Isso resulta em um tráfego mais fluido e mais eficiente, com menos paradas e atrasos, conforme representado nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

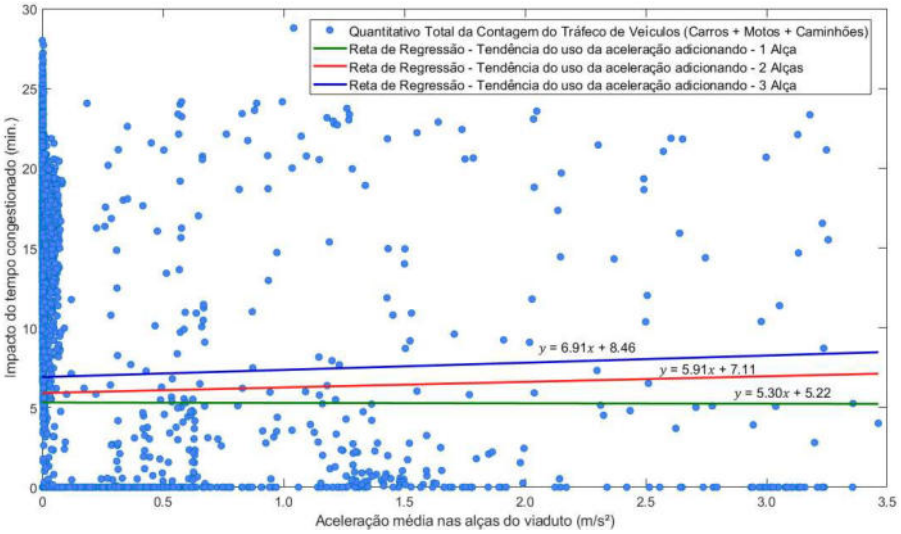


Fig. 3: Análise de terça-feira de manhã com as 3 alças.

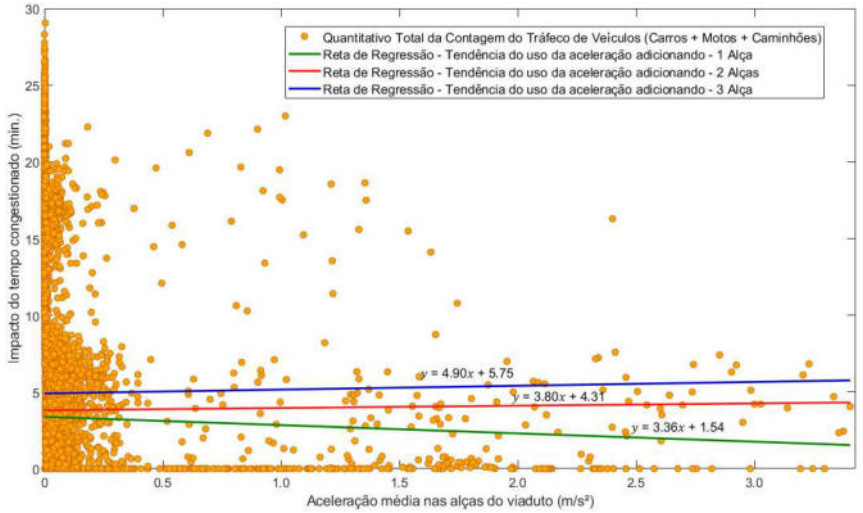


Fig. 4: Análise de terça-feira à tarde com as 3 alças.

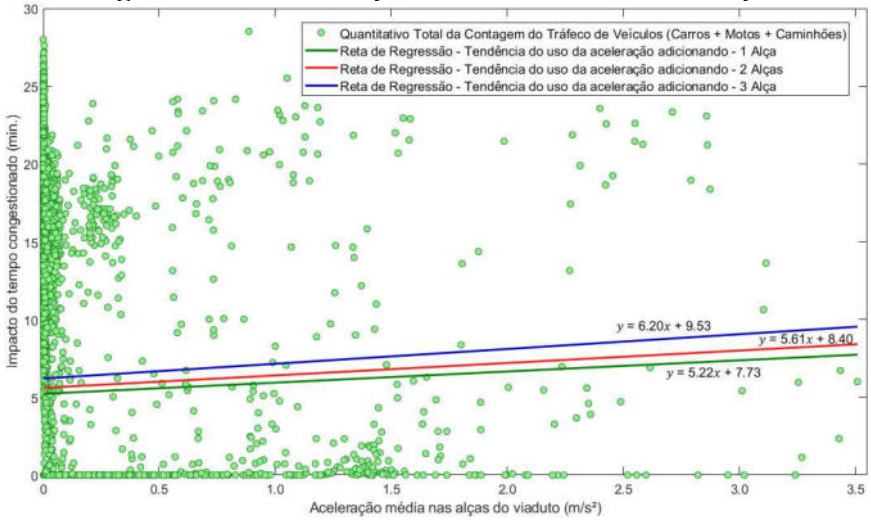


Fig. 5: Análise de quarta-feira de manhã com as 3 alças.

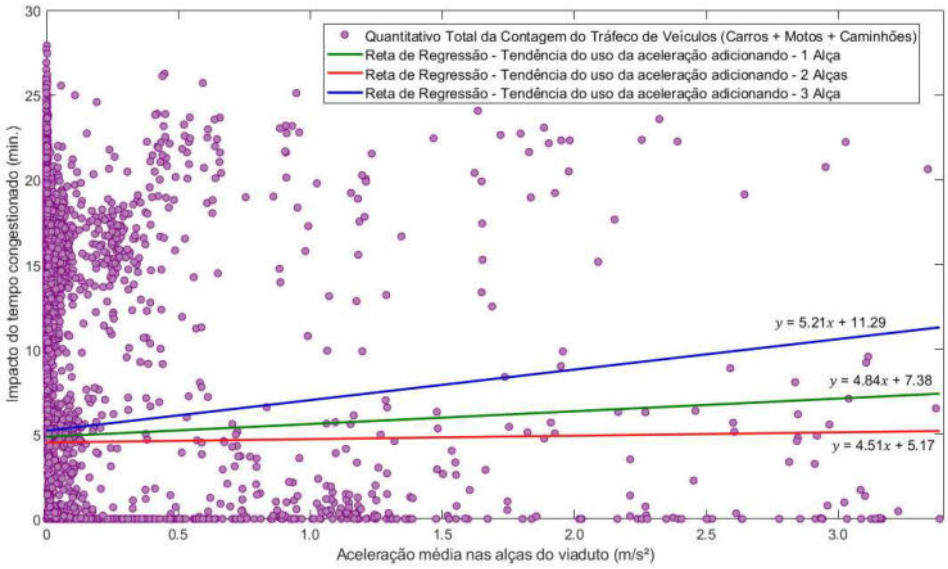


Fig. 6: Análise de quarta-feira à tarde com as 3 alças.

Para avaliar o fluxo de veículos, foi escolhido o horário de pico na quarta-feira, das 18:30 às 19:30, com volume total de 63.597 veículos, por ser o cenário com maior concentração de veículos na semana de acordo com a base de dados do DER-MG 2023. Foi realizada uma análise da criticidade do tráfego em relação ao fluxo de veículos ao longo da semana. Os dias que mais se destacaram foram terça-feira e quarta-feira, com quarta-feira apresentando a maior demanda de veículos, conforme representado na Figura 7.

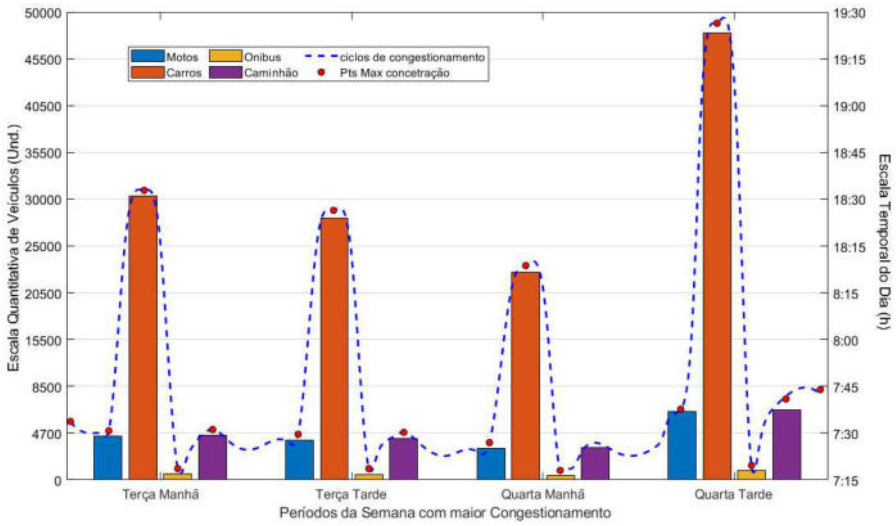


Fig. 7: Histograma de resíduos de demanda nos cenários em congestionamento.

4.2 Simulação no PTV Vissim, no Aimsun e no Autodesk InfraWorks

Conforme demonstrado na Figura 8, foi aplicada regressão linear com intuito de destacar duas análises, velocidade média e tempo de congestionamento. Nesse cenário, os softwares PTV Vissim, Aimsun e Autodesk InfraWorks foram submetidos ao mesmo problema no pior cenário de fluxo viário intenso. Considerou-se as variáveis velocidade média em relação ao tempo de congestionamento e, a partir da simulação de 3 alças no viaduto, os 3 softwares apresentaram o mesmo desempenho com relação a velocidade. Porém, na análise de tempo

de congestionamento, os softwares demonstram resultados diferentes com relação ao tempo de congestionamento médio variável. O PTV Vissim e o Aimsun tiveram resultado de tempo de congestionamento de 27 minutos, enquanto o Autodesk InfraWorks apresentou um tempo de congestionamento entre 24 a 27 minutos, não sendo tão preciso. No PTV Vissim e no Aimsun é possível obter mais dados relevantes sobre o tempo de congestionamento, enquanto o Autodesk InfraWorks apresenta limitações na quantidade de informações. Para avaliar o congestionamento e o tempo de aceleração, que são parâmetros comuns entre todos os programas, foi elaborado um gráfico para permitir uma análise mais eficaz, pois o objetivo é comparar o desempenho entre eles. O SUMO apresenta um resultado de 75% na avaliação de desempenho devido à complexidade de manuseio e análise dos resultados. Isso causa muito trabalho para obter informações de simples análise. Ao analisar os resultados do InfraWorks, o programa obteve um desempenho de 85% e observa-se que ele tem um bom potencial de integração com outros programas. No entanto, ele não consegue realizar análises muito complexas. O Aimsun apresenta bons resultados, destacando-se pela capacidade de análise em tempo real com desempenho de 93%. Além disso, é capaz de realizar análises mais complexas e possui fácil manuseio para avaliação. O PTV Vissim realiza análises complexas em tempo real, incluindo simulações do impacto de pedestres no trânsito e simulações de semáforos. Além disso, oferece facilidade de manuseio sem a necessidade de grandes esforços. Foi o programa que apresentou melhores resultados com desempenho de 95%, conforme demonstrado na Figura 9.

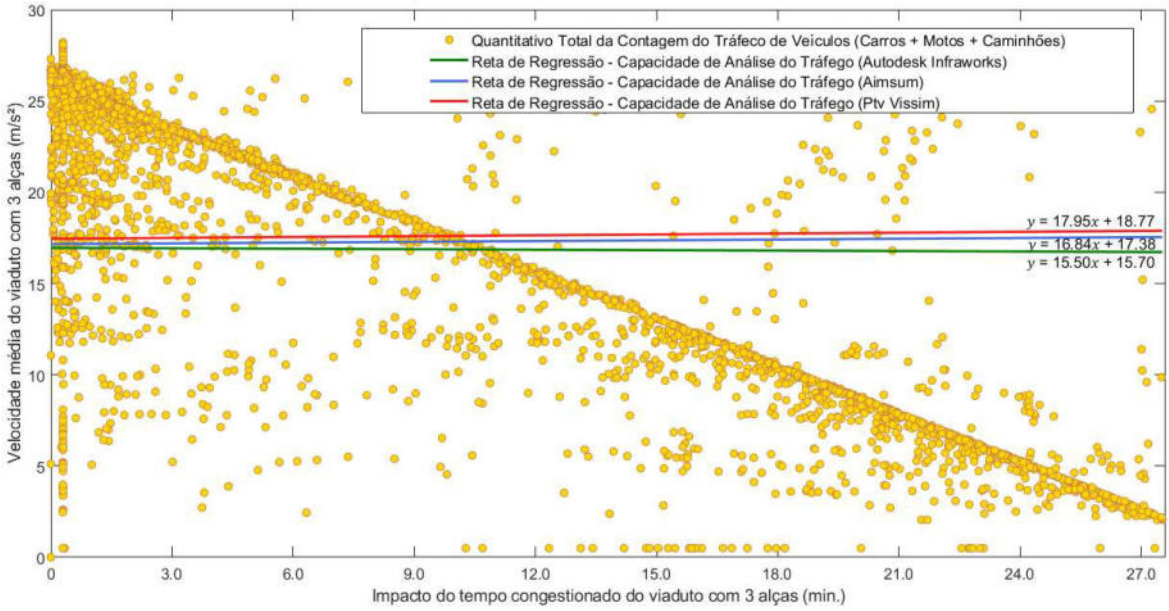


Fig. 8: Análise do pior caso cenário nos softwares PTV Vissim, Aimsun e InfraWorks.

As principais características destacadas foram: capacidade de potencial de entrega e resultados possíveis de cada software; pontos positivos do software quando comparado com os demais e pontos de evolução que, na análise dos autores, poderiam ser alterados para melhorar a sua operabilidade por profissionais da área. A Tabela 1 mostra esses pontos em uma análise macro de cada um deles. A Tabela 2 apresenta uma análise das ferramentas e recursos que estão disponíveis dentro de cada um dos softwares, o que permite aos profissionais da área identificarem aquele que é mais aplicável para cada demanda no estudo de tráfego e mobilidade.

Tabela 1 – Análise macro de características dos simuladores de tráfego.

Software	Capacidade	Pontos Positivos	Pontos de Evolução
Aimsun	Simulação de tráfego urbano e rodoviário	Possui uma ampla gama de recursos para modelagem e análise de tráfego	Pode exigir um período de aprendizado inicial para utilizar todas as funções
PTV Vissim	Simulação de tráfego em áreas urbanas e rodovias	Oferece uma interface amigável e intuitiva	Pode ser menos flexível em comparação com outros *softwares* simuladores
Autodesk InfraWorks	Simulação de tráfego em projetos de infraestrutura	Integração BIM com outros *softwares* da Autodesk para projetos de infraestrutura	Pode ser mais complexo para usuários inexperientes
SUMO	Simulação de mobilidade urbana	É um *software* de código aberto e gratuito	Pode exigir conhecimentos em programação para personalizar e estender suas funções

Tabela 2 – Funcionalidade dos simuladores de tráfego.

Funcionalidades	Aimsun	PTV Vissim	SUMO	Autodesk InfraWorks
Modelagem detalhada de redes viárias	Sim	Sim	Sim	Sim
Simulação de tráfego	Sim	Sim	Sim	Sim
Simulação de tráfego em tempo real	Sim	Sim	Sim	x
Comportamento realista dos veículos	Sim	Sim	Sim	Sim
Análise de capacidade e desempenho das vias	Sim	Sim	Sim	Sim
Simulação de cenários de planejamento	Sim	Sim	Sim	Sim
Integração com sistemas de controle de tráfego	Sim	Sim	Sim	x
Modelagem de transporte público	Sim	Sim	Sim	Sim
Análise de interseções e semáforos	Sim	Sim	Sim	Sim
Análise de emissões e impacto ambiental	Sim	Sim	Sim	x
Simulação de comportamento de pedestres	Sim	Sim	x	x
Importação de dados geoespaciais	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualização 3D e criação de cenários	Sim	Sim	Sim	Sim
Ferramentas de otimização e análise de resultados	Sim	Sim	Sim	x
Suporte a estudos de segurança viária	Sim	Sim	Sim	Sim
Geração de relatórios e apresentações	Sim	Sim	x	Sim
Análise de demanda e alocação de viagens	Sim	Sim	x	Sim
Simulação de veículos autônomos	Sim	Sim	Sim	x
Integração com outros *softwares*	x	x	x	Sim
Simulação do impacto de pedestres no trânsito	x	Sim	x	x
Facilidade para desenvolvimento do projeto	Sim	Sim	x	Sim

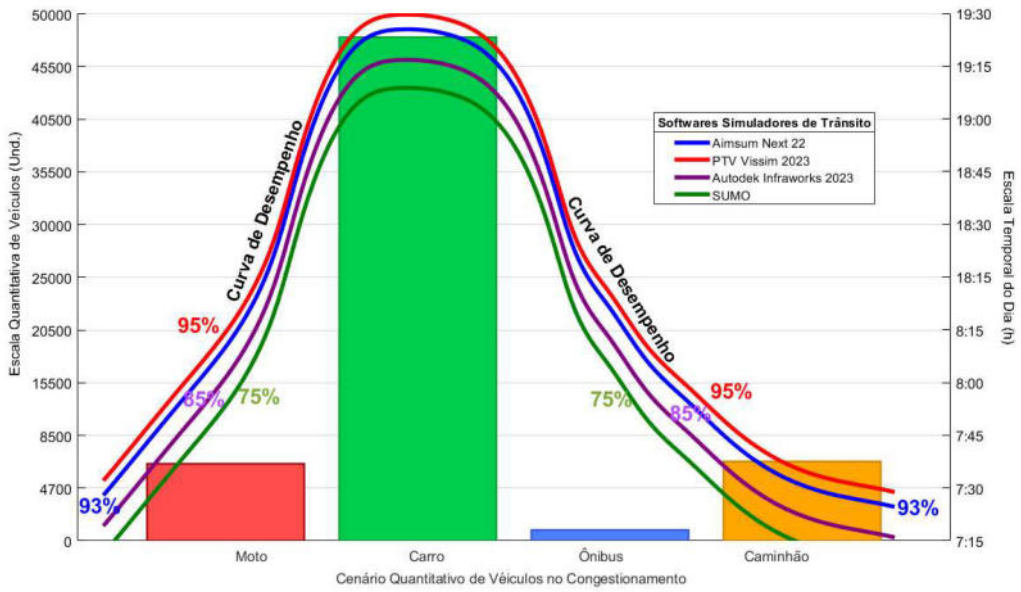


Fig. 9: Gráfico histograma de resíduos comparativo de desempenho dos softwares

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da análise comparativa, observa-se que cada software oferece suas particularidades, com pontos positivos e pontos de evolução que foram avaliados. O cenário mais favorável seria que softwares pudessem ter uma integração dos dados, permitindo interface com as plataformas BIM e facilitando comparações como a realizada. O PTV Vissim, o Aimsun e o SUMO não oferecem interface com o BIM. A exceção é o software InfraWorks, que já oferece esta interface. Considerou-se que o resultado deste estudo é um framework de trabalho que pode ser replicado para outras simulações de forma sistemática., criando uma ontologia de como comparar resultados de simulações de tráfego a fim de identificar os cenários mais eficientes para a realidade de cada cidade, não se limitando à ótica de apenas um software. Pensando nas Cidades Inteligentes, essa integração de dados supracitada levaria as gestões públicas a longas distâncias em termos de facilitação das iniciativas “smart”, que precisam de comunicação entre si para trazer eficiência ao tráfego e à mobilidade. Ademais, o PTV Vissim é o software mais completo frente aos demais, apresentando todas as funcionalidades analisadas. O Aimsun tem qualidade semelhante ao PTV Vissim, porém apresenta limitações em determinadas análises. O principal ponto positivo do software InfraWorks é sua capacidade de relacionamento com o BIM (ausente nos demais). O SUMO é o software mais acessível, conseguindo fazer análises semelhantes aos demais softwares, porém pode exigir que o usuário possua conhecimento prévio em programação.

6 REFERÊNCIAS

Aimsun (2024). **Digital mobility solutions.** Disponível em: https://www.aimsun.com/. Acesso em: 18 abril 2024.

ANTONIOU, P., CHARALAMBOS, S., VASSILIOU, V. (2014). **Congestion Control Protocols in Wireless Sensor Networks: a survey.** Department of Computer Science, University of Cyprus, Cyprus

AUTODESK, Infraworks (2023). **Modelo conceitos de projeto de infraestrutura e construção com o contexto do mundo real.** Disponível em: https://www.autodesk.com.br/products/infraworks/overview?term=1-YEAR&tab=subscription. Acesso em 15 jun 2023.

AVRAMOVIC, S., JOHNSSON, E. (2017). **Evaluation of Autodesk Infraworks 360 and PTV Vissim.** 2017. 85f. Dissertação de Mestrado (Programa de Mestrado em Infraestrutura e Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Tecnologia de Chalmers, Gothenburg,

BARCELÓ, J. (2012). **Fundamentals of Traffic Simulation. International Series in Operations Research & Management Science, New York, Ed. Springer.**

ECLIPSE (2023), Simulation of Urban Mobility. Disponível em: https://eclipse.dev/sumo/. Acesso em: 15 jun 2023.

HALMLMANN, H. V. (2011). **Comparação entre Softwares Simuladores de Trânsito.** 2011. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KAWAMOTO, Eiji. (2010) **Análise de Sistemas de Transportes.** São Carlos: EdUSP.

LOPEZ, P. A. *et al*. (2018). **Microscopic Traffic Simulation using SUMO,** 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Maui, HI, USA, pp. 2575-2582.

PORTUGAL, L.S. (2005). **Uso de Micro-simulador na Análise de Desempenho Viário em Redes com Pólos Geradores de Viagens. Universidade Federal do Rio de Janeiro.**

PTV Group (2024). **PTV VISSIM: Multimodal Traffic Simulation Software.** Disponível em: https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim. Acesso em: 18 abril 2024.

RONALDO, A., ISMAIL, M. (2012). **Comparison of the Two Micro-Simulation Software Aimsun and SUMO for Highway Traffic Modelling. Linköping University.** Suécia.

SENNA, L. A. dos S. (2014). **Economia e Planejamento dos Transportes.** [S.l.]: Elsevier Brasil.

SETTI *et al*. (2014). **Modelagem Dinâmica Espacial para o Monitoramento do Crescimento Urbano no Entorno do Duto Orbel.** Revista Brasileira de Cartografia, Sâo Paulo, n. 66/3, pp. 473-484.

Tettamanti, T., Varga, I. (2012). **Development of road traffic control by using integrated VISSIM-MATLAB simulation environment.** Periodica Polytechnica Civil Engineering, 56(1), p.43. doi:https://doi.org/10.3311/pp.ci.2012-1.05.

METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO PARA AÇÕES DE PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE URBANA: CASO DE UMA CIDADE BRASILEIRA DE PEQUENO PORTE

G. N. S. Eickel, A. Grings, V. R. Corrêa, A. Ruiz-Padillo, B. M. Pereira e V. T. Alves

RESUMO

Os desafios relacionados à mobilidade urbana demandam processos de gestão e governança aprimorados para acelerar a implementação de estratégias e ações que facilitem o deslocamento de pessoas e bens nas cidades. Este trabalho buscou elaborar uma metodologia para priorização das ações contidas nos planos de mobilidade urbana utilizando como critérios os aspectos de custo, complexidade e impacto, mediante matrizes de avaliação alimentadas por resultados procedentes de grupos focais. A metodologia é demonstrada através de um estudo de caso das 46 ações contidas no Plano de Mobilidade Urbana de Palmeira das Missões, uma cidade brasileira de pequeno porte. Entre as ações priorizadas estão: a regulamentação de serviços de aplicativo, a revisão do próximo projeto básico do transporte público coletivo e a determinação da sistemática de revisão do Plano. Os resultados demonstraram que a metodologia proposta permite acelerar a tomada de decisão para adoção de ações recomendadas nos Planos de Mobilidade Urbana.

1 INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras enfrentam desafios complexos relacionados à mobilidade urbana devido ao atual padrão de deslocamentos que prioriza o uso do transporte individual motorizado (Cruz e Fonseca, 2018). Nesse contexto, observa-se o aumento de externalidades negativas, tais como: congestionamentos, mortes e ferimentos por acidentes de trânsito, emissão de gases que contribuem para a poluição do ar e o efeito estufa, entre outros (Franco et al. 2020).

No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana, detalhada na Lei 12.587/2012 (Brasil, 2012), tem por objetivo "contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana". Ademais, é obrigatório, para municípios com mais de 20 mil habitantes, a elaboração de planos de mobilidade urbana como principal instrumento para planejamento, investimentos e implementação de ações relacionadas. Este deve seguir os princípios de sustentabilidade socioambiental e econômica, mediante o fomento dos modos ativos de transporte, a equidade no transporte público e a qualidade da mobilidade urbana em geral.

As etapas de desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Urbana variam de acordo com as legislações e características específicas de cada cidade, mas em todo caso devem incluir um diagnóstico da situação atual, bem como a definição de objetivos, metas e ações futuras (WRI Brasil, 2018). Considerando que cada cidade pode adaptar esse processo às suas necessidades e características específicas, as diretrizes estabelecidas não apresentam metodologia específica que permita a cada cidade identificar e priorizar as ações definidas no plano de mobilidade urbana.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é elaborar uma metodologia para priorização das ações contidas nos planos de mobilidade urbana e aplicá-la a um estudo de caso de uma cidade brasileira de pequeno porte. A metodologia proposta pretende servir como instrumento de apoio aos gestores e agentes públicos no desenvolvimento das ações de desenvolvimento da mobilidade urbana dos municípios, propiciando à população uma maior percepção das melhorias propostas e aplicadas no seu cotidiano e visando a promoção da mobilidade sustentável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Antes da promulgação da Constituição Brasileira de 1988, os Estados tinham autoridade para realizar alterações territoriais nos municípios sob a alegação de necessidades de planejamento dos serviços públicos (Santos, 2006). Nesse período, movimentos sociais demandavam do Estado garantias de acesso à cidade para a população de baixa renda, que se via obrigada a ocupar áreas mais distantes e menos valorizadas, devido ao impacto da gentrificação. Essa migração para as periferias das cidades, por acordos de poder locais e regionais, privilegiavam a produção imobiliária e o rentismo, em detrimento dos objetivos do Estatuto das Cidades e dos Planos Diretores (Silveira, 2013). Após o estabelecimento da Constituição de 1988, cada município passou a ser responsável pelo seu planejamento urbano, levando a políticas mais isoladas.

No ano de 2012, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012), coordenada pelo Ministério das Cidades, instruiu que os municípios com mais de 20.000 habitantes devem elaborar um Plano de Mobilidade Urbana para, junto com o Plano Diretor, orientar o desenvolvimento do seu território. A construção do documento deve levar em conta a realidade da mobilidade e acessibilidade de sua população toda forma de deslocamento necessária para realizar as suas atividades diárias de maneira eficaz. Para tanto, toda comunidade é convocada a participar, tornando esse um importante instrumento que manifesta a vontade e expectativa da sociedade em relação ao futuro e o desenvolvimento sustentável.

Uma das principais orientações para o planejamento e implantação de objetivos, metas e ações dos planos de mobilidade é que eles priorizem o transporte coletivo e os modos não motorizados de transporte, promovendo dessa forma condições democráticas de deslocamento de pessoas e mercadorias (WRI Brasil, 2018). No entanto, as diretrizes existentes não especificam critérios sobre quais ações priorizar em termos de execução de obras públicas e infraestruturas relacionadas à mobilidade urbana dos municípios.

Em geral, a categorização das cidades quanto ao seu porte é baseada em dados populacionais. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, as cidades de pequeno porte são aquelas com até 50 mil habitantes. Contudo, existe discordância na literatura quanto à classificação das cidades com população entre 50 mil e 100 mil habitantes,

enquanto alguns autores consideram como cidades de pequeno porte aquelas com menos de 100 mil habitantes (Vieira, *et al*., 2007; Stamm *et al*., 2013).

Segundo o Censo de 2022 (IBGE, 2023), no Brasil, 69% dos municípios possuíam menos de 20 mil habitantes (abrangendo 15% da população brasileira), 88% tinham menos de 50 mil habitantes (correspondendo a 31% da população brasileira) e 94% contavam com menos de 100 mil habitantes (o que abrangia 43% da população brasileira). Portanto, os municípios de pequeno porte representam uma parte relevante da população brasileira. Apesar da classificação baseada na população ser comum, essas cidades também podem ser caracterizadas por suas dimensões espaciais, pouca diversidade de funções urbanas, dependência de centros maiores, ritmo de mudança lento, conexão com a vida rural e proximidade social (Bracarense, 2023).

As generalizações decorrentes do Estatuto das Cidades (Brasil, 2008) têm impactado negativamente as cidades de pequeno porte. Esse problema é exacerbado pela falta de estudos na literatura sobre essas cidades (Maté, 2015). A dificuldade em reconhecer e compreender as características específicas de cada cidade individualmente pode ser atribuída à predominância do planejamento urbano baseado apenas em densidades demográficas.

De acordo com o relatório do Sistema de Informação da Mobilidade Urbana (ANTP, 2018), em cidades de porte médio, com população entre 60 mil e 100 mil habitantes, mais da metade das viagens (51,4%) são realizadas por transporte não motorizado, como caminhada e bicicleta. Isso se deve às curtas distâncias características dessas cidades, incentivando o deslocamento sustentável e promovendo uma morfologia urbana compacta, com usos diversificados e uma estrutura centralizada. Em contrapartida, observa-se um aumento na frota de motocicletas, o que requer atenção no planejamento urbano para garantir a segurança viária e reduzir riscos de acidentes.

Por apresentarem uma demanda menor em comparação com cidades de porte médio e grande, as pequenas cidades geralmente possuem sistemas de transporte mais simples, também devido à sua área de ocupação reduzida em relação às demais. Em cidades com população entre 60 mil e 100 mil habitantes, apenas 19% das viagens são feitas por transporte coletivo (ANTP, 2018).

Porém, a carência de estudos específicos destinados às cidades de pequeno porte resulta em planejamentos urbanos e planos diretores ineficientes e genéricos. E o planejamento urbano e de transportes precisa ser promovido considerando suas próprias estruturas e dinâmicas (Bracarense, 2023). Desta maneira, os agentes públicos acabam encontrando uma complexidade de conflitos ao elencar a prioridade das ações a serem desenvolvidas para a mobilidade dos municípios, de uma maneira que impacte o coletivo, pois cada agente participante prioriza as suas necessidades (Oliveira, 2010).

3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Palmeira das Missões é um município da região noroeste gaúcha com aproximadamente 33 mil habitantes distribuídos em uma área de 1416 km². O município está localizado a 373 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

A posição geográfica de Palmeira das Missões possui um grande potencial de desenvolvimento, atraindo o olhar de diversas empresas e instituições para futuras

instalações e operação no município e na região. Diante das possibilidades e oportunidades que se destacam no município, e em seu desenvolvimento de ações, há a contribuição de empreendimentos implantados, e que estimulam o crescimento da cidade e de sua economia. Entre elas, é possível identificar neste momento, a expansão de loteamentos, a implantação do hospital público regional, a melhoria e adequação do aeroporto e a reestruturação da nova planta industrial de derivados de leite (Palmeira das Missões, 2024).

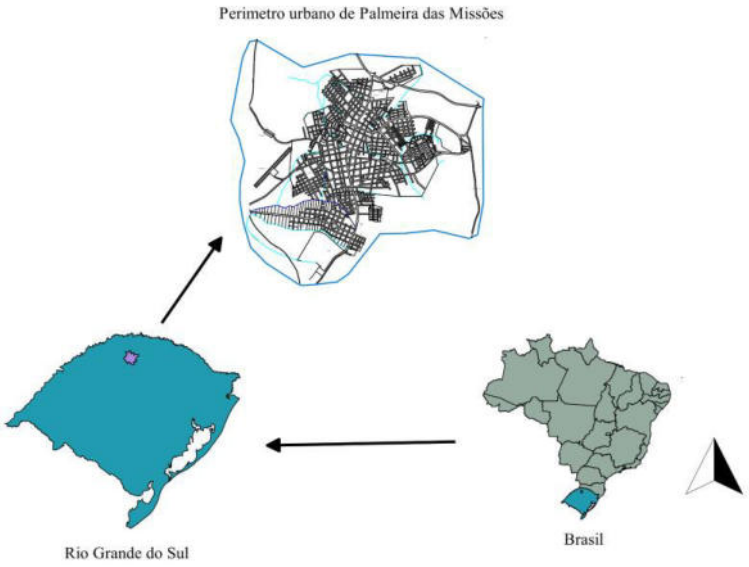


Fig. 1 Localização do cenário de estudo

O Plano de Mobilidade de Palmeira das Missões (Palmeira das Missões, 2024), objeto de estudo de caso deste artigo, foi desenvolvido pelo Laboratório de Mobilidade e Logística (LAMOT) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) seguindo as recomendações dos Manuais Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (Brasil, 2012) e também do Guia Sete Passos - Como construir um plano de Mobilidade Urbana (WRI Brasil, 2018). Sendo o principal instrumento para planejamento das intervenções e investimentos em mobilidade, sua implementação deve guiar a forma de deslocamento e qualidade de vida das pessoas a curto, médio e longo prazo.

A estrutura de elaboração do plano de mobilidade contemplou duas fases. A Fase 1, elaboração, foi dividida em três etapas: etapa 1.1 a qual incluiu um levantamento de dados secundários; etapa 1.2 correspondente ao levantamento de dados primários através de um questionário com participação da população; e etapa 1.3 plano de ação contemplando definição de objetivos, metas e ações. A Fase 2 caracteriza-se pela aprovação após revisão jurídica e instituição por lei municipal (WRI Brasil, 2018).

O grupo de trabalho iniciou a elaboração dos objetivos, metas e respectivas ações que integram o Plano de Mobilidade Urbana, nas 11 áreas que o compõem, com ênfase para a priorização dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado, conforme a legislação, a partir do diagnóstico realizado baseado nos dados levantados e nas opiniões da população que participou com suas respostas no questionário. Essas discussões resultaram em 20 objetivos específicos, 23 metas a curto, médio e longo prazo, para 46 ações distintas distribuídas nos seguintes princípios:

I. Os serviços de transporte público coletivo, para melhoria do sistema: 2 objetivos, 2 metas e 4 ações;
II. A circulação viária, visando melhorar a segurança e acessibilidade à população: 3 objetivos, 3 metas e 3 ações;
III. As infraestruturas do sistema de mobilidade urbana: 2 objetivos, 2 metas e 4 ações destinadas ao transporte motorizado, 1 objetivo, 2 metas e 4 ações destinadas ao transporte a pé, e 1 objetivo, 2 metas e 3 ações destinadas ao transporte por bicicletas;
IV. A acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade: 1 objetivo, 2 metas e 3 ações beneficiando a mobilidade universal da população;
V. A integração dos modos de transporte público e destes com os privados e os não motorizados: 2 objetivos, 2 metas e 4 ações que viabilizem integração entre os sistemas;
VI. A operação e o disciplinamento do transporte de carga na infraestrutura viária: 1 objetivo, 3 metas e 6 ações que contribuem para a logística urbana sustentável;
VII. Os polos geradores de viagens: 2 objetivos, 2 metas e 3 ações que incentivem a multimodalidade nos deslocamentos até esses locais e empreendimentos na cidade;
VIII. As áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos: 1 objetivo, 1 meta e 3 ações para regulamentar as vagas de estacionamento em vias públicas;
IX. As áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada: 1 objetivo, 1 meta e 1 ação voltados ao uso democrático das vias;
X. Os mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana, destinados à obtenção de recursos financeiros para a mobilidade urbana: 2 objetivos, 2 metas e 4 ações.
XI. A sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do Plano de Mobilidade Urbana: 1 objetivo, 1 meta e 4 ações para implantar e monitorar o plano de mobilidade.

4 MÉTODOS E TÉCNICAS

A proposta de metodologia de priorização para ações de planejamento da mobilidade urbana incorpora uma adaptação de uma parcela da matriz de avaliação de impactos, empregada em estudos de impactos ambientais, principalmente quanto ao detalhamento das ações nas relações estabelecidas por seus respectivos objetivos. Dentre os métodos usualmente utilizados, selecionou-se o da Matriz de Leopold (Leopold *et al.*, 1971), baseado na construção de matrizes de interação para avaliar os impactos associados às diferentes atividades associadas a projetos de engenharia (Oliveira e Moura, 2009). O método organiza as informações em uma tabela, conforme apresentado na Figura 2, na qual as atividades do projeto se apresentam em um eixo e as características ambientais em outro eixo (Silva e Moraes, 2012; Sobczyk *et al.*, 2017).

A metodologia de priorização de ações analisa as causas e efeitos da implementação das mesmas a partir de critérios selecionados para o método: custo, complexidade e impacto, cada um dos quais pode variar dentro de uma escala de três níveis (baixo, médio e alto), todos eles relacionados à percepção dos agentes que influenciam e tomam decisões quanto à mobilidade da cidade. O critério de custo depende de fatores como mão-de-obra, uso de equipamentos e maquinário, e quantidade de materiais necessários, que influenciam na construção e manutenção de infraestruturas para a mobilidade urbana (Amaral, 2023). Por sua parte, a complexidade é determinada principalmente pela mobilização necessária para implementar uma ação, incluindo a colaboração da comunidade e trâmites políticos; pela capacitação da equipe envolvida na execução; e pelo tempo de implementação, que difere do prazo da meta e refere-se aos processos para concretizar a ação de mobilidade (França, 2022). Por fim, a análise do impacto da ação considera como ela afeta os diferentes modos

de transporte do plano de mobilidade: não-motorizado (a pé e de bicicleta), transporte coletivo, transporte de carga e transporte individual motorizado (Magagnim e da Silva, 2008).

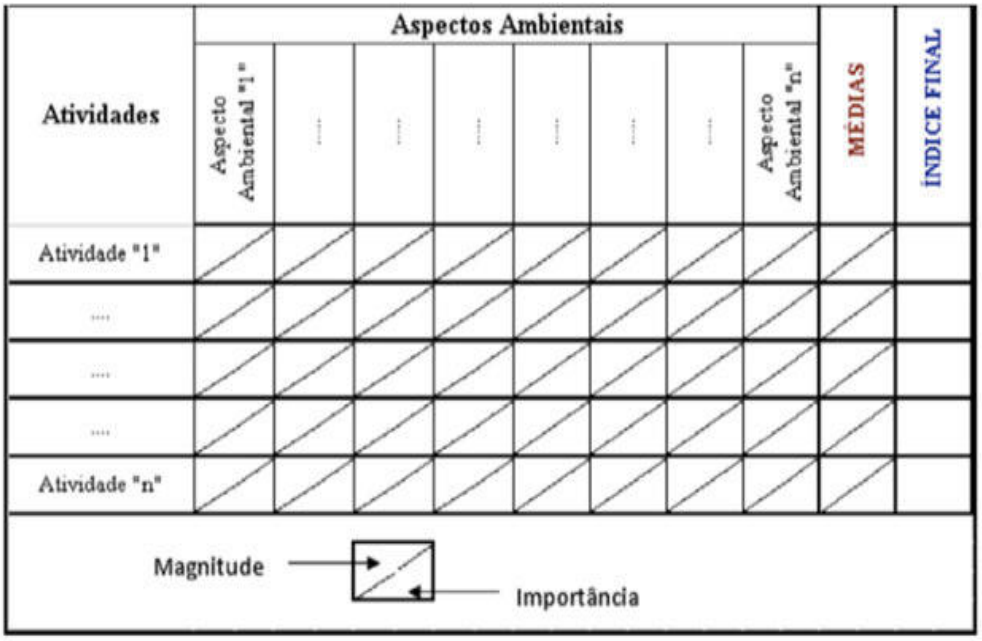


Fig. 2 Matriz de Leopold original. Adaptada de Silva e Moraes (2012)

Para a obtenção dos dados necessários para alimentar o método, a proposta de metodologia orienta à criação de um grupo focal de especialistas para avaliar os critérios, que no caso do presente estudo contou com a participação de funcionários da Prefeitura de Palmeira das Missões colaboradores na elaboração do Plano de Mobilidade, lotados na Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana, no setor de Fiscalização de Trânsito, no Departamento do Meio Ambiente, na Seção de Serviços Essenciais e na Secretaria de Planejamento. A técnica do grupo focal permite reunir as opiniões dos especialistas da área (Egilmez *et al.*, 2015; Ruiz-Padillo *et al.*, 2016), prática comumente utilizada também no âmbito da análise de impactos procedentes de infraestruturas de transporte, como no caso da Matriz de Leopold.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Proposta de metodologia

A presente proposta, fundamenta-se em uma metodologia para satisfazer as necessidades de municípios de pequeno porte, em decorrência de uma menor quantidade de objetivos, metas e principalmente ações estratégicas delimitadas para planos de mobilidade urbana similares, não inviabilizando uma aplicação em municípios de maior porte com as devidas adaptações à metodologia. Apresenta-se na Figura 3 a metodologia de priorização contemplando todas as etapas, incluindo os critérios e atributos, níveis de priorização e escala de prioridade. A aplicação da metodologia depende de uma análise majoritariamente qualitativa dos critérios em cada uma das ações estratégicas, direcionando-a por meio de atributos específicos a cada um dos mesmos.

Assim, para avaliação do critério de Custo (etapa 1), são considerados os atributos determinantes a mão de obra, equipamentos e materiais necessários para implementação da ação estratégica por parte do poder executivo municipal. Para o critério de Complexidade

(etapa 2) atrelada à implementação das ações, levam-se em conta pontos relacionados à complexidade de projetos para a gestão municipal, conforme os atributos de mobilização necessária entre os *stakeholders*, comunicação, aprovação e implementação, seguido do atributo de capacitação da equipe, decorrente das características da ação estratégica e, por fim, o tempo de necessário para conclusão da implementação, contabilizando o processo inteiro. O critério de Impacto (etapa 3) exerce uma função diferente dos demais no método de priorização, no qual, os atributos têm objetivo de mensurar o impacto que a implementação de determinada ação estratégica inflige no trânsito entre os diferentes modos de transporte: não-motorizado (a pé e bicicletas), coletivo, carga e individuais motorizados.



Fig. 3 Passo a passo da metodologia de priorização de ações

Devido a que a Matriz de Leopold permite cruzar apenas dois aspectos, a classificação das escalas de priorização das ações estratégicas passa por duas etapas de cruzamento dos níveis atribuídos, o primeiro corresponde ao cruzamento entre os critérios de Custo e Complexidade para determinação do nível de priorização preliminar (etapa 4). O resultado do cruzamento anterior é aplicado em um novo cruzamento com os níveis delegados para o critério Impacto (etapa 5), dando como resultado a definição da escala final de priorização (etapa 6). Finalmente, as ações priorizadas são categorizadas dentro das metas a curto, médio e longo prazo e (etapa 7).

A Figura 4 contempla as etapas 1, 2 e 3 da metodologia e apresenta a forma de avaliação dos critérios a partir dos atributos elencados, com os respectivos níveis entre baixo, médio e alto. A Figura 5 demonstra as etapas de cruzamento entre os níveis, estabelecendo uma escala de prioridade para cada ação estratégica (etapas 4 e 5 da metodologia), dando como resultado a escala final de priorização (etapa 6). A definição das escalas de priorização para as ações resulta em três níveis em escala decrescente de prioridade (1, 2 e 3).

PRIORIZAÇÃO				
	CRITÉRIOS			
	Níveis	CUSTO	COMPLEXIDADE	IMPACTO
ATRIBUTOS		Mão de obra	Mobilização necessária	Transportes não-motorizado
	Baixo	Pequena	Pequena	Baixo
	Médio	Média	Média	Médio
	Alto	Grande	Grande	Alto
		Equipamentos	Capacitação da equipe	Transportes coletivo
	Baixo	Poucos	Baixa	Baixo
	Médio	Poucos - Moderados	Baixa - Média	Médio
	Alto	Moderados - Muitos	Média - Alta	Alto
		Materiais	Tempo de implementação	Transportes de carga
	Baixo	Poucos	Semanas	Baixo
	Médio	Poucos - Moderados	Meses	Médio
	Alto	Moderados - Muitos	Anos	Alto
				Transportes individuais motorizados
	Baixo			Baixo
	Médio			Médio
	Alto			Alto

Fig. 4 Critérios de priorização e seus respectivos atributos (etapas 2 e 3)

ETAPA 4

NÍVEIS DE PRIORIZAÇÃO		COMPLEXIDADE		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
CUSTO	BAIXO	Alta	Alta	Média
	MÉDIO	Alta	Média	Baixa
	ALTO	Média	Baixa	Baixa

ETAPA 5

ESCALA DE PRIORIDADE		NÍVEL DE PRIORIZAÇÃO		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
AVALIAÇÃO DO IMPACTO	BAIXO	3	3	2
	MÉDIO	3	2	1
	ALTO	2	1	1

Fig. 5 Cruzamentos para determinar escala de priorização (etapas 4 e 5)

5.2 Estudo de caso

Como forma de reconhecer a aplicabilidade do método, a metodologia proposta por este artigo foi aplicada na cidade de Palmeira das Missões. Para o nivelamento para os critérios de Custo e Complexidade, as avaliações dos atributos foram discutidas e definidas no grupo focal formado por 12 especialistas da área, como explicitado anteriormente.

Distinguindo os resultados obtidos no grupo focal, das 46 ações, majoritariamente foi atribuído para os critérios de Custo e Complexidade o nível intermediário: 33 das ações foram rotuladas como médio custo, 7 no nível baixo e 6 ações foram consideradas de alto custo. Referente ao critério Complexidade, 42 ações foram rotuladas com o nível

intermediário, médio, completando com 2 ações de baixa complexidade e 2 de alta complexidade. O resultado do grupo de especialistas foi adotado a partir do consenso entre os participantes, e quando esse consenso não foi alcançado, o nível conferido foi aquele que obteve a maioria das respostas em cada ação.

Já para a etapa 3, referindo-se ao nível do critério de Impacto, a dinâmica realizada foi uma atribuição pela equipe técnica do LAMOT, composta por professores e acadêmicos, a modo novamente de grupo focal, viabilizando os cruzamentos subsequentes. Ressalta-se que a distribuição final do critério Impacto contou com 4 ações de baixo impacto, 33 de médio impacto e 9 de impacto alto, direto, com efeito singular para cada um dos modos de transporte. Da aplicação da metodologia proposta resultou a definição das escalas de priorização para as ações (1, 2 e 3).

Uma vez organizada a lista de ações de maior para menor prioridade, foi realizada a última categorização (etapa 7), que elenca o senso de urgência das ações. De acordo com prazos estabelecidos para as ações no Plano de Mobilidade Urbana, foi posteriormente definido um agrupamentos de ações prioritárias em curto (1 a 3 anos), médio (3 a 5 anos) e longo prazo (5 a 10 anos).

Com metas a serem atendidas no prazo de 1 a 3 anos seguindo a ordem dos 11 princípios contemplados pelo plano, foram priorizadas em escala 1: (I) a realização de um estudo técnico para subsidiar o próximo projeto base do transporte coletivo no município, concedido através de licitação; (II) implementação e regulamentação dos serviços de transporte motorizado, conhecida como “Lei dos aplicativos" e a formação de um corpo técnico para promover as atividades do plano, que pode ser alcançado através de contratações e parcerias; (III) revisão da cartilha das calçadas, incluindo estruturas, legislação, fiscalização e financiamento e também a regulamentação de vagas para bicicletas, bicicletários e paraciclos; (VI) adicionar ao Plano Diretor áreas de cargas em grandes empreendimentos; (VII) definição de diretrizes para regulamentação de novos polos geradores de viagem; (VIII) realização de estudo técnico para contagem e caracterização e indicadores de ocupação; (X) estruturação de projetos para o financiamento do Transporte coletivo e de infraestrutura da mobilidade urbana; e (XI) definição de um departamento e um conselho para gerir a mobilidade urbana e suas atribuições. Os princípios IV, V, IX não tiveram ações priorizadas de nível 1, consideradas prioritárias, mas apresentam ainda ações classificadas de nível 2 e 3, não detalhadas no presente artigo por restrições de espaço.

Entre as ações de médio prazo constam: (III) realização de estudo de binários, redes urbanas e programas de velocidade, para melhorar a circulação viária, estruturação do financiamento de ciclofaixas e ciclovias e (V) prospecção de parcerias para implantação de bicicletas compartilhadas em parcerias público-privadas.

Como ações de longo prazo, tem-se: (I) readequação de rotas e horários do transporte coletivo e (IV) a inclusão do tema de acessibilidade na cartilha das calçadas. Com nível de priorização 2, tem-se: (I) disponibilização de informação sobre o serviço de transporte coletivo ao usuário e à população; (II) criação de um banco de dados de acidentes viários no município; (III) projetar um plano de pavimentação das vias destinadas ao transporte coletivo e a implantação de limite de velocidade máxima, Zonas 30, para áreas escolares e de interesse público; (IV) divulgação da cartilha das calçadas e a inclusão do requisito de frota acessível nas novas licitações dos serviços do transporte coletivo e escolar. Para

completar, dentre as ações priorizadas com nível 3 se destaca no princípio (III) a instalação de um sistema de gestão para sinalizações no município.

Pode-se destacar a maior concentração de ações de curto prazo, o que pode demandar grandes esforços do poder público local. Evidencia-se desta forma a necessidade de promoção da mobilidade urbana sustentável em uma cidade de pequeno porte que nunca havia desenvolvido um estudo completo que permitisse guiar suas ações para enfrentar desafios atuais e se preparar para o futuro.

A aplicação da metodologia possibilitou que os agentes e gestores da mobilidade urbana de Palmeira das Missões discutam e coloquem em pauta as prioridades da população que eles representam, garantindo a democracia no processo de consulta e construção do plano de mobilidade e a sua execução e implantação. Durante o processo, os atores envolvidos podem concordar ou discordar dos resultados, mas a cada nova rodada, quando necessário, conseguem chegar a um consenso em comum. Este consenso permite nortear e ordenar as ações garantindo que a população obtenha uma melhor resposta das obras, da infraestrutura e das políticas voltadas para os seus deslocamentos.

6 CONCLUSÕES

Para auxiliar no desenvolvimento de cidades mais seguras e sustentáveis, é preciso planejá-las e incluir de maneira planejada a tomada de decisão. Não haverá cidades melhores a partir de ações pontuais e de intenções que não acompanhem um processo de planejamento sólido e de ações coordenadas. Nesse sentido, o planejamento da mobilidade urbana supõe um desafio para as cidades de menor porte, devido às suas peculiaridades e limitações de recursos humanos e técnicos. Portanto, este trabalho teve como objetivo elaborar uma metodologia para priorização das ações contidas nos planos de mobilidade urbana e aplicá-la a um estudo de caso de uma cidade brasileira de pequeno porte.

A metodologia é estruturada em 7 etapas e propõe a colaboração de especialistas para avaliação mediante cruzamentos em matrizes dos critérios de custo a partir dos atributos de mão de obra, equipamentos e materiais, e de complexidade das ações planejadas, mediante os atributos de mobilização necessária, capacitação das equipes e tempo de implementação. Na sequência é cruzado o nível de priorização obtido com o impacto de cada ação nos diferentes modos de transporte (não motorizados, coletivo, de carga e individuais motorizados) até alcançar a prioridade dentro de uma escala de três níveis.

A aplicação da metodologia ao estudo de caso do Plano de Mobilidade Urbana de Palmeira das Missões possibilitou a priorização das 46 ações previstas nele a partir das avaliações realizadas por especialistas na área e no cenário de estudo reunidos a modo de grupos focais. Entre as ações priorizadas no prazo de 1 a 3 anos, destacam-se as relacionadas à estruturação de projetos para o financiamento do transporte coletivo e de infraestrutura da mobilidade urbana, assim como as que visam incentivar o uso da bicicleta e a caminhada por melhorias no ambiente construído. Com ações no prazo de até 5 anos aparecem ações para financiamento de ciclofaixas e ciclovias e prospectar parcerias para implantação de bicicletas compartilhadas em parcerias público-privadas. Finalmente, como ações no prazo de até 10 anos ficaram alocadas ações para readequação de rotas e horários do transporte coletivo, projetar um plano de pavimentação das vias destinadas ao transporte coletivo, implantação de zonas de velocidade limitada para áreas escolares e de interesse público e a criação de um banco de dados de acidentes viários no município.

Assim, a metodologia proposta oferece uma estrutura abrangente para priorizar as ações de planejamento da mobilidade urbana em cidades de pequeno porte, garantindo que os recursos disponíveis sejam direcionados para onde possam gerar o maior impacto positivo na qualidade de vida dos moradores. Sugere-se como trabalhos futuros a análise da efetividade da priorização estabelecida após a implantação das ações previstas no estudo de caso, reavaliando os atributos identificados, como apoio ao processo de revisão do Plano de Mobilidade Urbana Municipal, assim como a comparação com outras cidades de similar porte mas de diferentes características e localizações geográficas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Prefeitura Municipal de Palmeira das Missões (RS, Brasil) e particularmente dos especialistas no grupo focal aplicado na pesquisa. Alejandro Ruiz-Padillo agradece o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil — Processo 310258/2021-9. Alexandre Grings agradece o suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) — Processo 23081.031933/2024-77.

REFERÊNCIAS

Amaral, J. C. F. (2023) **Modelo multicritério de análise benefício/custo em processo construtivo de mobilidade urbana-estudo de caso em Santa Rita do Sapucaí, MG**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, Brasil. https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/3881

ANTP (2018) **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP**. Relatório Geral 2016.

Bracarense, L. D. S. F. P., Machado, S. L. L. e de Oliveira, R. L. M. (2023) Planejamento Orientado à Acessibilidade Urbana e Sua Aplicação em Cidades de Pequeno Porte. **Informe Gepec**, 27(2), 139-157.

Brasil (2008) **Estatuto da Cidade**. – 3. ed. – Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf

Brasil (2012) **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm

Cruz, M. F. e Fonseca, F. C. P (2018) Vetores em contradição: planejamento da mobilidade urbana, uso do solo e dinâmicas do capitalismo contemporâneo. **Cadernos Metrópole**, v. 20, p. 553-576.

Egilmez, G., Gumus, S. e Kucukvar, M. (2015) Environmental sustainability benchmarking of the U.S. and Canada metropoles: An expert judgment-based multi-criteria decision making approach. **Cities**, 42, 31–41. doi.org/10.1016/j.cities.2014.08.006

Franco, L. S., D'Ooliveira, S. L. D. e Franco, A. C. (2020) Desenvolvimento sustentável e o transporte urbano em países da América do Sul: uma revisão sistemática. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 10, n. 3, p. 159-181.

IBGE, 2023. Instituto brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, **Censo 2022**. https://www.ibge.gov.br/

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B. e Balsley, J. R. (1971) **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington, D.C.

Matté, C., Micheleti, T. H. e Santiago, A. G. (2015) Cidades de pequeno porte em Santa Catarina: uma reflexão sobre planejamento territorial. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v.3, n.2, p. 28 – 47.

Oliveira, D. A. M. (2010) Planejamento urbano e acessibilidade: identificando interesses. **X Seminário de Pós Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro**. Rio Claro/SP.

Oliveira, F. C. e Moura, H. J. T. (2009) Uso das Metodologias de Avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **Pretexto**, 10(4), 78–98.

Palmeira das Missões (2024) **Lei Ordinária 6114 de 2024**. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/rs/p/palmeira-das-missoes/lei-ordinaria/2024/612/6114/lei-ordinaria-n-6114-2024-aprova-o-plano-de-mobilidade-urbana-sustentavel-do-municipio-de-palmeira-das-missoes-e-da-outras-providencias.

Ruiz-Padillo, A., Ruiz, D. P., Torija, A. J. e Ramos-Ridao, Á. (2016) Selection of suitable alternatives to reduce the environmental impact of road traffic noise using a fuzzy multi-criteria decision model. **Environmental Impact Assessment Review**, 61, 8–18. doi.org/10.1016/j.eiar.2016.06.003

Santos, A. M. S. P. (2006) Planejamento urbano: para quê e para quem? **Revista de Direito da Cidade**, v. 1, n. 1, p. 51-94.

Silva, A. L. E. e Moraes, J. A. R. (2012) Proposta de uma Matriz para Avaliação de Impactos Ambientais em uma Indústria Plástica. **Anais XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 32.

Sobczyk, E. J., Kicki, J., Sobczyk, W. e Szuwarzyński, M. (2017) Support of mining investment choice decisions with the use of multi-criteria method. **Resources Policy**, 51, 94–99. doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.11.012

Stamm, C., Staduto, J. A. R., Ferreira de Lima, J. e WadiI, Y. M. (2013) A população urbana e a difusão das cidades de porte médio no Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 14, n. 2. doi.org/10.1590/S1518-70122013000200011

Vieira, A. B., Roma, C. M. e Miyazaki, V. K. (2007) Cidades médias e pequenas: uma leitura geográfica. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 29, p.133-155.

WRI Brasil (2018) **Sete Passos, Como Construir um Plano de Mobilidade Urbana**. https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/sete-passos-como-construir-um-plano-de-mobilidade-urbana

INFORMATION MODELING FOR SUSTAINABLE URBAN PLANNING AND DEVELOPMENT IN SMALL CITIES: THE CASE OF ICAPUÍ-CE

M. Q. Costa Lima[1], M. M. dos Santos[2], J. P. Guedes[2], J. V. M. Alexandrino[2], E. Moreira[2], N. C. Becker[2], C. S. Freitas[2], D. R. Cardoso[2]

ABSTRACT

Urban planning in small cities faces major challenges because of their small and unskilled technical staff, as well as scarce, if not non-existent, databases. To elaborate a suitable plan for the territory, it is essential to establish how local data and information can be used in the analysis and propositions to be made. The study aims to record the implementation of city information models aimed at regulating land use and occupation in a way that is appropriate for the development of the local reality. The investigation is based on the development of the Participatory Master Plan for the municipality of Icapuí - Ceará - Brazil. As a result, we can highlight creating and systematizing data, organizing a spatial database and generating visualizations that allow a reading of the territory and provide bases for decision-making.

1 INTRODUCTION

Cities are spaces of complex interactions between physical and social dimensions that are evolving. Despite the current abundance of digital information, the amount of georeferenced data available is still one of the main obstacles to adopting geoprocessing to support urban planning and management (Pereira & Silva, 2001). The lack of data and information in Brazilian cities is a problem common to all research areas, which impacts on creating governance strategies and the proposal of public policies. In small municipalities, this problem becomes more pronounced, posing a challenge for proposing plans for the sustainable development of these cities. The basic instrument of urban development and expansion policy in Brazil is the Master Plan (in Portuguese, *Plano Diretor)*, which must ensure the quality of life for citizens and social justice in the city's organization (Brazil, 1988). The Master Plan is mandatory for cities with over 20,000 inhabitants, but also in other cases, such as those with tourist interests (Brazil, 2001). In other words, even small municipalities, which are understood here as those with less than 50,000 inhabitants (Corrêa, 1999), may be required to have a Master Plan.

Given this context, how can integrated models be built to support the elaboration of land-use plans in small cities? To create an adequate plan tailored to a specific territory, it is essential to establish how local data and information can be used in the studies, diagnostics, and how

[1] Universidade Federal do Ceará / Centro Universitário Christus
[2] Universidade Federal do Ceará

proposals can be conducted. Tools for representation, analysis, and simulation supported by City Information Modeling (CIM) have great potential in constructing these plans. They can also act as negotiating devices between the different actors involved in spatial production, promoting social inclusion and contributing to produce more just and sustainable communities.

This article aims to document a digital model implementation capable of representing various urban aspects and phenomena to facilitate the analysis and proposal of solutions for the territory, with a focus on developing land use and occupancy regulations tailored to the local reality. The case study is based on the Participatory Master Plan creation for the municipality of Icapuí - Ceará - Brazil, where the physical and social dimensions have unique characteristics, with a significant emphasis on environmental and heritage issues.

The text begins with a theoretical basis, exploring aspects of urban planning in Brazil and City Information Modeling, as well as its potential applications. It then examines the specific case of preparing Icapuí's Master Plan, detailing the resources used to support the planning process, which include: structuring a relational database, collecting secondary data, producing primary data, analyzing suitability for urbanization and analyzing existing urban planning parameters. The conclusion brings the results evaluation, highlighting the successes and limitations perceived in using CIM in urban planning in this case, and discussing its potential for the theoretical contribution on a broader scale.

2 URBAN PLANNING IN THE BRAZILIAN CONTEXT

2.1 Master Plan as a basic urban planning instrument

Designated by the 1988 Federal Constitution as the main urban planning instrument, the Master Plan must guide the growth and development of cities, guiding the actions of public and private actors. The City Statute (Law 10.257, of July 10, 2001) included new criteria for mandating the use of this instrument: besides the constitutional criterion of having a population of 20,000 or more inhabitants, it also considers integrating municipalities into metropolitan regions, areas of special tourist interest or areas of influence of projects or activities with significant environmental impacts at regional or national level. The Statute also established the requirement for participatory development in the Master Plan, ensuring both public availability and access to the information produced, as well as spaces for debate with the various segments of the population (Brazil, 2001).

From a normative perspective, Brazilian master plans must follow the constitutional principles that guide urban regulations: (a) the social function of the city, meaning the exercise of citizens' right to the city, materialized through access to housing, transport, sanitation, among other urban rights; (b) the social function of property, which is based on the subordination of the urban owner's private interests to public interests, materialized in land occupation parameters establishment consistent with the infrastructure and the need for environmental preservation, as well as instruments to combat the speculative retention of unused or underused properties; (c) democratic management, a principle based on participatory democracy, which takes effect through instruments that enable public participation in the construction, implementation, monitoring and revision of the Master Plan; (d) sustainability, achieved by careful balancing

interventions that are appropriate to the city's social and economic context by preserving its environmental and landscape attributes (Lacerda et al., 2005; Paiva et al., 2015).

One of the main difficulties, however, lies in balancing the technical and political dimensions of the Master Plan. The technical dimension requires a basis in rigorous data and analysis, while the political dimension involves a negotiation process among different social actors, where their interests are confronted and articulated (Lacerda et al., 2005). Therefore, a Master Plan has the potential to significantly impact the sustainable development of a territory if it considers the local reality and addresses successfully the collective demands of the population. In order to build proposals that align with the territory, actions and guidelines must be able to recognize the different local pre-existing conditions, starting from socio-economic, cultural, physical and environmental aspects, which pose specific challenges, particularly in small cities.

2.2 Urban planning in small towns

Deliberation on urban issues traditionally have focused on large cities. This emphasis is understandable given their complexity, both in terms of social structure and spatial dynamics, which gives them greater visibility (Corrêa, 1999). However, it is important to note that Brazil has 4910 municipalities with fewer than 50,000 inhabitants – 88% of Brazilian municipalities –, which are home to almost 3% of the national population (IBGE, 2022). Among these small municipalities, 1059 (19% of the total) need or will need to develop their master plans because they have over 20,000 inhabitants, apart from the other mandatory situations listed in the City Statute.

Land tenure irregularities, local heritage loss and environmental degradation are some of the challenging aspects that need to be addressed to initiate comprehensive planning. In addition, according to the last census (IBGE, 2022), municipalities with up to 50,000 inhabitants have the worst basic urban infrastructure conditions. This scenario, combined with issues such as limited and poorly specialized technical teams, the scarcity (and even absence) of data and information, makes creating and implementing public policies, as well as sustainable planning and development, much more difficult.

It is therefore crucial to understand Brazil's urban environment as a whole, not just in terms of large and medium-sized cities, but also by including small towns in the debate. Although they may not face the same typical issues of large cities, they do have specific challenges, sometimes even greater (Fernandes, 2018; Moretti, 2007). To address some of these, information modeling appears to be a relevant methodological alternative since, by combining an integrated database and the graphic representation of geometries with the design process, it is possible to produce and evaluate different scenarios (Eastman et al., 2008).

3 INFORMATION MODELING APPLIED TO URBAN PLANNING

In a scenario where urban environments are expanding and changing rapidly, it is essential to have data to enhance reality comprehension and support decision-making processes (Pereira & Silva, 2001). Besides the data availability, tools are needed to help integrate the perspectives of different stakeholders and assess the suitability of proposals in relation to the objectives and their efficiency for the community, among other factors (Ascher, 2010).

Thus, given the complex and ever-changing nature of cities, a systemic approach to urban problems becomes essential. This can be achieved through negotiation and management devices capable of enhancing inclusion and social justice (Costa Lima et al., 2019; Netto & Saboya, 2010). Such devices operate under the logic of computational thinking and use urban data to build a digital city model that can be used to evaluate the efficiency of urban form. These data, imbued with social meaning, become indicators that improve urban planning because they allow measuring various relationships between city elements, fostering greater awareness among planners about the specific context they are working in and the consequences of their decisions (Beirão, 2012; Moudon & Lee, 2009).

Although it is a relatively recent concept, CIM application has proliferated fast in the literature, both through the conceptualization and discussion of the term (Amorim, 2015; Costa Lima, 2016; Lima et al., 2020), and through the methodological application of digital tools for descriptive and prescriptive purposes (Gil et al., 2011; Beirão, 2012; Lima, 2017; Sousa, 2018). City information models can overlay various urban thematic axes. Such integration enables more efficient communication among stakeholders, simulating scenarios with risks and solutions that can be evaluated from different perspectives, and optimizes management and governance towards sustainable development. Combined with mechanisms for public participation and democratization of information, the proposed approach has the potential to evolve into effective participation.

4 PROPOSING A PLANNING SYSTEM: THE CASE OF ICAPUÍ'S PARTICIPATORY MASTER PLAN

The municipality of Icapuí has 11,076 households and 21,433 inhabitants, 38% of whom live in areas classified as urban by the last national census (IBGE, 2022). Despite its small population size, this number has shown a consistent increase since 1991, when its population was 13,647 people in 2,953 households. The city is characterized by a lack of basic infrastructure in its urban areas and the cultural and natural heritage deterioration. This can be evidenced by coastline stretches degradation and by many traditional porched houses disappearance, symbols of local heritage. In addition, it faces predatory tourism, along with the gradual loss of its coastal vegetation, requiring an immediate review of urban planning regulations.

The significant pressure from the productive sector for territorial changes contrasts with a limited institutional capacity for urban planning. Also, the environmental protection mechanisms have proven ineffective in mitigating the socio-environmental risks associated with inadequate land use management. The lack of specialized technicians in the municipal administration makes the situation worse by hindering the implementation and monitoring of effective policies, a condition highlighted by the absence of a Master Plan and basic planning instruments.

To develop the Participatory Master Plan and to create a planning support system that can be sustained for the municipality, the team employed a series of methodologies. These began with the structuring of a database (DB), followed by data collection and production, and culminating in analyses to inform decision-making. The following subsections describe how construing the

DB has been structural to create a planning system supported by CIM and provide insights into how this paradigm shift can facilitate management and governance.

4.1 Database structure

Building a CIM requires an operational framework, such as the one proposed by Moreira (2023) in figure 1, adapted by the project team. The central resource is a database (DB), stored in a Relational Database Management System (RDBMS) that can be accessed remotely via a Virtual Private Network (VPN). The system can supply information to other tools used in the planning process, such as Geographic Information System (GIS) software, Statistical Analysis Systems (SAS), Integrated Development Environments (IDE), Web Applications (WA), and Algorithmic Modelers (VPI ↔ CAD).

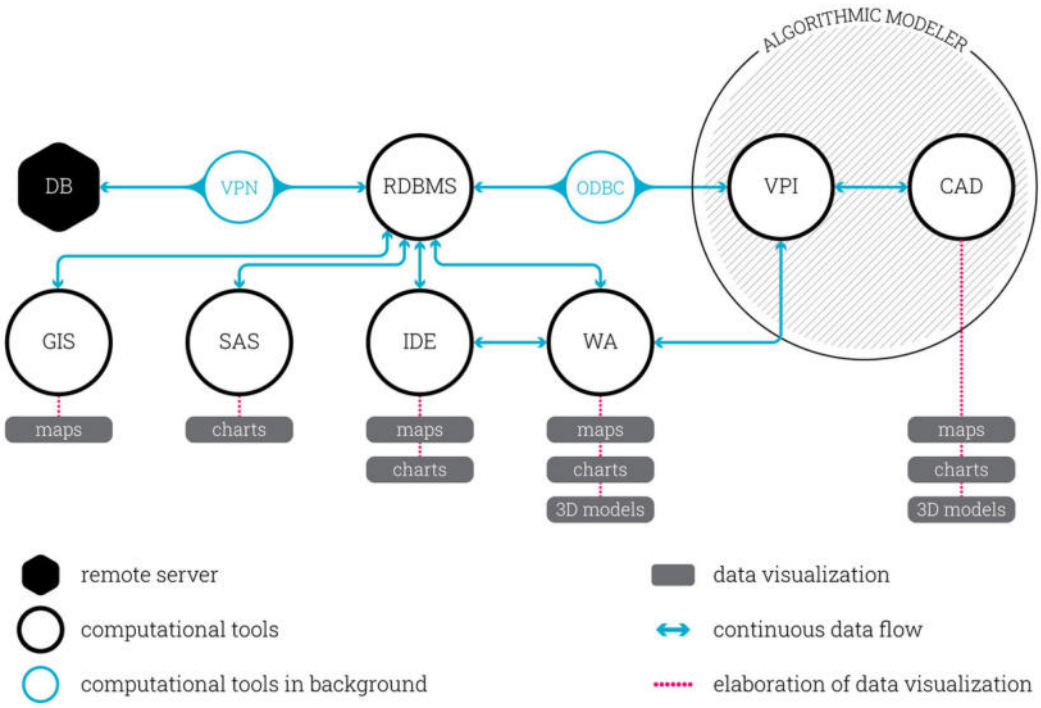


Fig. 1 CIM Framework. Source: Moreira *et al.* (2023, p. 679).

To develop the research, the PostgreSQL database management system was used. QGIS offers a wide range of solutions that were utilized to operate data as georeferenced layers, conduct spatial analyses, and produce maps. Through an ODBC access driver, it was possible to connect to the database from Grasshopper 3D, a visual programming interface (VPI) that, together with Rhinoceros 3D (CAD), forms the algorithmic modeler that enabled flexible analyses and customized representations to meet specific researchers' demands.

The substance of the database and the integrity of the data contained within are crucial for producing more representative city models and have a direct impact on the quality of the products that can be extracted. With Icapuí, the scarcity or inaccuracy of data for characterizing the municipality created a need for supplementation through questionnaires, dynamics in assemblies, meetings with municipal agencies, field visits, and systematic review of datasets.

The findings were spatialized in a GIS environment and made available in a standardized manner to the entire team through the database.

4.2 Data gathering and production

During the first phase of the project, secondary data regarding the municipality was collected from official databases. Since there was no municipal database as expected, virtual platforms from state and federal institutions, such as the Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), and Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), were consulted. Although IBGE conducted the latest census in 2022, only population and household data have been made available at a sufficiently disaggregated scale (census sector) so far.

Interactions with the Municipal City Hall and the Health Department allowed the team to engage with territorial managers and community health agents (CHAs) at Basic Health Units. These agents identified territorial dynamics of an individual and household nature, reported on the conditions of the areas in which they operate, indicated locations and strategic points in georeferenced tools, and verified data previously collected by researchers. The agents also shared useful data for describing the socioeconomic and housing situation of residents in the covered microareas, which were later tabulated to facilitate analyses within the framework implemented by the researchers.

Further discussions with municipal employees revealed that environmental legislation directs land use and occupation in the municipality. Additionally, the potential for the multifunctional use of the Urban Property Tax (IPTU) registry, currently conducted on demand by property owners through an obsolete analog system, was highlighted. To contribute to the future management of licensing and IPTU registration, the provided data was georeferenced and integrated into the database.

To complement the data collection for the Participatory Master Plan development, a multidisciplinary questionnaire was created, divided into six sections aimed at characterizing: (1) the respondent; (2) housing; (3) the urban and landscape context; (4) mobility; (5) heritage and culture; and (6) the economy. It was distributed in both physical and virtual formats and applied to residents to obtain a representative sample from each community in the municipality, totaling over 700 questionnaires from different households (over 6% of the total households). This process provided an opportunity to characterize significant phenomena that are unconventional or difficult to observe directly.

Due to the lack of data on urban morphology, a methodology for vectorizing satellite images was developed to create a cartographic base for the urban areas of Icapuí, including buildings, roadways, and plots. For buildings, starting with a base from Google Open Buildings, the team corrected, moved, or created new geometries based on the most recent satellite image provided by Google. For roadways, the initial base was the road layer provided by the Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), complemented by roads from the collaborative platform OpenStreetMap. In addition to correcting, moving, and creating new geometries for the roadway layer, the team filled the attribute table with characteristics such as

type (vehicles or pedestrians), paving, presence of sidewalks, and vegetation. Since there was no layer representing plots, all geometries had to be drawn – the attribute table was used to note whether the geometry was easily identifiable or if certain boundaries had to be assumed. It is important to note that the concept of plot used is the morphological element, not the legal unit resulting from subdivision, as this process is not yet regularly carried out in the municipality. The systematization of the obtained information into a database allowed access for the entire team, enabling data overlay and multidisciplinary analysis, which are crucial for the territorial planning proposal of the Master Plan.

4.3 Multidisciplinary suitability analysis

As a strategy for reading and diagnosis that considers different perspectives and parameters, a suitability analysis was conducted to determine areas suitable for urbanization. The method, developed by Ian McHarg (1971), focuses on landscape design with the goal of finding the solution that maximizes social utility—the greatest social benefit at the lowest social cost. Among the main characteristics of the method are its interdisciplinary nature, ease of repetition, pursuit of optimal solutions, ease of understanding the "natural form," identification of potential project impacts, reduction of subjectivity among the agents involved, and quantitative approach (Bryant & Turner, 2019; Carlsson, 2017; McHarg, 1971; Yang & Li, 2016). With this in mind, a suitability analysis was conducted by the team, based on interpreting layers that characterize the territory from the perspective of each thematic axis (Figure 2). In sum, the synthesis maps of the axes were combined, following the logic applied during the process, to identify areas favorable for urbanization on a general suitability map of the municipality (Figure 3). The maps were presented in a participatory assembly, facilitating proposals discussion with residents.

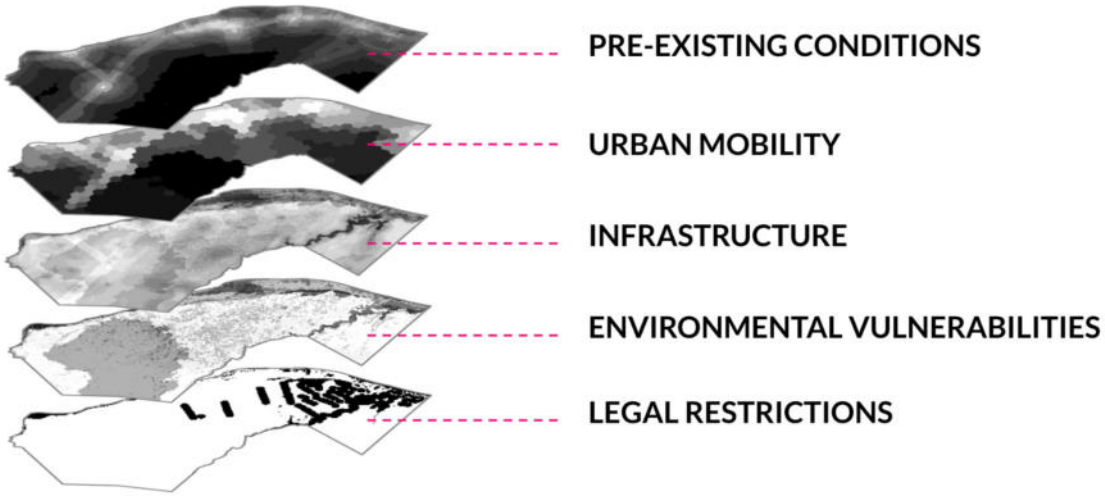


Fig. 2 Summary map of the suitability of the project's axes. Source: Authors (2024).

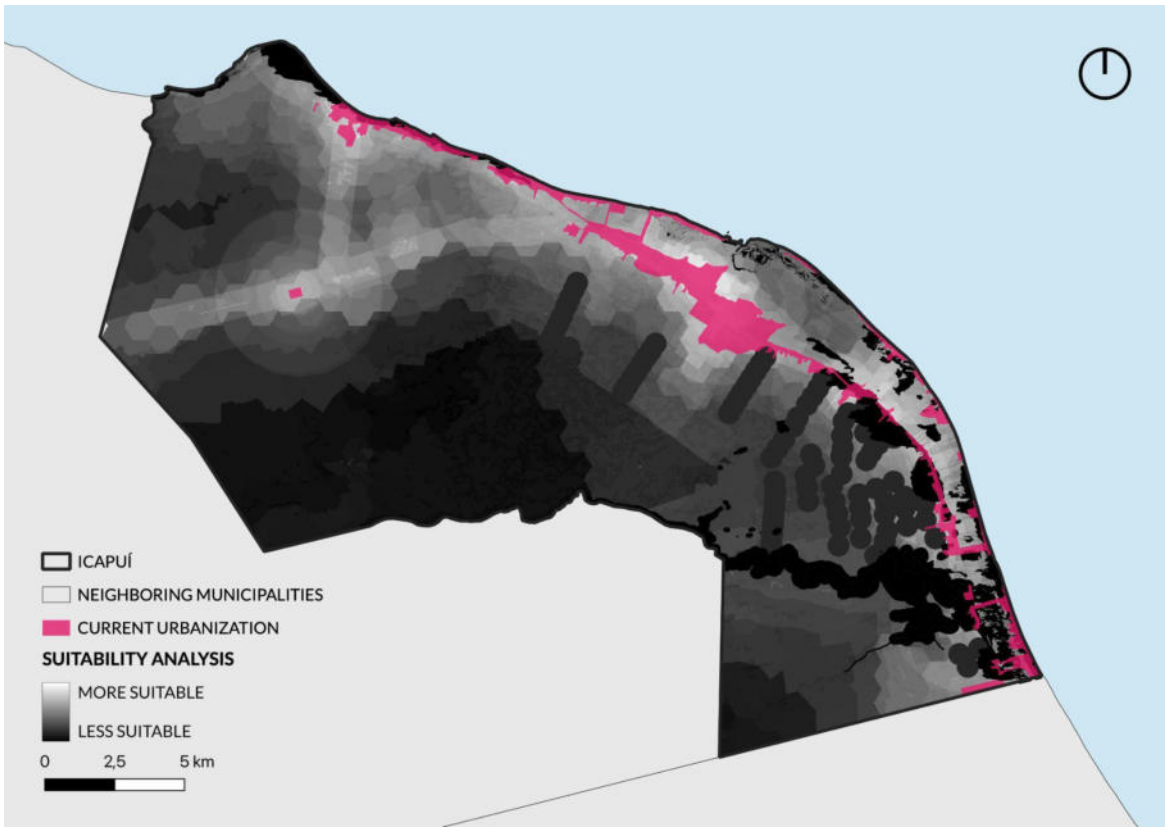


Fig. 3 Suitability map of the municipality. Source: Authors (2024).

From this analysis, overlayed with the current urbanization, some findings were possible: (1) the areas identified as more suitable for the expansion and consolidation of urbanization in the municipality are located along the existing road axis, in higher elevation areas; (2) the wind turbines presence is one of the main constraints on urban expansion within the municipality; (3) there are already occupied areas in environmentally vulnerable regions. This graphical visualization allowed the team to develop a proposal for the urban perimeter and macro-zones (urban, environmental, and rural) based on the overlay of various data, including public expectations.

4.4 Analysis of urban planning parameters

To characterize the zones and determine urban planning parameters consistent with the local reality, the team employed another methodological phase based on Costa Lima et al. (2019). Originally applied to informal and precarious settlements in Fortaleza-CE, this method involves feeding vector layers of lots and buildings into Grasshopper 3D algorithms for measuring urban indicators, such as lot area and coverage, which are incorporated into the attribute table of the lot layer. To support decision-making regarding parameters, the team also implemented another algorithm in Grasshopper 3D (Figure 4), aimed at extracting measures of central tendency (minimum, maximum, mean, median) and providing graphical visualization of indicators distribution in each proposed zone.

Regulating the urban space of Icapuí, similar to the case of the settlements studied in the original method, requires understanding the existing land use. This is because the task is not to plan a parcel to be subdivided, but to manage a territory that is already informally subdivided and occupied. This phase of the analysis allows different zones identification by distinguishing each urban fabric and, with the zoning defined, supports decisions on land use parameters such as minimum and maximum lot dimensions, maximum occupancy rate, minimum permeability rate, among others.

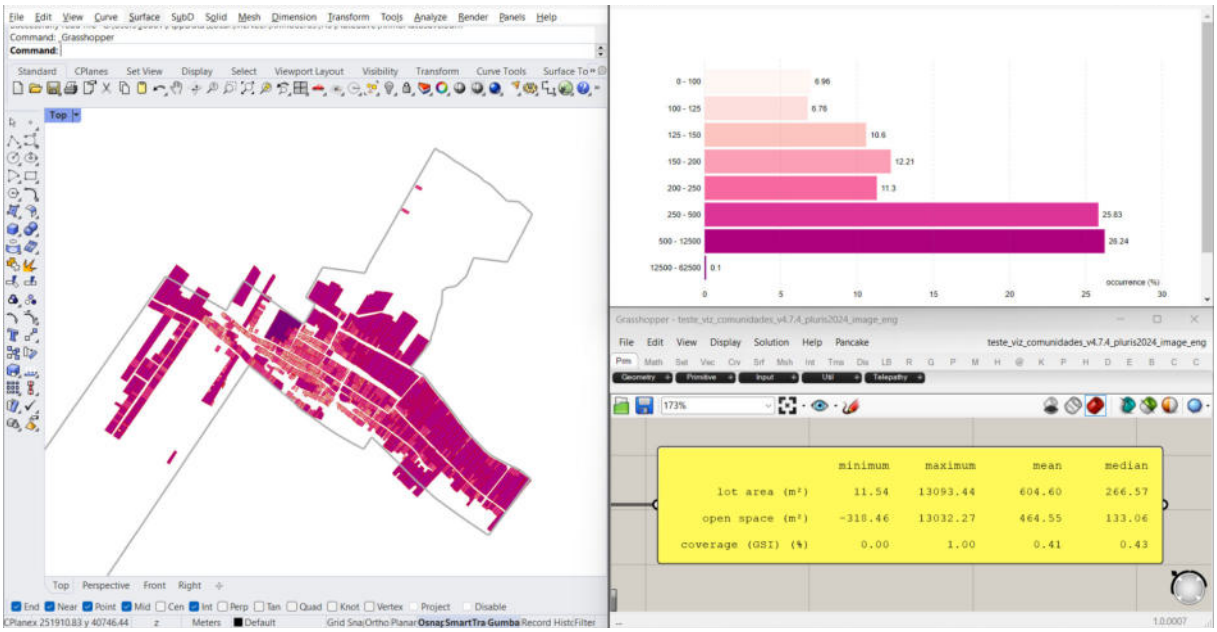


Fig. 4 Outputs of the algorithm applied to a section of the urban center. Source: Authors (2024).

6 CLOSING REMARKS

Developing a Participatory Master Plan is a challenging activity in itself, but in small towns, this challenge takes on new contours. It was observed that existing data is a basic condition for drawing up a plan aimed at sustainable development because it requires a broader and deeper understanding of the territory's dynamics. With Icapuí, data was collected from official sources, as well as through public assemblies, interviews, and surveys. However, it was found that the lack of a municipal data infrastructure, limited material and human resources, and the lack of adequate training are restricting factors for the development and monitoring of more effective public policies. These factors hinder patterns identification, guidelines formulation, and data systematization that is already available.

The Participatory Master Plan combined different methodologies to its advantage. Establishing a DB allowed for continuous data collection and sharing among team members, as well as enabling the analysis of specific urban parameters relevant to the existing situation. The suitability analysis facilitated a multidisciplinary evaluation of the territory, which helped in identifying potentialities and limitations. By combining these approaches, specific solutions tailored to the various realities within the municipality were necessary to achieve the set goals.

By the end of the process, training sessions were conducted for municipal staff to operate the database, which will be crucial for its actual use and effectiveness.

The simplicity of the methods was a major advantage found during the research, which also contributes to their replicability. For Icapuí and other small municipalities, this is relevant, as the methods can be disseminated to both municipal staff and the general population. However, the continuity of data collection and systematization activities, as well as the need to train professionals, represent important challenges. There is a need for ongoing maintenance of the database (BD), which requires changes in local organizational and administrative structures. In order to verify the validity of the methods used, future monitoring of the proposed solutions is recommended. The results would provide a feedback loop that would bring us one step closer to a truly sustainable development.

AKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge the support provided by FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) and CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for funding and promoting this research.

REFERENCES

Amorim, A. (2015) Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos, **Gestão e Tecnologia de Projetos**, 10(2), 87-99.

Ascher, F. (2010) **Os novos princípios do Urbanismo**, Romano Guerra, São Paulo.

Beirão, J. N. (2012) **CItyMaker:** Designing Grammars for Urban Design, ABE TU Delft, Delft.

Brazil. (1988) **Constituição Federal**. Promulgated 5 October 1988. Brasília, DF. Available at: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm (Accessed: 7 October 2023).

Brazil. (2001) **Estatuto da Cidade**. Law No. 10.257, 10 July 2001. Regulates Articles 182 and 183 of the Federal Constitution, establishes general guidelines for urban policy and other provisions. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 July 2001. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm (Accessed: 8 October 2023).

Bryant, M. M. & Turner, J. S. (2019) From thermodynamics to creativity: McHarg's ecological planning theory and its implications for resilience planning and adaptive design, **Socio-Ecological Practice Research**, 1(3–4), 325–337.

Carlsson, M. K. (2017) Environmental design, systems thinking, and human agency: McHarg's ecological method and Steinitz and Rogers's interdisciplinary education experiment, **Landscape Journal**, 36(2), 37–52.

Corrêa, R. L. (1999) Globalização e reestruturação da rede urbana - uma nota sobre as pequenas cidades, **Revista Território**, 4(6), 43-53.

Costa Lima, M. Q. (2016) Limites e possibilidades do City Information Modeling (CIM) em planejamento urbano, **Anais do IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 25-29 july 2016.

Costa Lima, M. Q. C., Freitas, C. F. S,. & Cardoso, D. R. (2019) Modelagem da informação para a regulação urbanística dos assentamentos precários em Fortaleza, **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11(1), 1-20.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008) **BIM Handbook**, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, USA.

Fernandes, P. H. C. (2018) O urbano brasileiro a partir das pequenas cidades, **Revista Geoaraguaia**, 8(1), 13-31.

Gil, J., Almeida, J. & Duarte, J. (2011) The backbone of a City Information Model (CIM): Implementing a spatial data model for urban design, **Anais do Congresso eCAADe'29**, University of Ljubljana, Slovenia, Sept. 21-24.

IBGE (2022) Censo 2022 - Resultados do universo. Available at: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=destaques (Accessed: 25 February 2024).

Lacerda, N., Marinho, G., Bahia, C., Queiroz, P., & Pecchio, R. (2005) Planos Diretores Municipais: Aspectos legais e conceituais, **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, 7(1), 55-72.

Lima, F. (2017) **Métricas Urbanas:** Sistema (para)métrico para análise e otimização de configurações urbanas de acordo com métricas de avaliação de desempenho. (Doctoral dissertation). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Lima, F., Costa, F. R. e Rosa, A. (2020) Lógica algorítmica paramétrica e urbanismo. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, 15(2), 84-97.

McHarg, I. L. (1971) **Design With Nature**, Doubleday / National History Press, New York.

Moreira, E., Alexandrino, J. V. M., Muniz, V. F., & Cardoso, D. (2023) The use of visual programming interface for structuring a generic digital framework in a city information modeling workflow, **Proceedings XXVI International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Peru, 7-11 Nov. 2022, Ed. Blucher, São Paulo, 675-686.

Moretti, R. (2007) Conteúdo e procedimentos de elaboração dos planos diretores, in L. Bueno e R. Cymbalista (orgs.), **Planos diretores municipais:** novos conceitos de planejamento territorial, Annablume, São Paulo, 265-269.

Moudon, A. V. & Lee, C. (2009) Urbanism by numbers: A quantitative approach to urban form, in J. Tatom e J. Stauber (Eds.), **Making the Metropolitan Landscape:** Standing firm on middle ground, Routledge, New York, 57-77.

Netto, V. M. & Saboya, R. T. de. (2010) A urgência do planejamento: A revisão dos instrumentos normativos de ocupação urbana. **Arquitextos**, 11(125.02). Vitruvius. Available at: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.125/3624. (Accessed: 5 April 2024).

Paiva, G. A., Frota, H. B e Oliveira, T. M. (orgs.). (2015) **Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico, 10 anos:** uma nova agenda para o direito, IBDU, São Paulo.

Pereira, G. C. e Silva, B.-C. N. (2001) Geoprocessamento e Urbanismo, in L. H. Gerardi & I. A. Mendes (Eds.), **Temas da Geografia Contemporânea**, Programa de Pós-Graduação em Geografia - UNESP, AGETEO, Rio Claro.

Sousa, C. E. M. (2018) **Modelando a percepção:** o ambiente do patrimônio cultural edificado na regulação da forma urbana (Master Thesis). Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Yang, B. e Li, S. (2016) Design with Nature: Ian McHarg's ecological wisdom as actionable and practical knowledge, **Landscape and Urban Planning**, 155 (1), 21–32.

MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO APLICADOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

F. Ciqueira, P. M. Moura, J. T. A. Santos, I. S. Carneiro, L. F. Ricoy

RESUMO

A população urbana se mostra impactada pela ampliação dos eventos de precipitação intensa. Esta condição tem amplificado globalmente o número de pessoas atingidas por eventos de inundação. Buscando reduzir os prejuízos econômicos, sociais e ambientais, têm sido empregados esforços em busca de ações para redução da exposição ao risco de desastres. Dentre essas ações o mapeamento do risco de inundação é uma alternativa não estrutural de baixo custo que proporciona inúmeros benefícios a comunidade. Este trabalho faz levantamento dos principais métodos de análise do risco de inundação em bacias hidrográficas brasileiras, destacando suas vantagens e limitações. Conclui-se que a disponibilidade de dados é um fator limitante para a escolha da abordagem a ser adotada. O presente trabalho apresenta uma análise contextualizada de publicações sobre mapeamento de risco de inundação, com foco em estudos desenvolvidos em bacias hidrográficas brasileiras.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana e o aumento da ocorrência de precipitações intensas têm contribuído para a ampliação do número de pessoas afetadas por eventos de inundação em todo o mundo. Para enfrentar esse desafio, o marco de Sendai (Cemaden Educação, 2017) aponta a necessidade da implementação de ações para redução da exposição ao risco de desastres.

Uma dessas medidas é o mapeamento do risco de inundação, uma estratégia não estrutural que beneficia a sociedade, visto que atua de forma direta na redução da vulnerabilidade, auxiliando os tomadores de decisão a identificarem as regiões com maior necessidade de investimentos em obras preventivas ou ações mitigatórias (Chen e Alexander, 2022). Adicionalmente, o mapeamento do risco reduz a suscetibilidade da comunidade, pois auxilia na aprimoração da preparação para responder a tais eventos (Sayers et al., 2013).

Entretanto, ainda há dificuldades em quantificar o risco. Um dos principais problemas é a escassa disponibilidade de bancos de dados qualificados. Outro desafio é a dificuldade em se propor um método que traduza o caráter multidimensional do risco, tratando não apenas o perigo, mas também os danos potenciais e a vulnerabilidade tanto das pessoas quanto dos locais afetados (Grigg, 2023).

No Brasil, têm sido desenvolvidos trabalhos para a avaliação do risco de inundação em diferentes regiões do país, mas não há uma convergência do estado da arte para orientar as

melhores práticas para o mapeamento do risco de inundação. Além disso, embora, o mapeamento possa trazer impactos positivos aos planos de gestão do risco de inundação, permitindo a busca por uma maior resiliência urbana frente a crescente necessidade de adequações às mudanças climáticas, ainda há carência no mapeamento do risco.

Dentro deste contexto, esse artigo visa realizar um levantamento dos principais métodos de análise do risco de inundação aplicados em pequenas bacias hidrográficas brasileiras, abordando seus benefícios e limitações para auxiliar pesquisadores na escolha do método mais adequado para o mapeamento do risco de inundações no Brasil. Para esta tarefa, realizou-se uma análise contextualizada, investigando publicações e estudos que focaram na utilização do mapeamento de riscos de inundação. Uma vez conhecido o arcabouço utilizado, elaborou-se uma classificação das metodologias utilizadas e listaram-se os bancos de dados consultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito do risco

O conceito do risco, na análise do risco de inundação, varia conforme o objetivo desejado (Wang et al., 2011). Segundo Chen e Alexander (2022), existem duas estruturas conceituais uma combina perigo e vulnerabilidade, enquanto outra relaciona a probabilidade do evento com a expectativa de danos. Sieg et al. (2023) ampliam essa visão, ao propor que o risco seja definido pela interação entre suas diferentes dimensões: perigo, exposição e vulnerabilidade.

Mishra e Sinha (2020) definem o perigo como a ameaça da inundação que pode ser caracterizada pela probabilidade de ocorrência do evento e a sua magnitude. A exposição refere-se à quantidade de pessoas ou bens que podem ser atingidos. Segundo Abdullah et al. (2021), vulnerabilidade consiste na pré-disposição de um indivíduo ser impactado negativamente pela inundação e é constituída por outros três componentes: suscetibilidade, resiliência e o dano. A quantificação dessa dimensão tem papel fundamental para a identificação de medidas de redução do risco adequadas ao contexto local.

As dimensões do risco podem ser representadas por meio de indicadores. Por exemplo, o aspecto exposição pode ser estimado por dados demográficos ou análises de imagens de satélite, enquanto para os aspectos de perigo podem ser considerados dados de frequência de chuvas e a eficácia de estruturas de proteção existentes, como diques. De acordo com Kittipongvises et al. (2020) e Mishra e Sinha (2020), indicadores de vulnerabilidade, que tratam sobre a resiliência, ainda são pouco explorados. A revisão de Dung et al. (2022) destaca a diversidade de critérios e indicadores na caracterização do risco de inundação, no entanto os motivos para suas escolhas não são claros e sua importância relativa varia regionalmente.

Por fim, Sieg et al. (2023) argumentam que uma avaliação completa do risco de inundação deve contemplar todas as suas dimensões, que consistem no perigo, representado pela probabilidade da ocorrência da inundação, e das suas consequências representadas pela exposição e vulnerabilidade, como apresentado na Figura 1, através do diagrama adaptado de Sayers et al. (2013).

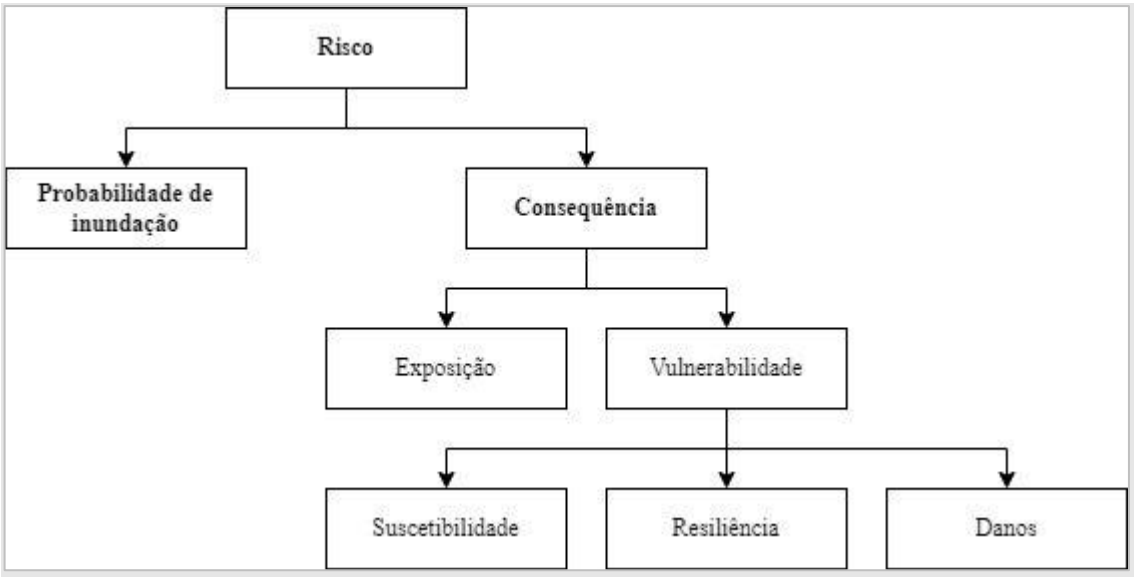


Fig. 1 - Diagrama com as dimensões do risco de inundação

2.2 Contexto Mundial

O número de trabalhos que tratam sobre a análise do risco de inundações aumentou nos últimos anos. O estado da arte, de acordo com (Grigg, 2023) indica que as abordagens são heterogêneas na comunidade científica, havendo variedade nos métodos empregados em torno do mundo.

De forma geral, há interesse na criação e avaliação de novas ferramentas. Nesse contexto, a utilização da Análise Multicritério emerge como uma alternativa viável, visto que essas técnicas são apropriadas para situações de tomada de decisão que envolvem critérios conflitantes, como é o caso da análise de risco. Conforme destacado por Abdullah et al. (2021), esse conjunto de técnicas reflete os objetivos por meio de um conjunto personalizável de critérios, detalhando as particularidades inerentes a cada região. Observa-se a preferência do uso de técnicas de análise multicritério junto à Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o mapeamento de áreas do risco de inundação em função da flexibilidade na escolha dos critérios Dung et al. (2022).

Além disso, o aumento da resolução do sensoriamento remoto permitiu a criação de novos bancos de dados com informações de exposição (Aerts, 2020). A melhor acurácia dos modelos digitais de terreno e a democratização dessas informações são fundamentais para a automatização do mapeamento de inundações, principalmente para regiões com pouca disponibilidade de dados (Grigg, 2023). Apesar da facilidade do uso de ferramentas SIG, há preocupação, conforme abordado por Diaconu et al., (2021), no seu uso sem o devido entendimento e experiência, o que pode levar a resultados incoerentes com as informações de campo.

Ahmed et al., (2024), Chen e Alexander (2022), Kittipongvises et al. (2020), Mishra e Sinha (2020) e Ogato et al. (2020) utilizaram o método combinado AHP-GIS (Analytical Hierarchy Process e Geographic Information Systems). O método foi considerando, por esses autores, válido para o mapeamento de áreas de risco de inundação em locais com escassez de dados, sendo possível utilizar os resultados para o gerenciamento de planos de inundação tanto em escala local quanto em escala regional. No entanto, Hammami et al. (2019) aponta como uma das fragilidades da técnica AHP, a avaliação binária e subjetiva dos critérios.

Por outro lado, abordagens mais recentes têm buscado o emprego de técnicas que utilizam aprendizagem de máquina, sendo uma alternativa para a criação de curvas de danos (Aerts, 2020) e mapeamento de áreas de risco de inundação. No trabalho de Nachappa et al. (2020), foi realizado o mapeamento de áreas do risco em uma mesma região utilizando métodos multicritério e métodos de aprendizagem de máquina ou *Machine Learning* (ML). Os resultados para ML apresentaram melhor acurácia em comparação ao uso do método AHP. Segundo os autores, esses resultados ocorrem em função da alta subjetividade inerente aos métodos multicritério. Apesar do bom resultado apresentado neste estudo utilizando ML, a disponibilidade de bases de dados qualificadas para treinamento, ainda é um fator limitante para o uso dessas técnicas.

Por fim, embora ocorra a proposição de muitas ferramentas de análise do risco de inundação pela academia, várias não são adotados por falta de validação com dados reais. (Ahmed et al., 2024) conduziram uma validação da ferramenta proposta, comparando dados históricos com os resultados gerados pela ferramenta por meio da análise da curva ROC-AUC. Os resultados obtidos revelaram valores satisfatórios, evidenciando a capacidade da ferramenta em identificar e classificar adequadamente o risco de inundação. Essa validação rigorosa confirma a eficácia e a adequação do método proposto para aplicação em cenários reais de gestão do risco de inundação. Além disso, destaca-se que a eficiência da curva ROC-AUC nesse trabalho sugere sua aplicabilidade como uma alternativa de validação para outras ferramentas de análise do risco de inundação.

2.3 Contexto Brasileiro

No Brasil os trabalhos de mapeamento do risco, em sua maioria, buscam realizar o mapeamento de vulnerabilidade a inundações para subsidiar o planejamento de políticas públicas (Araújo Júnior e Tavares Júnior, 2018; Silva et al., 2017; Mattedi et al., 2024). Verifica-se uma variedade de métodos empregados nas bacias brasileiras para a avaliação do risco de inundação. Todos esses métodos foram observados no levantamento bibliográfico realizado, havendo algumas diferenças entre os trabalhos, o que será tratada na sessão 4, resultados.

Entre esses métodos, estão a utilização de análise multicritério (Lima et al., 2021; Portela et al., 2023a; Rezende et al., 2017), geoprocessamento, a modelagem hidrodinâmica (Brito e Bastos, 2021) e por fim, o uso integrado de dados históricos com ferramentas SIG.

As técnicas de análise multicritérios visam auxiliar a resolução de problemas através de técnicas analíticas que buscam refletir os objetivos por meio de um conjunto personalizável de critérios que são comparados entre si, tornando a decisão menos subjetiva. Dentre o conjunto dessas soluções, existem inúmeras ferramentas, cuja aplicabilidade depende do tipo de problema a ser analisado, do objetivo da análise, do volume e natureza dos dados. Uma das técnicas mais exploradas nesse grupo é também a AHP (Saaty, 1977), utilizada para a realização de comparação pareada para a avaliação da importância relativa de cada critério.

A modelagem hidrodinâmica simula o comportamento da água em sistemas naturais. Essa abordagem é amplamente conhecida e robusta o suficiente para permitir a previsão de variáveis como velocidade e nível de água ao longo do tempo e espaço, possibilitando a avaliação de impactos de eventos naturais. A sua utilização é recomendada para o uso em pequenas escalas e bacias urbanas (Grigg, 2023)

Por fim, mesmo com o consenso na comunidade acadêmica, que uma análise do risco de inundação deve ser constituída por todas as suas dimensões, verificamos que os mapeamentos brasileiros têm explorado pouco os aspectos de perigo e vulnerabilidade, conforme Figura 2. O que é ratificado por Portela et al. (2023) que afirma que a consideração de critérios socioeconômicos que auxiliem na correta avaliação da vulnerabilidade ainda é uma lacuna no contexto brasileiro.



Fig. 2-Número de publicações brasileiras consultadas por conjunto de dimensões do risco de inundação

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho buscou identificar as abordagens mais utilizadas em bacias hidrográficas brasileiras para o mapeamento do risco de inundações. A seguir está apresentada a estrutura dos procedimentos metodológicos.

Para o levantamento de publicações, foram realizadas buscas na plataforma Portal CAPES de trabalhos brasileiros voltados para a análise do risco de áreas suscetíveis a inundações, publicados entre os anos de 2009 e 2024, utilizando as seguintes palavras-chave: “Mapas de risco de inundação”, “Avaliação do risco de inundação”, “Análise de suscetibilidade a inundações”. Após a leitura do resumo dos trabalhos encontrados, foram selecionados apenas os artigos que possuíam relevância para este trabalho.

Na análise das publicações selecionadas, foi identificada a região estuda pelos trabalhos selecionados. Cada método utilizado foi sistematicamente catalogado, fornecendo um panorama das abordagens empregadas. Com base na identificação das similaridades entre essas técnicas, optou-se por criar classes para agrupar os trabalhos relacionados, possibilitando uma análise de frequência de utilização. Essa categorização permitiu uma compreensão mais profunda das tendências e padrões de utilização dos métodos ao longo das pesquisas revisadas. Uma análise das vantagens e desvantagens de cada método identificado foi apresentada. Adicionalmente, realizou-se um levantamento dos bancos de dados utilizados, visando compreender a disponibilidade de fontes de informação para a análise do risco. Os resultados detalhados dessa análise estão apresentados seção 4 do presente trabalho.

4 RESULTADOS

Selecionou-se para a análise 20 artigos, que satisfizeram os critérios temáticos selecionados. Foram identificadas quatro tipologias de metodologias: Simulação hidrodinâmica, Geoprocessamento, Análise multicritério + SIG, Dados históricos + SIG. De forma geral, esses trabalhos buscaram realizar o mapeamento de vulnerabilidade a inundações para subsidiar o planejamento de políticas públicas.

4.1 Distribuição regional dos Estudos sobre Mapeamento de riscos de Inundação no Brasil

A investigação da distribuição geográfica dos estudos sobre mapeamento de riscos de inundação no Brasil revelou uma ampla abrangência em termos de localização geográfica dos estudos analisados. Os artigos selecionados abordaram áreas nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul, refletindo a diversidade hidrográfica e as distintas condições climáticas e geográficas encontradas no território brasileiro, como pode ser observado na figura 3. Nenhum trabalho tendo como estudo de caso a região Centro-Oeste do país foi utilizado.



Fig. 3 - Número de Estudos sobre Mapeamento do risco de inundação por região brasileira

A distribuição geográfica dos estudos sobre mapeamento de riscos de inundação no Brasil buscou refletir a heterogeneidade das condições ambientais e socioeconômicas do país, destacando a necessidade de abordagens específicas e adaptadas às características de cada região. Essa compreensão é fundamental para orientar a escolha do método mais adequado para o mapeamento de riscos de inundação em diferentes contextos brasileiros.

4.2 Métodos utilizados nos estudos sobre Mapeamento do Riscos de Inundação no Brasil

Na análise das publicações, cada método utilizado foi catalogado, permitindo a identificação das abordagens empregadas ao longo das pesquisas revisadas. Com base nesse levantamento os métodos foram agrupados em quatro classes, a saber: Simulação Hidrodinâmica, Geoprocessamento, Análise Multicritério + SIG e Dados Históricos + SIG conforme apresentado na figura 4.

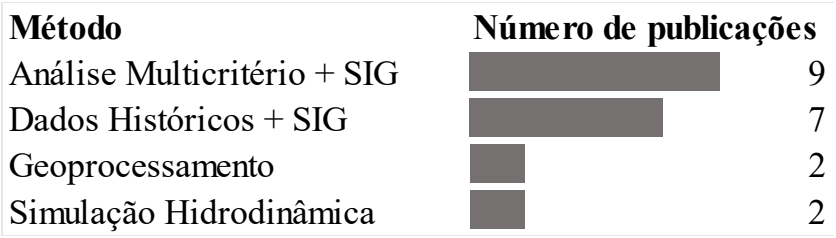


Fig. 4 – Número de publicações brasileiras consultadas por método de mapeamento do risco de inundação

Os métodos frequentemente utilizados na literatura avaliada foram os Métodos multicritérios + SIG e dados históricos com SIG, indicando sua relevância e aplicabilidade em estudos relacionados ao mapeamento de riscos de inundação no Brasil. Por outro lado, métodos como Geoprocessamento e simulação hidrodinâmica foram menos utilizados, mas ainda assim, apresentaram contribuições significativas para a compreensão e avaliação do risco de inundação.

Para cada estudo, é necessário escolher o método mais adequado, visto que cada um possui seus próprios benefícios e limitações. Por exemplo, métodos de análise multicritério combinados com SIG, podem ser apropriados para trabalhos que buscam identificar aspectos de vulnerabilidade social, visto que esse tipo de mapeamento depende de uma grande variedade de indicadores. Conforme destacado por Abdullah et al. (2021), essas técnicas se baseiam em um conjunto personalizável de critérios, detalhando as particularidades introduzidas pelo objetivo da análise. No entanto, os métodos de análise multicritério possuem fragilidades, como a necessidade de uma quantidade substancial de informações e a dependência dos resultados em relação aos critérios avaliados. Mattedi et al. (2024) em seu trabalho utilizou análise multicritério com SIG para a mapear e classificar a vulnerabilidade socioambiental. Outros autores, como Araújo et al. (2019) e Lima et al. (2021), apesar de utilizarem a análise multicritério com SIG para o mapeamento do risco de inundação, focaram seus trabalhos nas dimensões de perigo e exposição e não incluíram a dimensão vulnerabilidade na análise.

Em outra perspectiva, a simulação hidrodinâmica é utilizada para a modelagem detalhada do comportamento das inundações em pequenas bacias. No trabalho de (Brito e Bastos, 2021), observamos a utilização da modelagem hidrológica, onde o principal objetivo é o mapeamento de manchas de inundação associadas ao conceito de período de retorno (TR). Os resultados obtidos com o uso de simulação hidrodinâmica são de boa acurácia, mas precisam de muitos dados hidrológicos, o que pode ser um fator limitante visto a falta de dados históricos para extração dessas informações. Ademais, o método não permite a realização de análises socioeconômicas, dessa forma, para a inclusão de aspectos de vulnerabilidade é necessário utilizar ferramentas complementares. Além disso, de acordo com Grigg (2023) essa técnica é recomendada para pequenas bacias urbanas, sendo necessário utilizar outras técnicas para análises regionais.

As técnicas de associação de dados históricos com ferramentas de SIG foram utilizadas nos estudos brasileiros de Silva et al. (2017), Frutuoso et al. (2022) e Periçato et al. (2016). A abordagem permite a elaboração de mapas que identificam as áreas suscetíveis ao risco de inundação conforme o registro de eventos passados. Apesar da baixa precisão dos resultados, o método pode ser uma alternativa viável para o mapeamento de suscetibilidade de inundação de regiões com escassez de bancos de dados.

A utilização do geoprocessamento tem se destacado como uma ferramenta fundamental no mapeamento do risco de inundações no Brasil e pode ser observada a sua utilização em conjunto com diversas técnicas supracitadas, mas nesse parágrafo abordaremos a utilização exclusiva do geoprocessamento. Por meio da integração de dados georreferenciados, o geoprocessamento permite uma abordagem mais abrangente na identificação de áreas suscetíveis a inundações., como proposto por Andrade et al. (2013) e Guimarães e Penha (2009) que utilizaram o geoprocessamento para a realização do mapeamento do risco de inundação de cidades fazendo o cruzamento de dados como elevação (MDE) e a área de proteção permanente.

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise realizada.

Tabela 1 Resumo dos métodos de análise do risco catalogados e suas vantagens, desvantagens ou limitações

Método	Vantagens	Limitações e Desvantagens
Análise Multicritério+SIG	Pode ser aplicada para diferentes escalas Possibilidade de realizar uma análise considerando grande número de variáveis Pode ser aplicada para diferentes escalas	Acurácia moderada A atribuição de pesos aos critérios é subjetiva Depende de uma grande quantidade de informações
Dados históricos + Geoprocessamento	Possível utilizar em áreas com escassez de dados	Baixa acurácia
Geoprocessamento	Possível utilizar em áreas com escassez de dados Pode ser aplicada para diferentes escalas	Baixa acurácia
Simulação hidrodinâmica	Alta acurácia e elevado nível de detalhamento	Recomendado para análises em escala local Necessário grande número de dados Não permitem a realização de análises socioeconômicas

A diversidade de métodos e técnicas apresentadas oferece um panorama das estratégias disponíveis para o mapeamento do risco de inundação no contexto brasileiro, destacando a necessidade de abordagens integradas e adaptadas às especificidades de cada região. A seguir serão apresentados os bancos de dados mais utilizados para cada tipo de método.

4.3 Bancos de dados utilizados

O levantamento de trabalhos brasileiros realizado para obtenção da relação de fontes de dados por indicador foi conduzido utilizando várias fontes de pesquisa, incluindo bases de dados acadêmicas e bibliotecas digitais, onde foram selecionados estudos que abordavam o mapeamento do risco de inundação no contexto brasileiro. Através da análise desses estudos, foi possível compilar uma lista de fontes de dados utilizadas para diversos indicadores-chave, como Uso e Ocupação do Solo, Tipos de Solo, Limites Territoriais, Mapa de Potencial Poluidor, Características da Bacia Hidrográfica, Infraestrutura e Inventário de Inundação. Essa compilação foi organizada na Tabela 2.

5 CONCLUSÃO

Ao finalizar este estudo, torna-se evidente a diversidade de abordagens e técnicas empregadas no contexto do mapeamento do risco de inundação no Brasil. A categorização dos métodos permitiu identificar classes como Simulação Hidrodinâmica, Geoprocessamento, Análise Multicritério + SIG, Dados Históricos + SIG.

Tabela 2 Lista de fontes de dados por indicador-chave para análise do risco

Indicadores	Origem dos Bancos de Dados
Dados socioeconômicos	Censo, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
	Prefeituras
	EMATER/RS
	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC)
Altitude e declividade	TOPODATA
	Base vetorial contínua do RS
	SRTM versão 3-USGS
	Embrapa
	Aerofotos digitais com resolução espacial de 2 m, disponibilizada pelo Satélite GEOEYE
	Google Earth-Pro, SRTM, disponível no site Earth Explorer, administrado pela USGS
	Levantamentos topo-batimétricos e aerofotogramétricos realizados na bacia
Uso e ocupação do solo	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
	Mapeamento anual do uso e cobertura da terra no brasil (MapBiomas)
	Aerofotos digitais com resolução espacial de 2 m, disponibilizada pelo Satélite GEOEYE
Tipos de solo	Embrapa
Limites territoriais	Cartas Geográficas do Exército brasileiro (BDGEX)
	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Mapa de potencial poluidor	Sistema de Monitoramento Ambiental (SIMA) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA)
Características da Bacia hidrográfica	-Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (SRH)
	ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico)
Infra-estrutura	Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais (PMI, 2001)
	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
	Base cartográfica oficial disponibilizada pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) das Secretarias de Educação, Saúde, Urbanismo, Governo Municipal Abastecimento e Planejamento
Inventário de Inundação	Matérias publicadas em blogs e sites da cidade
	Google Earth Pro
	Defesa Civil
	Arquivo histórico municipal
	Trabalhos de campo para verificação e caracterização dos fenômenos ocorridos in loco
	Entrevista com moradores das áreas de risco

A análise das vantagens e limitações ressalta a importância da seleção criteriosa de métodos, conforme as demandas específicas de cada estudo. Além disso, os resultados da pesquisa sobre bancos de dados revelam uma variedade de fontes disponíveis, no entanto, nem todos os bancos de dados estão disponíveis para todas as regiões, assim a escolha de indicadores deve se ater a disponibilidade da informação.

Compreende-se que este trabalho não pretende ser uma revisão bibliográfica detalhada, mas sim uma análise contextualizada de publicações sobre o mapeamento do risco de inundação, focada em estudos realizados em bacias hidrográficas brasileiras. Ao concentrar-se na categorização e avaliação dos métodos mais relevantes, busca-se oferecer aos pesquisadores e profissionais uma visão das abordagens disponíveis, destacando suas vantagens e limitações específicas para o contexto brasileiro.

6 REFERÊNCIAS

Abdullah, M. F., Siraj, S. e Hodgett, R. E. (2021) An Overview of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Application in Managing Water-Related Disaster Events: Analyzing 20 Years of Literature for Flood e Drought Events, ***Water***, 13(10), p. 1358. doi: 10.3390/w13101358.

Aerts, J. C. J. H. (2020) Integrating agent-based approaches with flood risk models: A review e perspective, ***Water Security***, 11, p. 100076. doi: 10.1016/j.wasec.2020.100076.

Ahmed, I., Das (Pan), N., Debnath, J., Bhowmik, M., Bhattacharjee, S. (2024). Flood hazard zonation using GIS-based multi-parametric Analytical Hierarchy Process. ***Geosystems e Geoenvironment 3***, 1–25. https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2023.100250

Erade, E., Danna, L. C. e Silva, P. C. F. (2013) Mapeamento de Perigos e Riscos de Inundação no Município de Aparecida (São Paulo), ***Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ***, 35_2(1), pp. 28–42. doi: 10.11137/2012_2_28_42.

Araujo, M. M. F., Dall'Agnol, A. L. B., Leandro, D., Castro, A. S., Quadro, M. S., Lima, G. F. (2019) Caracterização hidrológica e suscetibilidade do risco à inundação nas bacias do município de Arroio do Padre/RS, ***Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais***, 10(1), pp. 283–296. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0024.

Araújo, A. C. R.J. e Tavares Júnior, S. S. (2018) Expansão Urbana e Fatores do risco à Inundação em Boa Vista - RR, ***Raega - O Espaço Geográfico em Análise***, 44, p. 139. doi: 10.5380/raega.v44i0.49680.

Brito, E. R. de e Bastos, F. de H. (2021) Suscetibilidade a eventos de inundação como subsídio ao planejamento urbano - O estudo da cidade do Crato/Ceará/Brasil, ***Confins***, (53). doi: 10.4000/confins.43945.

Cemaden Educação, 2017. ***Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastre 2015-2030.*** Disponível em: < https://educacao.cemaden.gov.br/midiateca/marco-de-sendai-para-a-reducao-do-risco-de-desastre-2015-2030>. Acessado em: 15/05/2024

Chen, Y. e Alexander, D. (2022) Integrated flood risk assessment of river basins: Application in the Dadu river basin, China, ***Journal of Hydrology***, 613, p. 128456. doi: 10.1016/j.jhydrol.2022.128456.

Diaconu, D., Costache, R. e Popa, M. (2021) An Overview of Flood Risk Analysis Methods, ***Water***, 13(4), p. 474. doi: 10.3390/w13040474.

Dung, N. B., Long, N.Q., Goyal, R. et al.(2022) The Role of Factors Affecting Flood Hazard Zoning Using Analytical Hierarchy Process: A Review, ***Earth Systems and Environment,*** 6(3), pp. 697–713. doi: 10.1007/s41748-021-00235-4.

Frutuoso, G. K. da C., Grigio, A. M. e Neta Barros, T. C. de A. (2022) Mapeamento das áreas do risco de inundação urbana na cidade de Assú - Rio Grande do Norte, Brasil, ***Revista Brasileira de Geografia Física***, 15(6), pp. 2994–3012. doi: 10.26848/rbgf.v15.6.p2994-3012.

Grigg, N. S. (2023) Comprehensive Flood Risk Assessment: State of the Practice, ***Hydrology***, 10(2), p. 46. doi: 10.3390/hydrology10020046.

Guimarães, N. A. and Penha, J. W. da (2009) Mapeamento das áreas do risco de inundação com a utilização do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente: estudo de caso em Muriaé, ***Revista Agrogeoambiental***, 1(2). doi: 10.18406/2316-1817v1n2200976.

Hammami, S., Zouhri, L., Souissi, D., Souei, A., Zghibi, A., Marzougui, A., Dlala, M., 2019. Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia). Arabian ***Journal of Geosciences*** 12, 653. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4754-9

Kittipongvises, S., Phetrak, A., Rattanapun, P., Brundiers, K., Buizer, J. L., Melnick, R. (2020) AHP-GIS analysis for flood hazard assessment of the communities nearby the world heritage site on Ayutthaya Island, Thailand, ***International Journal of Disaster Risk Reduction***, 48, p. 101612. doi: 10.1016/j.ijdrr.2020.101612.

Lima, R.E., Miguez, L.A.L., Acordes, F.A., Da Fonseca, M.N., 2021. Proposta Metodológica para Mapeamento do risco de Inundação no Município de Curitiba (Paraná). ***Caminhos de Geografia 22***, 1–12. https://doi.org/10.14393/RCG228155095

Mattedi, M. A., Mello, B. J, Souza, C. M. M, Vicentainer, D. A., Kormann, T. C. (2024) Aplicação do índice de vulnerabilidade socioambiental a desastres por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG):, ***Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade***, 13(1), p. e23423. doi: 10.5585/2024.23423.

Mishra, K. e Sinha, R. (2020) Flood risk assessment in the Kosi megafan using multi-criteria decision analysis: A hydro-geomorphic approach, ***Geomorphology***, 350, p. 106861. doi: 10.1016/j.geomorph.2019.106861.

Nachappa, T. G.; Avinash, O.; Prakash, P. V.; Shahapure, M. A.; Kumar, K. V.; Mohiddin, S. K.; (2020) Flood susceptibility mapping with machine learning, multi-criteria decision analysis and ensemble using Dempster Shafer Theory, ***Journal of Hydrology***, 590, p. 125275. doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125275.

Ogato, G. S., Bantider, A., Abebe, K., Geneletti, D. (2020) Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia, ***Journal of Hydrology: Regional Studies,*** 27, p. 100659. doi: 10.1016/j.ejrh.2019.100659.

Periçato, A. J., Demétrio da Silva, V. e Sant'ana Marcatto, F. (2016) Identificação e mapeamento das áreas do risco no município de Itajaí- SC a partir das inundações ocorridas em 2011 (Identification and mapping of the flood risk areas in the city of Itajaí-SC based on the 2011 floods), ***Revista Brasileira de Geografia Física,*** 9(6), pp. 1895–1909. doi: 10.26848/rbgf.v9.6.p1895-1909.

Portela, B. de M., Alves, G. B., Silva, S.R., Lafayette, K.P.V. (2023) Análise da Vulnerabilidade à Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Sirinhaém, utilizando o Método de Análise Hierárquica, ***Revista Brasileira de Geografia Física,*** 16(3), pp. 1247–1262. doi: 10.26848/rbgf.v16.3.p1247-1262.

Sayers, P. Galloway, G., Penning-rowsell, E., *et al.* (2013) Flood Risk Management A Strategic Approach: Part of a series on strategic water management, ***Water and Sewerage Journal.*** Available at: https://bit.ly/2TkeZHz. Acessado em: 10/05/2024

Sieg, T., Kienzier, S., Rozer, V. *et al.* (2023) Toward an adequate level of detail in flood risk assessments, ***Journal of Flood Risk Management***, 16(3). doi: 10.1111/jfr3.12889.

Silva, P.V.R.M., Junior, R.A.F.C., De Noronha, G.C., 2017. Mapeamento e análise do risco de inundação da Bacia do Rio Paraíba/AL: estudo de caso. ***Sistemas & Gestão*** 11, 431–443. https://doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n4.1143

Rezende, P. S., Marques, D. V. e Oliveira, L. A. de (2017) Construção de Modelo no QGIS e Utilização do Método de Processo Analítico Hierárquico - AHP para Mapeamento de riscos à Inundação na Área Urbana de Paracatu - MG, ***Caminhos de Geografia***, 18(61), pp. 1–18. doi: 10.14393/RCG186101.

Wang, Y., Tang, Z. et al. (2011) A GIS-Based Spatial Multi-Criteria Approach for Flood Risk Assessment in the Dongting Lake Region, Hunan, Central China, ***Water Resources Management***, 25(13), pp. 3465–3484. doi: 10.1007/s11269-011-9866-2.

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE (ITU) PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO EM AMBIENTES URBANOS

N. A. D. Pons, M. C. Rossato, D. L. S. Teixeira, A. L. M. Vilela S. C. de Azevedo, I. R. de Souza e B. C. da Silva

RESUMO

Diversos trabalhos têm mapeado a suscetibilidade a inundações através de condicionantes hidrológicos, geológicos, topográficos, pedológicos e relacionados à cobertura do solo. Entre os índices topográfico-hidrológicos, o Índice Topográfico de Umidade (ITU) é o mais comumente utilizado, descrevendo a tendência de uma célula em acumular água. O objetivo do presente estudo foi avaliar o emprego do ITU na identificação de áreas suscetíveis a inundações em ambientes urbanos, utilizando como estudo de caso a sub-bacia do ribeirão José Pereira, localizada na cidade de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. O mapa da distribuição do ITU na sub-bacia foi comparado com a mancha de inundação referente ao evento ocorrido em fevereiro de 2023, evidenciando as áreas mais suscetíveis à ocorrência de inundações. Esse método pode fornecer subsídios para o planejamento e ordenamento urbano no município através uma abordagem ágil e sem custos significativos.

1 INTRODUÇÃO

Os desastres representam uma temática cada vez mais presente no cotidiano da população, independentemente de esta residir ou não em áreas de risco. Embora inicialmente o termo esteja associado a terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões, os desastres também abrangem processos e fenômenos mais localizados, como inundações, subsidências, erosão e deslizamentos de terra (Amaral e Ribeiro, 2009).

Devido à combinação de eventos pluviométricos intensos e frequentes em paisagens dominadas por planícies e fundos de vales estreitos, grandes áreas do sul e sudeste do Brasil são naturalmente suscetíveis a inundações (Amaral; Ribeiro, 2009; Ferraz *et al.*, 2022). O município de Itajubá (MG) é uma dessas áreas, tendo registrado mais de 70 eventos de cheia do Rio Sapucaí, o maior deles ocorrido em 1874 e o último grande evento em 2000 (Pinheiro, 2005). Chuvas intensas ou mesmo chuvas mais fracas, porém persistentes ao longo de vários dias consecutivos, são responsáveis por desencadear eventos de enchentes, inundações e alagamentos no município (Silva *et al*., 2019).

A ocorrência de eventos de inundação está condicionada a uma combinação entre fatores naturais e antrópicos do ambiente. Os fatores naturais se referem às variáveis topográficas, hidrológicas e geológicas que permitem compreender a dinâmica de escoamento da água (Tehrany *et al.*, 2017). Já os condicionantes antrópicos são resultado de intervenções humanas diretas ou indiretas nas bacias hidrográficas, como processos de impermeabilização

do solo, ocupação de planícies de inundação e construção de sistemas de drenagem deficientes (Leite e Rocha, 2016). As propriedades físicas e bióticas da bacia são, portanto, elementos fundamentais na regulação de seus processos hidrológicos, visto que influenciam na taxa de infiltração, no volume de água produzido, na taxa de evaporação da bacia, entre outros (Lopes *et al.*, 2018).

Variados estudos vêm utilizando condicionantes topográficos que apresentam forte influência nos processos de escoamento superficial e infiltração, tais como: declividade; altitude; curvatura; Índice Topográfico de Umidade; Índice de Potência de Escoamento; Índice de Transporte de Sedimento e Índice de Rugosidade do Terreno. Entre os índices topográfico-hidrológicos, o Índice Topográfico de Umidade (ITU), do inglês *Topographic Wetness Index*, é o mais comumente utilizado e descreve a tendência de uma célula em acumular água (Mattivi *et al.*, 2019; Tehrany *et al.*, 2019).

Segundo Moore et al. (1991), o ITU é definido como uma função logarítmica do quociente entre área de contribuição e a declividade. A distribuição espacial das áreas com saturação hídrica temporária ou permanente pode ser identificada com a utilização do índice topográfico de umidade. Sendo assim, o ITU é uma medida relativa da disponibilidade em longo prazo de umidade do solo de um determinado local na paisagem.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a utilização do ITU na identificação de áreas suscetíveis a inundações em ambientes urbanos, utilizando como estudo de caso a sub-bacia do Ribeirão José Pereira, afluente do rio Sapucaí que entrecorta a zona urbana de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. A sub-bacia do Ribeirão José Pereira vem enfrentando problemas devido à ocupação da planície de inundação e às modificações no curso d'água decorrente da expansão urbana.

Em 27 de fevereiro de 2023, uma precipitação de aproximadamente 59,2 mm foi registrada no município de Itajubá com o maior volume concentrado entre 19:00 e 20:00 UTC (Tempo Universal Coordenado) (Ferreira *et al.*, 2023). De acordo com a climatologia local, esse evento pode ser classificado como de precipitação diária extrema. Esse evento foi responsável pelo transbordamento do Ribeirão José Pereira e por vários pontos de alagamento no município. O produto obtido através do emprego do ITU será comparado com a mancha de inundação da sub-bacia referente ao evento ocorrido no dia 27 de fevereiro de 2023.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Itajubá está situada no sul do Estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de 294,84 km² e com uma população estimada em 97.334 habitantes (IBGE, 2022). Assim como em muitas outras partes do país, sua colonização teve início nas proximidades dos rios, especialmente devido à topografia local, que é predominantemente ondulada e montanhosa (Félix *et al.*, 2019).

A bacia hidrográfica do Ribeirão José Pereira, foco de estudo desta pesquisa, está completamente situada dentro do território do município de Itajubá, entre as coordenadas 45° 20' 58'' - 45° 27' 37'' W e 22° 23' 18'' - 22° 27' 01'' S, como ilustrado no mapa da Figura 1. Ela abrange uma área de 39,54 km² e é circundada ao sul pela Serra da Pedra

Amarela, a leste pela Serra da Água Limpa, ao norte pelas serras do Juru e dos Toledos, e a oeste por pequenos divisores que a separam da bacia do rio Sapucaí (Flauzino, 2012).

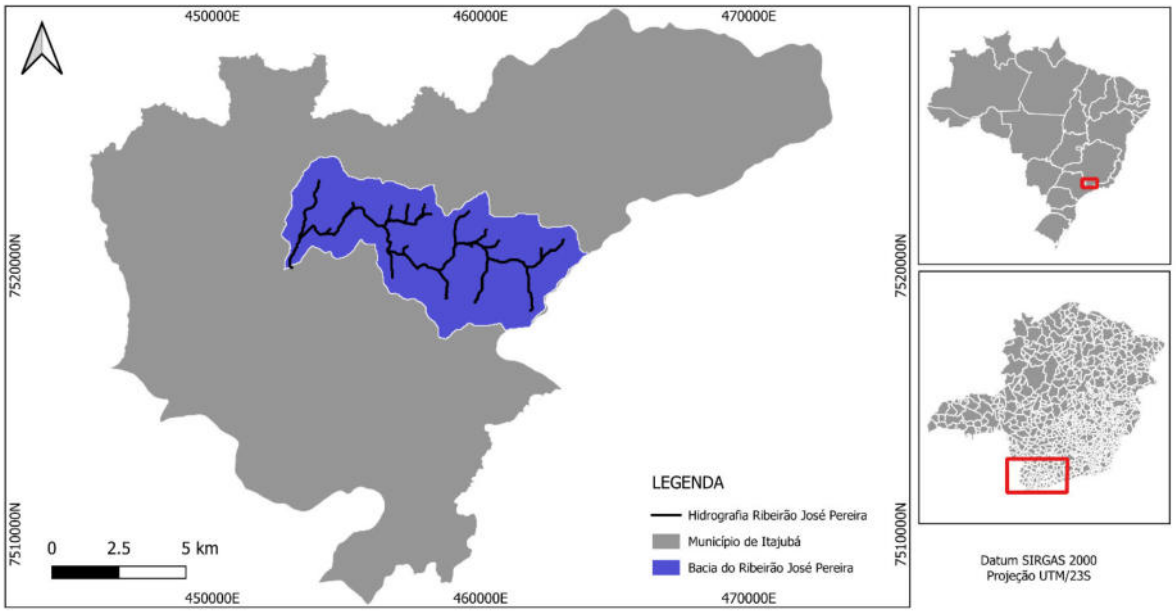


Fig. 1 Mapa de localização da Bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, Minas Gerais, Brasil

A sub-bacia exibe uma vegetação que reflete as características do domínio da Mata Atlântica, englobando um valioso remanescente florestal do bioma, a Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos (Flauzino *et al*., 2016; IBGE, 2022). Contudo, devido às atividades humanas que impactam a vegetação, há uma considerável taxa de desmatamento dos ecossistemas naturais. Isso inclui a supressão da vegetação nativa para dar lugar a pastagens, cultivos agrícolas e plantações florestais, além da expansão das áreas urbanas e da infraestrutura viária (Reis *et al.*, 2016).

De acordo com Flauzino *et al*. (2016), a ocupação da sub-bacia ocorre de maneira desorganizada, resultando em uma variedade de cenários distintos. Nas áreas de menor altitude, observa-se uma intensa urbanização, enquanto nas porções média e alta predomina o uso intensivo para a pecuária. Essa forma de ocupação, combinada com as características topográficas do relevo fortemente ondulado e a suscetibilidade natural dos solos, propiciou o desenvolvimento de processos erosivos. Isso resultou na degradação ambiental da região.

2.2 Metodologia

Para atingir os objetivos delineados, várias etapas de trabalho foram cruciais, sendo organizadas e implementadas de forma sistematizada. Entre essas etapas, o levantamento bibliográfico e a criação da base de dados georreferenciados e dos mapas temáticos foram atividades fundamentais. A base de dados georreferenciados foi elaborada com o suporte do software de geoprocessamento QGIS 3.28.13, e contou com os principais indicadores físico-territoriais e socioeconômicos do município de Itajubá. Para a constituição da base foram necessários:

a) mapa pedológico da bacia do Ribeirão José Pereira desenvolvido por Lima (2012);

b) Modelo Digital de Elevação - MDE com resolução de 12,5 m obtido pelo radar *Phased Array L-band SAR* - PALSAR do satélite *Advanced Land Observing Satellite* - ALOS e disponibilizado pelo *Alaska Satellite Facility* (https://search.asf.alaska.edu/#/) (ASF, 2011)

c) malhas digitais de limites municipal e estadual de Minas Gerais do ano de 2017, disponibilizadas pelo IBGE;

Para o mapeamento do Índice Topográfico de Umidade na sub-bacia estudada, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) no ambiente do software livre SAGA GIS v2.3.2 (Conrad *et al*., 2015), que oferece uma ampla variedade de algoritmos de direção de fluxo (Oliveira *et al*., 2016). O procedimento seguiu as etapas recomendadas por Mattivi *et al.* (2019). Inicialmente, o MDE passou por um pré-processamento com a ferramenta *Fill Sinks* (Wang & Liu), que preenche as depressões do MDE, produzindo um produto de saída sem depressões para ser usado no cálculo do mapa de fluxo acumulado. Em seguida, a ferramenta *Flow Accumulation* (*Top-Down*) foi utilizada para extrair o fluxo acumulado, empregando o algoritmo *Multiple Flow Direction*, desenvolvido por Quinn *et al*. (1991). Esse algoritmo distribui a área de aclive acumulado de cada célula entre todas as direções de vertente, tanto cardeais quanto diagonais, permitindo a contribuição para jusante em até oito direções de fluxo (Quinn *et al.*, 1991; Moraes *et al.*, 2014).

O mapa de acúmulo do fluxo representa a área total de captação, o que possibilita o cálculo da área de contribuição específica (As) com a ferramenta *Flow Width and Specific Catchment Area*. Utilizando como entrada o MDE preenchido e o fluxo acumulado, obteve-se como resultado a largura do fluxo e a As, necessárias para a extração do ITU. Para este processo de extração, foi necessário calcular a declividade em radianos com a ferramenta *Slope, Aspect, Curvature*, utilizando o MDE bruto, sem o preenchimento das depressões. Por fim, a geração do ITU foi realizada por meio da ferramenta *Topographic Wetness Index*.

Já para a obtenção das Manchas de Inundação da sub-bacia, referentes ao evento de 2023, foram geradas simulações hidrológicas e hidráulicas desenvolvidas nos softwares HEC-HMS e HEC-RAS. Para desenvolver as mesmas, foi utilizado o mesmo modelo digital de terreno elaborado para o mapa do ITU em conjunto com a análise das características físicas e topográficas da bacia estudada.

Levando em consideração as características da bacia, a metodologia para determinar o tempo de concentração da bacia foi o de Ven te Chow e o modelo chuva-vazão escolhido foi o SCS *Curve Number*. A partir das análises hidrológicas foi possível obter os hidrogramas, dos quais se utilizou os valores de vazão de entrada na modelagem hidráulica. Os dados de precipitação foram obtidos através do modelo probabilístico, utilizando uma série histórica correspondente ao período de 1941 a 2022. Foi considerada a precipitação como condição de contorno apenas para a área urbana da bacia, para o restante de sua área foram inseridas as vazões obtidas nos hidrogramas, obtendo-se a mancha de inundação referente apenas ao perímetro urbano do município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa da distribuição espacial do Índice Topográfico de Umidade (ITU) na sub-bacia, obtido seguindo as etapas metodológicas recomendadas por Mattivi *et al.* (2019) com o auxílio do software SAGA GIS v2.3.2, é apresentado na Figura 2. Observa-se que a planície

de inundação do Ribeirão José Pereira exibe os maiores valores do índice, indicando ser uma área sujeita ao acúmulo do fluxo de água.

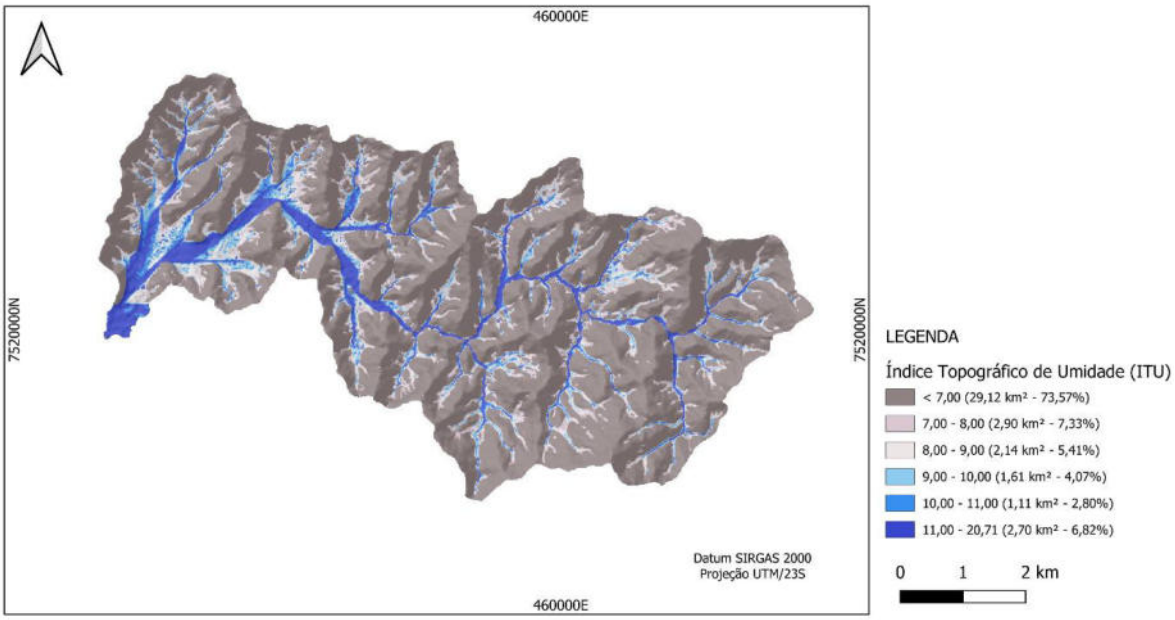


Fig.2 Mapa do ITU para a sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Itajubá, Minas Gerais, Brasil

Os valores mais altos do Índice Topográfico de Umidade (ITU) correspondem a áreas naturalmente propensas a alagamentos, podendo ser inundadas pelo ribeirão durante períodos de cheias. Portanto, são consideradas como áreas de risco e não deveriam ser destinadas a ocupações humanas (Jancewicz *et al.*, 2019; Silva e Barbosa, 2018). Na sub-bacia em estudo, essas áreas representam mais de 6,0% do território e, infelizmente, em grande parte estão ocupadas pela população.

Um cenário parecido pode ser observado com relação a mancha de inundação da área urbana da bacia, ilustrada na Figura 3. Nela é possível evidenciar que as áreas mais afetadas por processos de acúmulo hidráulico são as mais urbanizadas, em decorrência da facilidade de ocupação desses locais. Esses quadros têm se agravado em decorrência da alteração da cobertura vegetal original que modificam as características que antes favoreciam o controle da cheia.

Na simulação hidráulica realizada nesse trabalho foi considerado apenas um tempo de retorno de 5 anos, analisando apenas cenários mais recorrentes, sendo que a precipitação de fevereiro de 2023 foi utilizada apenas como parâmetro de calibração do modelo hidrológico. A mancha de inundação deixa claro como os efeitos da urbanização às margens do curso hídrico e da canalização à jusante colaboram para o processo de cheia e agravamento dos impactos desses eventos nas áreas urbanas. De maneira geral, as áreas ocupadas na bacia têm fatores físicos que favorecem o processo de inundação, visto que a ocupação se deu na jusante do ribeirão, área naturalmente caracterizada por um escoamento mais estável e de menores velocidades, além do fato do trecho de foz, antes do deságue no rio Sapucaí, ter sido canalizado, limitando a vazão a ser escoada pelo canal.

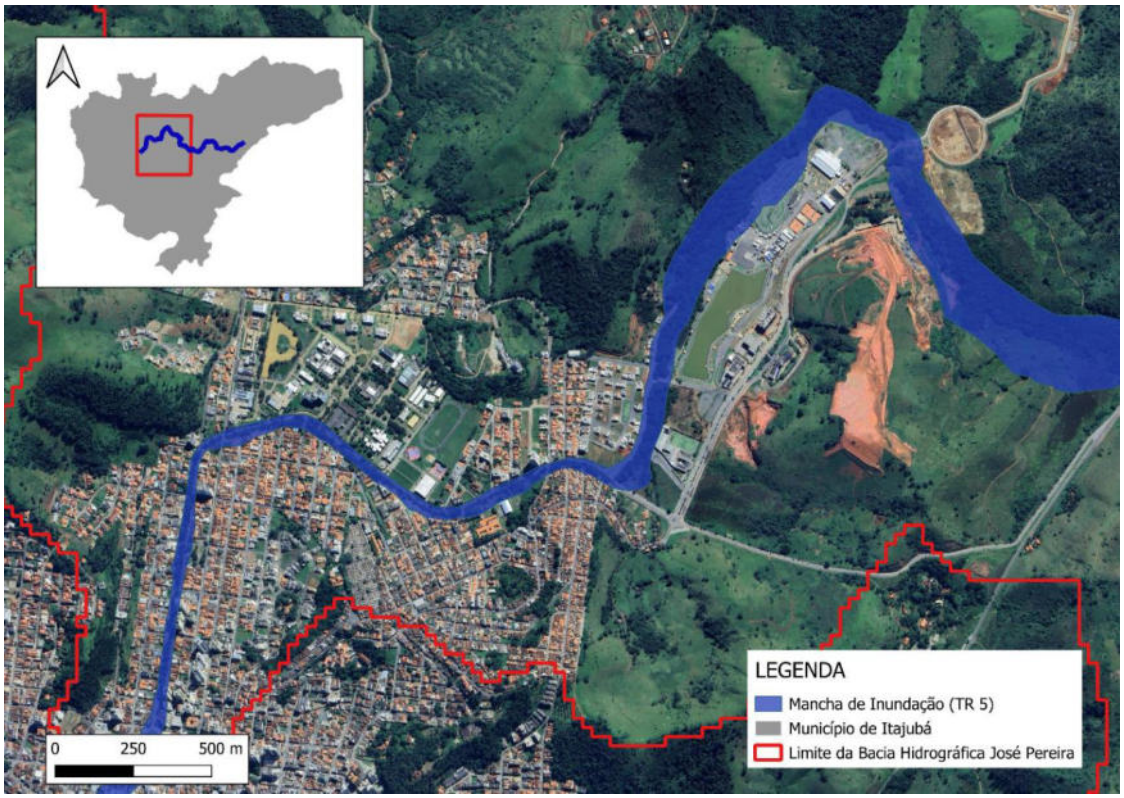


Fig.3 Mapa da mancha de inundação do Ribeirão José Pereira (TR 5)

Na Figura 4 é ilustrado o cenário de comparação entre a simulação hidráulica e o mapeamento do ITU, sendo perceptível que as áreas suscetíveis à cheia se sobrepõem na maior parte da área urbana da bacia.

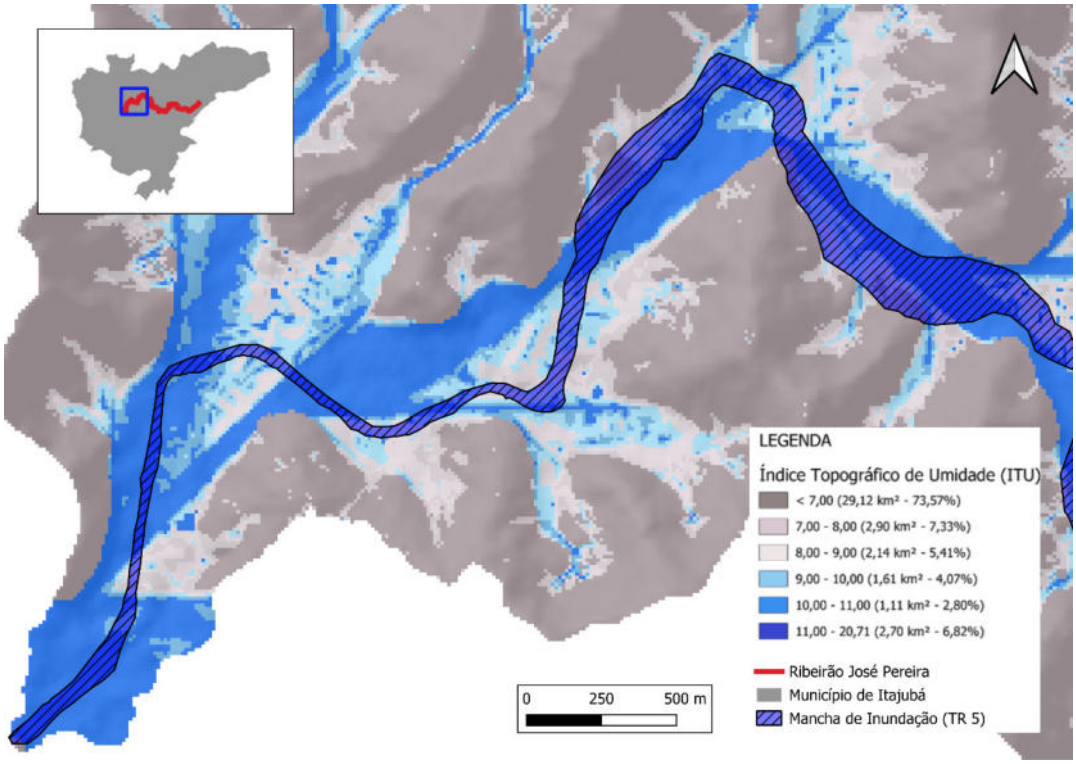


Fig.4 Cenário comparativo ITU e mancha de inundação

No comparativo entre as duas áreas, verifica-se que 2,46 km², ou seja, 74% da área com ITU maior que 10 se encontra sobreposto à mancha de inundação, o que indica alta suscetibilidade a processos de inundação na região da bacia do ribeirão José Pereira onde se tem ocupação urbana.

Conforme foi proposto, a verificação confirma a viabilidade de utilização do ITU como ferramenta para determinação das áreas menos indicadas para a ocupação urbana, considerando os riscos de cheia. Os parâmetros que agravam o processo de cheia são bem definidos e coincidem com os parâmetros considerados no ITU. Logo, os resultados obtidos através das duas metodologias são convergentes em relação à planície de inundação do local.

Sendo assim, é primordial que no processo de expansão urbana seja considerado o impacto causado pelo aumento da impermeabilização da bacia e o consequente aumento do escoamento superficial gerado, de modo que sejam elaboradas políticas públicas para o gerenciamento de eventos extremos com o menor impacto possível para a população.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da distribuição espacial do Índice Topográfico de Umidade (ITU) na sub-bacia do Ribeirão José Pereira revelou informações importantes sobre as áreas sujeitas a inundações na região. A partir do emprego da metodologia proposta por Mattivi *et al*. (2019) e do software SAGA GIS v2.3.2, foi possível identificar que a planície de inundação do ribeirão apresenta os maiores valores de ITU. Esses altos valores indicam áreas naturalmente propensas ao acúmulo de água, caracterizando-se como zonas de risco para eventos de inundação e alagamentos durante períodos de cheias.

A urbanização nessas regiões é impulsionada pela facilidade de ocupação, agravando ainda mais a situação devido à modificação da cobertura vegetal original que anteriormente ajudava a controlar as cheias, tinha um papel crucial na manutenção da permeabilidade do solo, da redução da erosão e da interceptação da água da chuva. A mancha de inundação observada demonstra que as áreas mais afetadas por processos de acúmulo de água são as mais urbanizadas. A urbanização das margens do curso hídrico e a canalização à jusante do ribeirão intensificam o processo de cheia e os impactos nas áreas urbanas. As características físicas da bacia, com ocupação na jusante do ribeirão levam a um escoamento de menores velocidades, situação agravada pela canalização do trecho de foz que acaba por limitar a vazão, contribuindo para inundações.

No cenário comparativo foi visto que na maior parte do território as duas metodologias utilizadas convergem no que diz respeito quanto a suscetibilidade a eventos de inundação. Sendo, então, alternativas viáveis para estudos que visem programas de enfrentamento para as áreas ocupadas, e também, ferramentas a serem utilizadas para o ordenamento da expansão territorial dentro das bacias.

Portanto, é essencial que a expansão urbana na sub-bacia considere o impacto da impermeabilização e do aumento do escoamento superficial. Políticas públicas devem ser desenvolvidas para gerenciar eventos extremos de maneira a minimizar os impactos sobre a população e a ocupação de áreas de risco deve ser evitada, priorizando a proteção ambiental e o planejamento urbano sustentável.

5 REFERÊNCIAS

Amaral, R. e Ribeiro, R. R. (2009) Inundação e Enchentes. *In*: Tominaga, L. K., Santoro, J. and Amaral, R. (org.). **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir (2nd ed., 39-52). São Paulo: Instituto Geológico.

ASF - Alaska Satellite Facility (2011) **ASF Data Search:** Hi-Res Terrain Correctd. Disponível em: https://search.asf.alaska.edu/#/. Acesso em: 28 abr. 2024.

Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V. e Böhner, J. (2015) System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, **Geoscientific Model Development**, 8, 1991-2007.

Felix, R. R. O. M., Alves, V. e Lima, J. P. (2019) Gestão do uso do solo no entorno do Rio Sapucaí em Itajubá (MG), **urbe**, Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20170180.

Ferraz, C. M. L., Valadão, R. C., Pinto, D. B. F. e Almeida, R. A. (2022) Inundações e alagamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais, Brasil, segundo indicadores geomorfológicos, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 23(4), 1893-1910.

Ferreira, I. R. P., de Oliveira, L. G., Chaves, R. N. M., Tenório, V. L. S. R. e Reboita, M. S. (2023) Análise Sinótica do Evento de Precipitação Ocorrido em Itajubá, MG, em 27 de fevereiro de 2023, **Anais do 9° Simpósio de Recursos Naturais**, Itajubá, 05-07 Junho 2023.

Flauzino, B. K. (2012). **Degradação do solo pela erosão hídrica e capacidade de uso em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Flauzino, B. K., Melloni, E. G. P., Pons, N. A. D. e Lima, O. (2016) Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no Sul de Minas Gerais. **Geociências:** Unesp, 35(2), 277-287.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2022) **IBGE Cidades:** Panorama de Itajubá. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama. Acesso em: 10 abr. 2024.

Jancewicz, K., Migoń, P. e Kasprzak, M. (2019) Connectivity patterns in contrasting types of tableland sandstone relief revealed by Topographic Wetness Index, **Science of the Total Environment**, 656, 1046-1062.

Leite, M. E. e Rocha, A. M. (2016) Mapeamento da suscetibilidade à inundação em áreas urbanas: o caso da cidade de Montes Claros-MG, **Geosul**, 31(62), 125-150.

Lima, O. (2012) Distribuição de solos em catenas e mapeamento pedológico de sub-bacia hidrográfica piloto na região de Itajubá-MG**.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá. 139p

Lopes, I. C. P., Campos, J. A., Fraga, M. S., Aires, U. R. V. e Silva, D. D. da (2018) Caracterização morfométricas da bacia hidrográfica do rio Caratinga, sub bacia do Rio Doce,

MG, **3º Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**, Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018.

Mattivi, P., Franci, F., Lambertini, A. e Bitelli, G. (2019) TWI computation: a comparison of different open source GISs, **Open Geospatial Data, Software and Standards**, 4(6), 1-12.

Moore, I. D., Grayson, R. e Ladson, A. (1991) Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications, **Hydrological Processes**, 5(1), 3-30.

Moraes, I. C., Conceição, F. T., Cunha, C. M. L. e Moruzzi, R. B. (2014) Comparação de metodologias na definição de fluxos acumulados a partir de modelos digitais de elevação do terreno aplicado a suscetibilidade de inundações, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 19(2), 223-235.

Oliveira, A. H., Klinke Neto, G. e Pereira, S. Y. (2016) Análise do relevo para o mapeamento de áreas favoráveis ao processo de infiltração, **19º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Campinas, 2016, 1-9.

Pinheiro, M. V. (2005) **Avaliação Técnica e histórica das Enchentes em Itajubá**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Quinn, P., Beven, K., Chevallier, P. e Planchon, O. (1991) The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models, **Hydrological Processes**, 5(1), 59-79.

Reis, J. B. C., Pons, N. A. D. e Lopes, E. S. S. (2016) Monitoramento e alerta de inundação no município de Itajubá (MG) por regressão polinomial, **Geociências:** Unesp, 35(1), 134-148.

Silva, J. P. R., Reboita, M. S., Mattos, E. V. e Lemes, M. C. R. (2019) Estudo de um caso de transbordamento do Ribeirão José Pereira em Itajubá - Minas Gerais, **Revista Brasileira de Climatologia**, 25(3), 623-639.

Silva, L. O. e Barbosa, K. V. (2018). Análise espacial da suscetibilidade à inundação na Sub-Bacia Muriaé 2, Campos dos Goytacazes (RJ), **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 9(8), 127-138.

Tehrany, M. S., Jones, S. e Shabani, F. (2019). Identifying the essential flood conditioning factors for flood prone area mapping using machine learning techniques, **Catena**, 175, 174-192.

Tehrany, M. S., Shabani, F., Neamah Jebur, M., Hong, H., Chen, W. e Xie, X. (2017) GIS based spatial prediction of flood prone areas using standalone frequency ratio, logistic regression, weight of evidence and their ensemble techniques. **Geomatics**, Natural Hazards and Risk, 8(2), 1538-1561.

ÍNDICE DE RESILIÊNCIA NA MOBILIDADE URBANA PARA CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE: ESTRUTURA, INDICADORES E PERSPECTIVAS

R. B. G. Souza e G. G. Manzato

RESUMO

A resiliência na mobilidade urbana é essencial para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida nas cidades. Este estudo apresenta um índice de avaliação da resiliência na mobilidade urbana (ARMU), focado em cidades de pequeno e médio porte. O índice ARMU inclui 15 indicadores agrupados em 3 domínios: Infraestrutura Urbana, Modos Ativos de Transporte e Serviços Essenciais. Eles foram estruturados e ponderados a partir da literatura e consulta a 19 especialistas, com apoio do método *Structured Pairwise Comparison* (SPC). Destacam-se os indicadores relacionados à infraestrutura para pedestres, na perspectiva de que a resiliência na mobilidade urbana está baseada essencialmente nesse modo de transporte. Nesse sentido, o índice ARMU visa ser um instrumento para análises e discussões de planejamento urbano para contribuir com práticas e políticas públicas que busquem qualificar a mobilidade urbana, buscando um desenvolvimento urbano mais resiliente e sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Considerando as cidades como sistemas dinâmicos, a mobilidade urbana é definida como a capacidade dos habitantes de se movimentarem pelo espaço urbano a fim de realizarem suas atividades laborais, sociais e de lazer (Costa, 2008). Ainda segundo Litman (2003), essa movimentação envolve variáveis como o uso e ocupação do solo, condições sociais, condições de saúde e de transporte urbano. Para que os habitantes de uma cidade consigam manter um bom desempenho de suas atividades, é fundamental considerar e valorizar um bom e eficiente planejamento urbano, garantindo políticas públicas que promovam o acesso à cidade para todos.

Nesse contexto, recentemente têm se observado a incorporação do conceito de resiliência nos estudos sobre planejamento urbano e de transportes. A resiliência na mobilidade urbana é fundamental para garantir que o sistema possa resistir a impactos, se adaptar e transformar, proporcionando um desempenho consistente ao longo do tempo (Azolin *et al*., 2019). Segundo Santos (2014), Leobons *et al*. (2020) e Varejão e Serra (2020), a falta e/ou ineficiência do planejamento urbano, das políticas públicas e a dependência do homem dos modos motorizados de transporte contribuem para a baixa resiliência na mobilidade urbana

Essa falta de resiliência tem um impacto negativo nas atividades econômicas e sociais, além de agravar as desigualdades sociais, especialmente para as classes mais baixas, que dependem predominantemente do transporte público e enfrentam maiores distâncias de

deslocamento devido à sua localização de moradia, normalmente situadas em áreas periféricas (Maricato, 2000; Inostroza *et al*., 2010; Litman, 2003; Yañez-Pagans *et al.*, 2019). Nesse sentido, é necessário o desenvolvimento de instrumentos de análise que permitam compreender a realidade das cidades em relação à resiliência na mobilidade urbana.

Os índices de resiliência na mobilidade urbana, compostos por múltiplos indicadores ponderados, fornecem uma abordagem sistemática para essa análise. Martins e Silva (2018), Fernandes *et al*. (2019) e Leiva *et al*. (2020) avaliaram a resiliência da mobilidade urbana nas cidades de São Carlos, Rio de Janeiro e Nova York, respectivamente. No entanto, o assunto ainda carece de estudos nessa área do conhecimento, sobretudo em relação aos países em desenvolvimento, como o Brasil, e às cidades de pequeno e médio porte. Ressalta-se que grande parte de estudos nessa área se concentram em cidades de grande porte, mas o número de cidades pequenas e médias no país é bastante expressivo e, muitas vezes, carecem de estudos específicos. Ainda, diante das características espaciais e habitacionais particulares das cidades brasileiras, que variam consideravelmente, torna-se desafiadora a construção de um índice para tal avaliação.

O escopo desse trabalho, portanto, propõe a elaboração de um Índice de Avaliação da Resiliência na Mobilidade Urbana (ARMU) aplicável a cidades de pequeno e médio porte. Sua estrutura permite, com base na escala espacial de dados utilizados, analisar a cidade como um todo ou sub-regiões desejáveis. Esse índice contribuirá para a análise da resiliência da mobilidade urbana, fornecendo um instrumento para subsidiar discussões, planejamentos e políticas públicas que visem melhorias na mobilidade urbana. Com isso, espera-se impulsionar mudanças positivas relacionadas à mobilidade, promovendo um desenvolvimento urbano mais resiliente e sustentável.

2 MÉTODO

Essa seção descreve as etapas de estruturação do índice ARMU, compreendendo sua concepção com base na literatura e consulta à especialistas, bem como a definição dos pesos de domínios, temas e indicadores, auxiliados pelo método *Structured Pairwise Comparison* (SPC).

2.1 Estruturação do índice ARMU: definições dos domínios, temas e indicadores

Para a confecção do índice ARMU, foram escolhidas como ponto de partida as seguintes referências: Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), elaborado por Costa (2008), e o Índice de Resiliência de Cidades (IRC), desenvolvido por Santos (2021). Além disso, conforme estabelecido pela Lei n° 13.979/20, medida provisória n° 926/20 (Brasil, 2020), os serviços essenciais de saúde, educação, abastecimento de alimentos, bancos e serviços públicos foram incluídos como requisitos da mobilidade urbana ideal.

Duas etapas principais foram consideradas na elaboração do índice, conforme descrito a seguir. Na primeira etapa, uma estrutura inicial do índice foi organizada, contemplando indicadores com seus respectivos parâmetros de análise. Esses indicadores foram organizados em uma estrutura hierárquica de domínios e temas.

Ainda nessa etapa, uma consulta a 19 especialistas em mobilidade urbana foi realizada, por meio de formulário eletrônico enviado por e-mail, buscando uma qualificação dos

indicadores. Foi solicitado aos especialistas que julgassem os indicadores em: a) muito relevante, para quando o uso do indicador for indispensável para compor o índice; b) relevante, para quando o uso do indicador for importante para compor o índice; e c) irrelevante, para quando o uso do indicador não resultar em mudança significativa na composição do índice. Ao final do formulário, foi disponibilizado um espaço para comentários ou sugestões de novos indicadores.

2.2 Ponderação dos domínios, temas e indicadores

A segunda etapa teve como objetivo definir a ordenação e a relação de importância entre os domínios, temas e indicadores. Para isso, uma nova consulta a especialistas em mobilidade urbana foi realizada, por meio de formulário eletrônico enviado por e-mail, a fim de coletar opiniões a respeito dos pesos dos domínios, temas e indicadores.

Foi escolhido o método *Structured Pairwise Comparison* (SPC, Sharifi *et al*., 2006; Taleai *et al*., 2007), em que inicialmente o especialista analisa os itens (neste caso, em termos gerais: domínios, temas ou indicadores) e os coloca em uma ordem de importância. E, na sequência, o especialista avalia se o primeiro item de sua lista tem uma forte ou uma fraca importância em relação ao segundo item e, assim, sucessivamente.

Cada julgamento de fraca importância entre dois itens resulta em uma posição na lista de importância. Por exemplo, o item A é mais importante que o item B, apresentando uma fraca importância. Então, o item A ocupa a posição 1 na lista, seguido do item B, na posição 2. Por outro lado, cada julgamento de forte importância resulta em duas posições na respectiva lista. Sendo assim, se o item A é mais importante que o item B, apresentando uma forte importância, o item A ocupa a posição 1 na lista, seguido do item B, na posição 3. Um exemplo de aplicação desse método também pode ser visualizado em Fonseca (2020).

A Tabela 1 apresenta o exemplo de tabulação do julgamento do grau de importância entre os domínios, sendo o mesmo método seguido para os temas e indicadores. Por exemplo, o respondente 1 indicou que a ordem de importância para os domínios seria: Modos ativos, depois Infraestrutura urbana e, por fim, Serviços essenciais. Em seguida, julgou que o domínio Modos ativos possui uma fraca importância em relação à Infraestrutura urbana, e que esse domínio possui uma forte importância em relação aos Serviços essenciais.

Tabela 1 Tabulação dos resultados do grau de importância dos domínios do índice ARMU

Posições dos domínios	Nº de identificação do especialista respondente																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1°	MA	IU	IU	IU	SE	MA	SE	IU	IU	IU	IU	IU	SE	SE	MA	IU	SE	IU	MA
2°	IU			MA			IU	SE		SE				IU	SE	SE	MA		IU
3°		SE	SE	SE	IU	IU	MA	MA	MA		MA	SE	IU	MA	IU	MA		SE	
4°	SE	MA	MA							MA	SE		MA				IU		SE
5°					MA	SE			SE			MA						MA	

LEGENDA

IU	Infraestrutura urbana
MA	Modos ativos de transportes
SE	Serviços essenciais

Na próxima etapa do método SPC, foi feita a reorganização das respostas em uma tabela contendo o valor da posição de cada item, conforme as respostas obtidas. A Tabela 2

apresenta essa operação para os domínios, sendo o mesmo método abordado na reorganização das posições dos temas e indicadores.

Tabela 2 Reorganização e normalização dos pesos dos domínios do índice ARMU

Domínio	Tabulação																			Soma	1/Soma	Normalização
IU	2	1	1	1	3	3	2	1	1	1	1	1	3	2	3	1	4	1	2	34	0,029	0,439
MA	1	4	4	2	5	1	3	3	3	4	3	5	4	3	1	3	2	5	1	57	0,018	0,262
SE	4	3	3	3	1	5	1	2	5	2	4	3	1	1	2	2	1	3	4	50	0,020	0,299
																					0,067	1,000

Levando em conta os julgamentos de todos os especialistas, os valores atribuídos a cada item foram somados e a menor soma indica o item mais importante, pois indica que houve uma prevalência maior desse item nas primeiras posições da lista. Em seguida, para determinar os pesos, calcula-se o inverso da soma de cada item e tais valores são então normalizados para que totalizem 1,0 (ou 100%). Esse procedimento está ilustrado também na Tabela 2.

3 RESULTADOS

Como resultado da primeira etapa, relacionada à definição dos Domínios, Temas e Indicadores, apresenta-se a estruturação do índice ARMU na Tabela 3. Observa-se que o referido índice possui 15 indicadores, os quais estão distribuídos em três domínios principais e seus respectivos temas. Na Tabela 3 ainda podem ser encontradas as descrições resumidas de cada indicador.

O primeiro, denominado “Infraestrutura Urbana”, é composto pelo tema “Transporte Urbano”, que reúne os indicadores: conectividade da rede viária urbana, vias pavimentadas, disponibilidade de pontos para transporte público. Ainda nesse domínio, há o tema “Topologia das Cidades”, que possui os indicadores: fator de circuito, barreiras físicas, forma urbana, topografia urbana e vias com baixa velocidade.

O segundo domínio, denominado “Modos Ativos de Transportes”, possui o tema “Infraestrutura para os Modos Ativos” e contempla os indicadores: extensão de infraestrutura para bicicletas, estacionamento para bicicletas, vias com calçadas para pedestres.

Por fim, o terceiro domínio, denominado “Serviços Essenciais”, possui o tema “Acesso a Serviços Essenciais” e reúne os indicadores: acesso aos serviços de saúde, acesso aos serviços de educação, acesso aos distribuidores de alimentos e acesso a bancos e serviços públicos.

Na sequência, os resultados da segunda etapa, que teve por objetivo a obtenção dos pesos dos domínios, temas e indicadores por meio do método SPC, estão apresentados na Tabela 4. Nessa tabela podem ser visualizados os pesos de cada dimensão (domínio, tema ou indicador) e o valor ponderado de cada indicador, considerando-se os pesos do tema e domínio correspondentes.

Tabela 3 Estrutura do Índice de Avaliação da Resiliência na Mobilidade Urbana (ARMU)

Domínio	Tema	Indicador
Infraestrutura urbana	**Transporte urbano**	**Conectividade da rede viária urbana** Avaliação da conectividade da rede viária urbana na área de estudo
		Vias pavimentadas Proporção de vias pavimentadas em relação à área de análise em km²
		Disponibilidade de pontos para transporte público Contagem ou proporção de pontos por área em km²
	Topologia das cidades	**Fator de circuito** Relação entre à distância percorrida na malha viária e à distância em linha reta, entre dois pontos de interesse.
		Barreiras físicas Proporção de barreiras físicas em relação à área de análise em km²
		Forma urbana Comparativo entre cidade compactada e espraiada
		Topografia urbana Classificação de acordo com mapas de declividade
		Vias com baixa velocidade (até 30km) Extensão da malha viária em km em relação à área em km²
Modos ativos de transportes	**Infraestrutura para os modos ativos**	**Extensão de infraestrutura para bicicletas** Proporção de infraestruturas para bicicletas em relação à malha viária para transportes motorizados
		Estacionamento para bicicletas Existência de paraciclos ou bicicletários na região
		Vias com calçadas para pedestres Proporção de infraestruturas para caminhada em relação à malha viária para transportes motorizados
Serviços essenciais	**Acesso aos serviços essenciais**	**Acesso aos serviços de saúde** Maior distância obtida em relação aos serviços de saúde
		Acesso aos serviços de educação Maior distância obtida em relação aos serviços de educação
		Acesso aos distribuidores de alimentos Maior distância obtida em relação aos distribuidores de alimentos
		Acesso a bancos e serviços públicos Maior distância em relação aos bancos e serviços públicos

Tabela 4 Ponderação dos Domínios, Temas e Indicadores

	Peso do domínio	Peso do tema	Peso do indicador	Valor ponderado
INFRAESTRUTURA URBANA	0,454			
Transporte Urbano		0,532		
Conectividade da rede viária urbana			0,522	0,126
Disponibilidade de pontos para transporte público			0,252	0,061
Vias pavimentadas			0,226	0,055
Topologia das cidades		0,468		
Forma urbana			0,250	0,053
Barreiras físicas			0,231	0,049
Topografia urbana			0,204	0,043
Fator de circuito			0,158	0,034
Vias com baixa velocidade (até 30 km)			0,157	0,033
SERVIÇOS ESSENCIAIS	0,280			
Acesso aos serviços de educação			0,324	0,091
Acesso aos distribuidores de alimentos			0,286	0,080
Acesso aos serviços de saúde			0,251	0,070
Acesso à bancos e serviços públicos			0,139	0,039
MODOS ATIVOS DE TRANSPORTES	0,266			
Vias com calçadas para pedestres			0,490	0,130
Extensão de infraestrutura para bicicletas			0,327	0,087
Estacionamento para bicicletas			0,183	0,049

A respeito da ponderação definida para os domínios, pode-se observar que o domínio "Infraestrutura Urbana" obteve a maior importância, sendo responsável por 45,4% do índice nessa dimensão. Em seguida, o domínio "Serviços Essenciais", correspondendo a 28,0% e, por fim, o domínio "Modos Ativos de Transportes", contribuindo com 26,6%.

O domínio "Infraestrutura Urbana" subdivide-se em dois temas para melhor qualificação de seus indicadores. Nesse caso, observa-se o tema "Transporte Urbano" cujo peso é de 0,532 e o tema "Topologia das Cidades", com peso igual a 0,468.

Aprofundando-se as análises na dimensão dos indicadores, considerando-se os pesos já ponderados pelo tema e domínio correspondentes, nota-se que os indicadores "Vias com calçadas para pedestres" e "Conectividade da rede viária urbana" possuem, nessa dimensão, as maiores contribuições para o índice, cujos pesos são, respectivamente, iguais a 0,130 e 0,126.

Na sequência, podem ser observadas as importâncias dos demais indicadores, nessa ordem: "Acesso aos serviços de educação" (0,091); "Extensão de infraestrutura para bicicletas" (0,087); "Acesso aos distribuidores de alimentos" (0,080); "Acesso aos serviços de saúde" (0,070); "Disponibilidade de pontos para transporte público" (0,061); "Vias pavimentadas" (0,055); "Forma urbana" (0,053); "Barreiras físicas" (0,049); "Estacionamento para bicicletas" (0,049); "Topografia urbana" (0,043); "Acesso à bancos e serviços públicos" (0,039); "Fator de circuito" (0,034) e "Vias com baixa velocidade (até 30 km)" (0,033).

A Figura 1 apresenta a distribuição dos valores ponderados dos indicadores que compõem o ARMU, detalhando-se também o domínio no qual estão inseridos. Destaca-se que os indicadores com os maiores valores, isto é, "Vias com calçadas para pedestres" e "Conectividade da rede viária urbana", estão inseridos em domínios distintos, ou seja, "Modos Ativos de Transportes" e "Infraestrutura Urbana", respectivamente. Nota-se também que a distribuição dos indicadores, ordenados segundo seu valor ponderado, ilustra que a importância relativa dos domínios está razoavelmente bem distribuída na composição do ARMU.

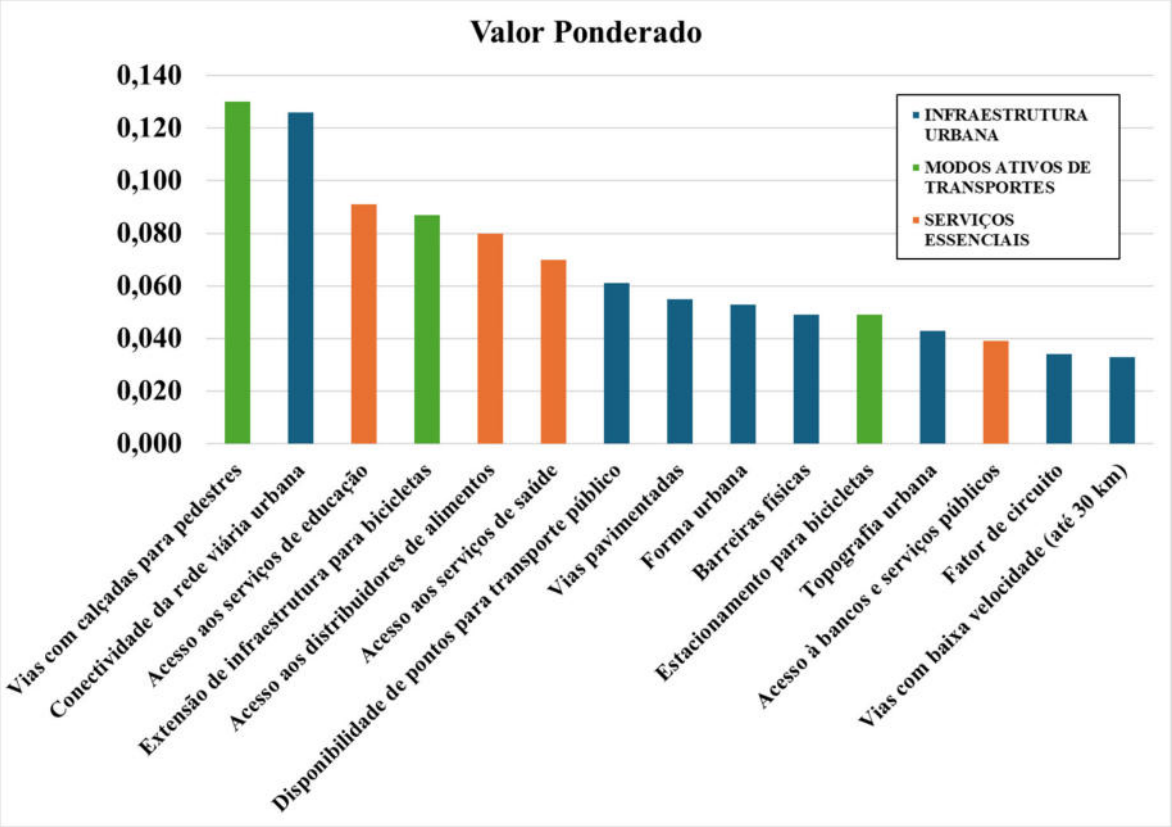


Fig. 1 Distribuição dos valores ponderados dos indicadores que compõem o ARMU, categorizados pelos domínios ao qual pertencem

4 CONCLUSÃO

A resiliência na mobilidade urbana é reconhecida como fundamental para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida nas cidades. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar um índice de avaliação da resiliência na mobilidade urbana, especialmente direcionado a cidades de pequeno e médio portes. Para isso, índices de mobilidade urbana e resiliência urbana foram analisados, bem como consultas a especialistas foram realizadas para a definição dos componentes e ponderações do índice proposto.

Em relação à estrutura geral do índice ARMU, sua composição consiste em 15 indicadores organizados em 4 temas e 3 domínios. Dois indicadores se destacaram, possuindo os maiores valores ponderados, a saber: "Vias com calçadas para pedestres" e "Conectividade da rede viária urbana". O primeiro está inserido no domínio "Modos ativos de transportes", que contempla indicadores relevantes para a escolha da mobilidade através dos modos ativos. O

segundo pertence ao domínio “Infraestrutura urbana”, que contém os indicadores voltados à infraestrutura do sistema de trânsito disponível nas cidades. Desse resultado, destaca-se a perspectiva de que a resiliência na mobilidade urbana está baseada essencialmente na infraestrutura proporcionada aos pedestres.

De fato, o planejamento e a organização das infraestruturas urbanas para o pedestre são fundamentais. Em termos de resiliência urbana, os pedestres têm mais flexibilidade na adaptação a eventos extremos, tais como congestionamentos de tráfego, falhas no transporte público ou no abastecimento de energia, desastres naturais e perturbações provocadas pelo homem (como greves, por exemplo). Além disso, investir em infraestrutura e políticas que priorizem a segurança e comodidade dos pedestres também melhora a qualidade de vida nas cidades, pois se reduz a dependência de veículos motorizados, diminui a poluição do ar e contribui para a saúde pública.

Nesse sentido, o índice ARMU visa ser um instrumento para análises e discussões de planejamento urbano para contribuir com práticas e políticas públicas que busquem qualificar a mobilidade urbana em cidades de pequeno e médio portes, impulsionando mudanças positivas em direção a um desenvolvimento urbano mais resiliente e sustentável.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do campus da UNESP de Bauru-SP e aos especialistas em mobilidade urbana de diversas instituições acadêmicas que colaboraram respondendo aos formulários relacionados à composição e ponderação do índice ARMU. Também agradecem às agências de fomento FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

6 REFERÊNCIAS

Azolin, L. G., Silva, A. N. R. e Pinto, N. (2019) Ampliando a abrangência de uma estratégia de avaliação da resiliência na mobilidade urbana para outros modos e locais. **33° Congresso de pesquisa e ensino em transporte da ANPET.** Balneário Camboriú-SC. Disponível em: http://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Resili%C3%AAncia%20em%20Transportes/2_111_RT.pdf

BRASIL (2020) Lei N°13979, de 6 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 de fevereiro de 2020.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13979.htm

Costa, M. S. (2008) Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Tese de doutorado. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/publico/Tese_MCOSTA.pdf

Fernandes, V. A., Rothfuss, R., Hochschild, V., Silva, M. A. V., Silva, W. R., Steiniger, S., Santos, T. F. (2019) Urban resilience in the face of fossil fuel dependency: the case of Rio

de Janeiro's urban mobility. **urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana.** 11. (20180160). https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180160

Fonseca, N. F. S. (2020) Proposta de índice de oferta de infraestrutura Cicloviária: o caso de Bauru-SP. Departamento de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. UNESP. Bauru-SP. Dissertação de Mestrado. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b0d6f2f2-4c4d-4d87-8bd6-6e1684d3a821/content

Inostroza, L. Baur, R., Csaplovics, E. (2010) Urban sprawl and fragmentation in Latin America: a comparison with European cities. The myth of the diffuse Latin America city. Cambridge, MA: **Lincoln Institute of Land Policy**. Working Paper. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260317643_Urban_Sprawl_and_Fragmentation_in_Latin_America_A_comparison_with_European_Cities_The_myth_of_the_diffuse_Latin_American_city

Leiva, G. C., Reis D. S., Filho, R. D. O.(2020) Estrutura urbana e mobilidade populacional: implicações para o distanciamento social e disseminação da Covid-19**. Revista Brasileira de Estudos de População.** 37 (0118). https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0118

Leobons, C. M., Campos, V. B. G., Bandeira, R. A. M. (2020) Procedimento para avaliação da resiliência de sistemas de transportes. **Revista Transportes**. 8(3). https://doi.org/10.14295/transportes.v28i3.2038

Litman, T. (2003) Measuring transportation: Traffic, mobility, and accessibility. **ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)**, 73(10), 28-32. Disponível em: https://www.vtpi.org/measure.pdf

Maricato, E. (2000) Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**. 14(4). 21-33. https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000400004

Martins, M. C. M., Silva, A. N. R. (2018) Uma estratégia para avaliação da resiliência na mobilidade urbana. **Revista Transportes**. 26(3). 75-86. https://doi.org/10.14295/transportes.v26i3.1625

Santos, A. S. (2014) A Importância do Setor de Transportes para o Aumento de Resiliência das Cidades frente à Mudança Climática: Uma Proposta de Plano de Ação para a Cidade do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Engenharia de Transportes. Tese de Doutorado em Ciências. 1-166. Disponível em: https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/TESE_ANDREA_SOUZA_SANTOS.pdf

Santos, A. G. (2021) Estudo da resiliência urbana do município de Diadema (SP) em relação aos impactos das mudanças climática. Universidade Federal de São Paulo. Campus de Diadema. Dissertação de mestrado. 1-212. Disponível em: https://repositorio.unifesp.br/bitstreams/80636b62-d8b6-4cd8-92d1-c8360f4d0dfc/download

Sharifi, M. A., Boerboom, L., Shamsudin, K. B. e Veeramuthu, L. (2006) Spatial multiple criteria decision analysis in integrated planning for public transport and land use development study in Klang Valley, Malaysia. **ISPRS Technical Commission II**

Symposium, Vienna. Disponível em: https://www.isprs.org/proceedings/xxxvi/part2/pdf/sharifi.pdf

Taleai, M., Sharifi, A., Sliuzas, R. e Mesgari, M. (2007) Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.** 9(4), 375-391. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jag.2006.12.002

Varejão, M. C., Serra, E. G. (2020) Proposta de seleção de um sistema de indicadores para avaliação dos impactos ambientais da mobilidade urbana. **Brazilian Journal of Development.** 6(12). 95126-95145. https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-121

Yañez-Pagans, P., Martínez, D., Mitnik, O. A., Scholl, L., Vázques, A. (2019) Urban transport systems in Latin America and the Caribbean: lessons and challenges. **Latin American Economic Review**, 28(15), 1-25. https://doi.org/10.1186/s40503-019-0079-z

REDESENVOLVIMENTO URBANO DA ÁREA DA ORLA FERROVIÁRIA DE ARARAQUARA – SP, BRASIL

Y. H. Boroto, S. A. Alves

RESUMO

Na cidade contemporânea, a busca por soluções para os problemas decorrentes dos processos de urbanização pressupõe abarcar questões ligadas à sustentabilidade ambiental, econômica e social. Soma-se a isso os processos de globalização e revoluções digitais, responsáveis por adicionar o fator tecnológico à equação, inserindo as cidades em uma tendência crescente de dar respostas mais inteligentes para o seu redesenvolvimento urbano. Nesse debate, encontra-se a cidade de Araraquara, polo regional e importante entroncamento rodoferroviário, que experienciou mudanças significativas em seus perfis produtivos e a desativação das atividades ferroviárias. Como consequência, surgem vazios urbanos que promovem a segregação espacial. Este artigo traz uma reflexão sobre os planos municipais para a área da orla ferroviária, visando atender aos interesses públicos coletivos sob a ótica da sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As discussões relativas à sustentabilidade foram motivadas pelo impacto das altas taxas de crescimento populacional, expansão dos centros urbanos e preocupação com o esgotamento dos recursos naturais. Recentemente, a questão central passou a ser o desenvolvimento econômico aliado ao meio ambiente. Impulsionada pelo advento da revolução digital e pelo surgimento de um mundo mais globalizado e tecnológico, essa questão passou a ocupar um espaço de destaque no debate e esforço global na busca por reverter os erros do passado, mitigar seus danos e proteger o nosso futuro.

No que diz respeito ao planejamento urbano, objetivou-se a incorporação das tecnologias emergentes no processo de desenvolvimento das cidades, de maneira que estas pudessem ser construídas tendo por base uma relação de harmonia entre homem e meio ambiente (Cury e Marques, 2016). A adição de questões relacionadas à tecnologia resulta em uma nova vertente: as “cidades sustentáveis e inteligentes”. Mesmo sendo um conceito relativamente novo, representa uma oportunidade para as cidades nos campos econômico e social, pois se insere em um contexto marcado por dois processos intrínsecos às mudanças da sociedade contemporânea, cuja confluência proporciona uma cidadania mais participativa e uma nova forma de integrar a cidade aos processos econômicos e sociais (Nalini e Levy, 2017).

As cidades, como centros polarizadores de processos sociais, culturais e econômicos, historicamente têm mostrado sua capacidade de adaptabilidade às mudanças do ambiente,

em uma sucessão de períodos de decadência e posterior reinvenção. Em vista deste novo quadro, as cidades, de forma responsiva aos processos de urbanização contemporâneos e reestruturação econômica e produtiva, se modificaram e passaram a ser ambientes caracterizados pela sua desconcentração, dispersão e espraiamento, fatores que tornaram maiores e mais distintos os desafios a serem enfrentados e que, por sua vez, forçaram a gestão das cidades a também evoluir (Cunha et al., 2016).

No Brasil, o processo de transformação das cidades, isto é, com a reestruturação produtiva e esvaziamento de suas áreas centrais, e a busca por sustentabilidade no desenvolvimento urbano, não é muito divergente do que se observa em outras partes do mundo. Entretanto, quando se trata de ações mais efetivas e amplamente abrangentes visando cidades inteligentes e sustentáveis, nota-se um certo descompasso em relação ao cenário internacional. Isto se deve ao fato de as cidades desenvolvidas serem consideradas as cidades sustentáveis, do ponto de vista ambiental, econômico e social, e por pertencerem aos países desenvolvidos, disporem de amplos recursos, capazes de garantir uma oportunidade para a implementação de melhorias e infraestruturas que as cidades emergentes em países subdesenvolvidos ainda não alcançaram (Leite e Awad, 2012).

Apesar de o discurso sobre sustentabilidade e inteligência ficar majoritariamente centrado nos grandes centros urbanos, como consequência de relações hierárquicas há muito estabelecidas, e de as cidades pequenas e médias contarem com pouco desenvolvimento de estudos e elaborações conceituais, estas têm sinalizado um forte protagonismo na adoção e aplicação de métodos objetivando um desenvolvimento mais inteligente e sustentável (Corrêa, 2011). Diante deste cenário, pretende-se, amparado por um processo de revisão bibliográfica e levantamento de dados de um estudo de caso, avaliar as particularidades da cidade de Araraquara (SP), de médio porte, e desenvolver proposições normativas e projetuais, focadas em infraestrutura urbana, baseadas em projetos que empregam tecnologias inteligentes e sustentáveis. O objetivo é proporcionar mudanças no planejamento da área da orla ferroviária, localizada na região central da cidade e, assim, promover um caminho mais assertivo para o seu redesenvolvimento urbano.

2 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AS CIDADES

As ações antrópicas sobre o ambiente natural evoluíram em menos de um século para um modo altamente dinâmico e, no que diz respeito às cidades, resultaram em um processo agudo de urbanização (Rossetto, 2003). Os centros urbanos se tornaram motivo de preocupação e alimentaram a busca por soluções quando se iniciou o esforço global para a elaboração de ações tangíveis para a promoção do equilíbrio entre desenvolvimento econômico e ambiental para enfrentar o descontrole do rápido processo de crescimento das cidades. Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável permanece no centro dos debates da atualidade e, em continuidade ao esforço global, surgem planos de ação, como a Agenda 2030 e a Nova Agenda Urbana, que visam estabelecer padrões para o desenvolvimento urbano sustentável, tratando de aspectos inerentes aos processos de planejamento e implementação de projetos urbanos, passando por aspectos econômicos, ambientais, produtivos e repensando a maneira como construímos, gerenciamos e vivemos nas cidades.

Diante das preocupações globais e esforços orientados às cidades, fica explícito que estas têm papel crucial para o desenvolvimento sustentável, ainda mais se considerarmos que atualmente, segundo dados do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da Organização das Nações Unidas (DAES - ONU), cerca de metade da população mundial

(56%) vive em centros urbanos, e estima-se que, em 2050, esse número será equivalente a dois terços (68%) de toda a população do planeta. Esse movimento exponencial tem impactos significativos, uma vez que centros urbanos em grande parte do mundo têm experimentado processos latentes de crescimento populacional, e se colocam como cenários preocupantes, que, se não revistos, estão fadados ao fracasso (UN-Habitat, 2022).

Entretanto, mesmo com o avanço das discussões e a constatação do protagonismo das cidades em conduzir as mudanças necessárias, estas não têm sido capazes de garantir um desenvolvimento sustentável. Essa dificuldade se dá pelo fato de que a urbanização, em sua maior parte, tem-se caracterizado pela ausência de planejamento, e as políticas públicas têm se focado apenas em ações de caráter corretivo para problemas há muito tempo arraigados (Rossetto, 2003). Diante de tal cenário, é evidente que as cidades contemporâneas devem assumir a responsabilidade de orientar e propiciar um desenvolvimento sustentável, apoiado em novas tecnologias e processos de inovação e conhecimento (Leite e Awad, 2012). Estas devem agir como elementos resilientes e capazes de se adaptar às condições que lhes são impostas, de forma a conduzir o processo de desenvolvimento através da reinvenção de seus métodos e, consequentemente, a reinvenção de si mesmas. Diante deste cenário, Farr (2013) considera necessária a adoção de um urbanismo sustentável como parte dos esforços destinados a reverter os danos já causados e preparar o terreno para um futuro mais comprometido com a sustentabilidade, pois, segundo ele, isso possibilita repensar o ambiente construído, para que possa proporcionar maior qualidade de vida, através da criação de projetos direcionados a este objetivo, onde a população venha a optar por realizar suas atividades cotidianas a pé ou por meio do transporte público coletivo (Farr, 2013).

De acordo com o ITDP Brasil (2019; 2021), o setor de transportes está diretamente relacionado às mudanças climáticas devido ao modelo de mobilidade urbana amplamente adotado ao longo do último século, de caráter individual, motorizado e baseado em combustíveis fósseis, e por ser um dos principais responsáveis pelos altos índices de emissão de poluentes na atmosfera. Tal modelo é reflexo do processo de desenvolvimento das cidades, processo este onde, à medida que seus limites territoriais e a população se expandiam, gerava-se demanda por expansão na circulação de veículos automotores. Segundo Campos (2006), isso culmina na necessidade de busca por ações capazes de promover um desenvolvimento ambiental, econômico e social, de maneira equilibrada, viável e justa. Nesse sentido, alterar os padrões de deslocamento amplamente arraigados, reduzindo as longas distâncias percorridas de maneira ineficiente, é fator fundamental para a promoção de modos de locomoção mais sustentáveis (ITDP, 2021).

Essa noção é compatível com os princípios e diretrizes estabelecidos pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), que tem por objetivo incentivar e promover a utilização do sistema de transporte público coletivo sustentável e não motorizado na matriz de locomoção da população (Ministério das Cidades, 2013) e assim potencializar o transporte sustentável como vetor fundamental de desenvolvimento urbano. Em complemento à PNMU, dentre o rol de estratégias disponíveis para a promoção de um desenvolvimento sustentável, destaca-se o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), estratégia que atua fundamentalmente na integração entre mobilidade urbana e o uso do solo, estabelecendo diretrizes para evitar o espraiamento urbano e o uso eficiente da infraestrutura urbana já implantada, priorizando uma cidade compacta, com uso e ocupação diversificados, capaz de integrar habitação e serviços a curtas distâncias a pé e bem atendida por um sistema de mobilidade eficiente e multimodal (Lima et al., 2021).

Nestes termos, entende-se que, para atingir o desenvolvimento sustentável, faz-se necessário que o planejamento urbano crie conexões entre territórios, de modo que otimize os deslocamentos diários mais longos pelo transporte público coletivo, implemente alternativas para uso da bicicleta e da caminhabilidade, a fim de promover a vitalidade e diversidade urbanas. Deste modo, assegura-se aos cidadãos o direito à cidade e proporciona-se o desenvolvimento sustentável, oferecendo uma forma social e economicamente mais viável.

3 A CIDADE DE ARARAQUARA

A cidade de Araraquara está situada na região central do Estado de São Paulo. Atualmente, conta com uma população de cerca de 238.339 habitantes e ocupa uma área de 1.003,625 km², estando entre os 10% dos maiores e mais populosos municípios do Estado (IBGE, 2020). Além disso, constitui-se como um importante entroncamento rodoferroviário, estando a apenas 270 km de São Paulo e a 80 km do sistema hidroviário Tietê-Paraná, importante rio que atravessa grande parte do estado. A instalação da Companhia Estrada de Ferro Araraquara (EFA) em 1896 modificou a estrutura urbana da cidade à época. Através da linha férrea, deu-se a transposição do Córrego da Servidão, que, até o momento, se configurava como um limitador do crescimento da cidade (Rodrigues *et al*, 2020). A EFA estimulou a expansão urbana a leste da ferrovia, resultando na formação do distrito da Vila Xavier.

A instalação da estrada de ferro criou dois processos distintos e assíncronos no desenvolvimento da cidade. Primeiramente, contribuiu para o crescimento econômico do município devido aos investimentos na cafeicultura, inserindo a região na rota comercial do café. O produto, valorizado na economia nacional e internacional, foi responsável por alavancar investimentos e contribuir para a modificação da paisagem da cidade, por meio da construção de edifícios, clubes e até bairros, que representam marcos importantes para a Arquitetura, e parte do seu patrimônio histórico. Por outro lado, estabeleceu uma barreira física entre a área central e os bairros que se formaram a leste da ferrovia. Diante desses fatores, a linha férrea passou a representar uma relação paradoxal, de expansão e barreira, transformando-se em um marco de vital importância para a história da cidade e, ao mesmo tempo, configurando-se como um interstício no tecido urbano (Rodrigues et al., 2020).

3.1 A Orla Ferroviária de Araraquara

A área de estudo consiste no leito ferroviário, localizado na região central da cidade, e compreende um complexo de trilhos e edificações, caracterizado por suas amplas dimensões territoriais de 13 km de extensão, com largura que varia entre 50 e 300 metros, ocupando uma superfície de aproximadamente 203.879 m². Esta área, antes destinada à operação e manutenção de trens e abrigo de antigos complexos industriais, hoje se constitui como o maior corredor intraurbano do município, com alto potencial para requalificação e reinserção ao tecido urbano. A maioria das edificações industriais presentes nesta área pertencem à Rede Ferroviária Federal S/A, e devido ao processo de desindustrialização na região central, passaram por um longo período de abandono. Algumas edificações foram adquiridas por empresas do setor privado e receberam novos usos. Entretanto, parte dos edifícios permaneceu em estado de abandono. Quanto à situação da ferrovia em si, o trecho que atravessa a cidade seccionando-a ao meio vem sendo suprimido em partes, ao longo dos anos, mediante o plano de ação que teve início em 1979, com o objetivo de desviar o fluxo do sistema ferroviário para fora da região central.

A intenção era propor um novo redesenho para a malha urbana existente, cuja finalidade converge em promover uma melhor e mais efetiva conexão entre os bairros do Centro e àqueles próximos da Vila Xavier. Como resultado deste plano, criou-se uma nova rota ferroviária para além dos limites urbanos e um novo pátio de manobras, ambos em funcionamento desde 2008. Todavia, o novo pátio carece da presença de oficinas e equipamentos de manutenção, o que impede a total desvinculação do sistema antigo, que mantém o traçado original, uma vez que as locomotivas necessitam de reparo e precisam se deslocar pelo trecho central para acessar as antigas oficinas.

A importância de desenvolver um projeto de reestruturação urbana para a área da Orla Ferroviária de Araraquara é há tempos reconhecida pela municipalidade, haja vista que a questão está presente no Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Urbana e Ambiental (PDDPA) de 2005 (Lei Complementar nº 350/2005). O Plano, promulgado após a criação do Estatuto da Cidade, qualifica a área como um Corredor Estruturador de Urbanidade e tem por finalidade o "incentivo e formação de novas centralidades e espacialidades urbanas, bem como a integração do tecido urbano, representado pela acessibilidade de eixos estruturais da cidade [...]" (Araraquara, 2005). Esses objetivos aparecem esboçados em um estudo para o redesenho da área, denominado "Parque Linear Orla Ferroviária", que tem como diretriz a retirada parcial da malha férrea, a implementação de um novo modo de transporte – o VLT, e a integração do Centro da cidade à Vila Xavier, através de um amplo espaço verde, dotado de múltiplas infraestruturas e diversidade de usos. As diretrizes apontam para a necessidade de repensar a forma de promover a mobilidade e acessibilidade, já conectadas a corredores ecológicos, visando a melhoria da qualidade ambiental.

Com o PDDPA reformulado em 2014 (Lei nº 850/2014), novas propostas foram feitas para a área da ferrovia, definindo-se uma série de estratégias urbanísticas focadas em estabelecer eixos de mobilidade, incentivo para atrair a destinação de habitação para a região que vem sofrendo um esvaziamento desse tipo de uso, fortalecimento do comércio, incentivo em criação de espaços voltados à educação, cultura, esporte e outros. A diferença entre as propostas do Plano antigo e do Plano atual (reformulado) consiste nas diretrizes que agora estão mais voltadas a resgatar o morar no centro, no incentivo, ainda maior, de gerar atividades culturais e de entretenimento nessa área, a fim de suscitar vitalidade urbana, ao mesmo tempo que busca resolver problemas latentes de mobilidade e acessibilidade.

O traçado urbano implantado em área de várzea, e que privilegiou o transporte particular, cuja falta de ênfase em questões como a drenagem, por exemplo, acarretou em problemas gravíssimos nos períodos de chuva intensa durante o verão. A transposição do rio e da linha férrea para interligar a região central à Vila Xavier e demais bairros situados a leste da ferrovia ocorre em poucos pontos de conexão, muitos deles ficam submersos à água quando o rio extravasa. É uma questão complexa para se resolver, porém, as medidas necessárias recaem diretamente no redesenvolvimento da área da orla ferroviária, que tangencia o rio e, com ele, se tornou uma barreira física, ponto de interstício urbano. Além disso, o Plano vigente prevê a preservação do patrimônio industrial e demais edificações construídas no período áureo das atividades da ferrovia. O Plano, ao priorizar a preservação, propõe medidas para a requalificação e reconversão de uso dos antigos edifícios industriais, indica intervenções necessárias e recomenda as ferramentas essenciais para a sua viabilização.

Em relação à infraestrutura viária e redes de acessibilidade, o Plano Diretor apresenta a proposição de uma série de novas vias, com o objetivo de estabelecer conexões entre as áreas separadas pela ferrovia e a criação de novas centralidades polares e interbairros. Por outro

lado, o Plano de Mobilidade Urbana, elaborado em 2022 pela UFSCar, que não se apoia integralmente nas diretrizes do Plano Diretor e se baseou em relatórios técnicos que envolveram consulta à população, sugere a criação de apenas algumas vias, consideradas essenciais para melhorar a gestão do transporte público e a efetivação das propostas elaboradas pela equipe de criação do Plano de Mobilidade. A questão central do Plano é priorizar o transporte coletivo de massa, mas pouco contribui para um debate mais amplo acerca da implementação de novos modos de transporte ou diferentes estratégias para solucionar os problemas apresentados, apesar de tatear tais temas.

4 PLANO URBANO PARA A ORLA FERROVIÁRIA

A visão que se tem hoje é de que o planejamento integrado tem a capacidade de incentivar o desenvolvimento econômico e social exponencialmente (Villada e Portugal, 2015). Partindo desta ideia de planejamento de que não é possível estabelecer soluções na escala micro sem resolver problemas na escala macro, compreendeu-se que é necessário, antes, preparar as infraestruturas básicas para que, posteriormente, se possa implantar projetos específicos. Nesse sentido, a análise da orla ferroviária de Araraquara e a proposta desenvolvida para mitigar alguns dos seus problemas estão apresentadas neste capítulo do artigo. A proposta encontra respaldo na bibliografia consultada a respeito dos temas tratados e vale mencionar que, neste artigo, priorizou-se apresentar o tema mobilidade, mas a pesquisa completa abarcou o estudo da drenagem urbana. A temática mobilidade já é por demais complexa, e abre a possibilidade de reequacionar padrões de uso e ocupação do solo.

A proposta elaborada parte da base teórica composta pelos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), seguidos do estudo e análise do Plano Diretor de 2005 revisado em 2014 e do Plano de Mobilidade de 2022. Buscou-se elaborar soluções adequadas à realidade local e alinhadas às diretrizes de cada um dos Planos analisados. Deste modo, foram realizadas uma série de análises em mapas disponibilizados no site da Prefeitura, de Uso e Ocupação do Solo, consulta às bases cartográficas que apresentam as características de relevo, geográficas, os atributos físicos e funcionais, a fim de oferecer soluções eficientes e exequíveis, através de um plano específico para redesenvolvimento da área, com propostas para as redes de infraestrutura viária, de transportes, uso e ocupação do solo e adensamento.

Nesse sentido, realizou-se o levantamento de dados como: usos e ocupação do solo; equipamentos públicos urbanos e pontos de interesse; hierarquia e fluxos viários; rotas dos sistemas de transporte coletivo; vazios urbanos etc. Através desses levantamentos, observou-se nitidamente a divisão entre as regiões limítrofes à ferrovia. A área do Centro apresenta uso e ocupação majoritariamente misto e comercial, com uma expressiva polarização dos equipamentos públicos resultante do processo de formação da cidade e o aglutinamento de comércios, indústrias e serviços no perímetro onde se originou a cidade e nas imediações da estação ferroviária. Ao passo que, na região da Vila Xavier, que surgiu após a construção da passagem sob a linha férrea, percebe-se uma alta concentração de uso residencial, herança do processo de formação do bairro, que se deu através de vilas ferroviárias. Por meio dessa análise, é possível inferir que os padrões de ocupação e de distribuição dos equipamentos estão intrinsecamente correlacionados aos padrões de circulação de pessoas, veículos privados e ônibus, caracterizados pelas vias e equipamentos nelas distribuídos.

Uma vez observadas as questões teóricas, deu-se início ao desenvolvimento de uma proposta que oferece uma nova dinâmica ao lugar e, ao mesmo tempo, se concentra em resolver os

problemas em suas diferentes escalas e especificidades. Assim, recomenda-se a criação de novas ruas e o prolongamento de algumas existentes, de forma a conectar os bairros do Centro e os bairros a leste da ferrovia, dedicando-se a estabelecer a conexão através de múltiplos cruzamentos interbairros e pontos de escoamento dos fluxos de pedestres e veículos, distribuídos ao longo da Orla Ferroviária, tornando-a mais permeável e integrada ao tecido urbano. Por conseguinte, passou-se para o planejamento dos sistemas de mobilidade, no qual se buscou identificar os principais eixos e corredores para o transporte coletivo, mapear as estações e terminais e as infraestruturas que estes demandam para sua implementação. A proposta sugere a criação de uma rede de mobilidade intrincada, altamente conectada e considera a universalização do serviço de transportes para toda a população.

4.1 A mobilidade urbana na Orla Ferroviária

Os sistemas de transporte se estruturam a partir do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS); portanto, pressupõem a existência de áreas de influência no entorno dos seus corredores de circulação e suas estações/terminais. O Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) é uma estratégia que atua fundamentalmente na integração entre mobilidade urbana e uso do solo, estabelecendo diretrizes para evitar o espraiamento da urbe e promover o uso eficiente da infraestrutura urbana já implantada, priorizando uma cidade compacta, com uso e ocupação diversificados, capaz de integrar habitação e serviços a curtas distâncias a pé e bem atendida por um sistema de mobilidade eficiente e multimodal (Evers et al., 2018).

Ao adotar o DOTS no planejamento urbano da área em questão, buscou-se propor a otimização do espaço por meio do aproveitamento de vazios urbanos, tanto de lotes vagos como de edificações abandonadas, para incentivar a oferta de habitação, equipamentos de lazer e cultura, comércio e serviços, concentrados nos pontos servidos pelo transporte público coletivo, ônibus e VLT. Geralmente, em torno do DOTS, inserido a partir de uma parada de transporte público coletivo, recomenda-se priorizar o uso e ocupação do solo com uso misto e alta densidade, podendo ocorrer a verticalização para melhor aproveitamento da infraestrutura existente. Embora na literatura e nas experiências em grandes cidades se adotem áreas de DOTS incidindo em um raio entre 400 e 800 metros ao redor da estação de transporte, considerada razoável para o pedestre caminhar, no caso de Araraquara, optou-se por adaptar a uma medida de distância menor.

Neste caso, os parâmetros numéricos, expressos pelas áreas de influência para a aplicação das estratégias do DOTS, foram ajustados ao porte de uma cidade média (para o padrão brasileiro). Por esse motivo, em vez de seguir absolutamente as suas definições de dimensões adotadas em áreas de DOTS, preferiu-se apenas basear-se nelas. Tal decisão se dá pela compreensão de que as cidades não podem simplesmente replicar experiências externas à sua realidade, mas sim elaborar as suas próprias soluções, que melhor se adequem ao seu contexto e particularidades. No caso da Orla Ferroviária de Araraquara e seu entorno, o padrão de distribuição territorial dos corredores de mobilidade pela área, por si só, resulta em uma ampla cobertura do sistema, fazendo com que seja possível trabalhar com intervalos menores. Assim, propõe-se que seja de 150 a 500 metros, mais plausível e alinhada à realidade do município.

A proposta para a mobilidade tem como objetivo compor uma rede interconectada por dois sistemas de transporte coletivo de alta e média capacidade, que se complementam, sendo

eles: o ônibus urbano e o VLT. Para o sistema de ônibus, propõe-se a criação de dois terminais de integração intermodal e a implementação de uma rede prioritária, que conta com quatro estações de integração intermodal, atendendo às regiões e bairros com as maiores demandas por deslocamentos até a região central e a área de intervenção do Plano de Mobilidade (Figura 1). Para o sistema VLT, é prevista a reutilização da calha ferroviária existente e a criação de 13 estações distribuídas ao longo da extensão da Orla Ferroviária e próximas a edifícios históricos, pontos de interesse e centralidades urbanas, compondo um eixo de mobilidade norte-sul que percorre toda a extensão da área de estudo (Figura 2).

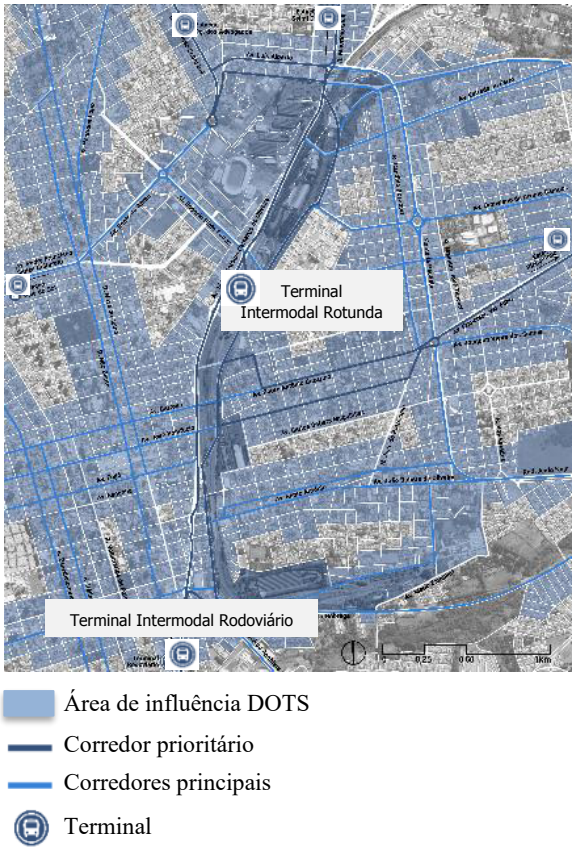


Fig. 1 Mapa do sistema de Ônibus, com área de influência do DOTS

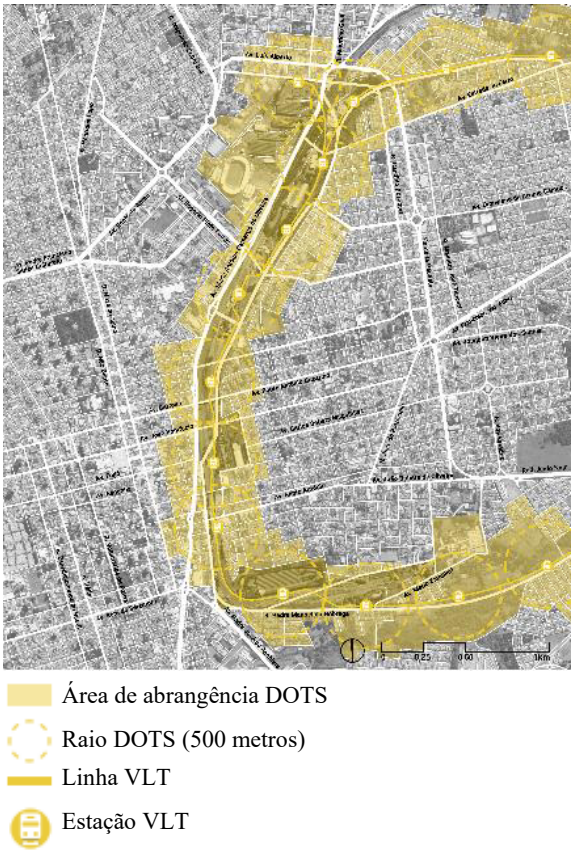


Fig. 2 Mapa do sistema VLT com área de influência do DOTS

Considerando a estratégia de adotar o DOTS no planejamento urbano integrado aos sistemas de transporte, ônibus e VLT, cria-se uma estratégia de intervenção e redesenvolvimento urbano para além dos corredores e polos de mobilidade. A proposta demonstra que é preciso atuar na definição das estratégias a serem aplicadas no perímetro de intervenção, como a descrição de instrumentos, normativas e parâmetros urbanísticos que conduzem o processo. Isto é, deve-se orientar o desenvolvimento de um novo macrozoneamento da área, determinar o uso do solo, guiar a aplicação de instrumentos urbanísticos e dar diretrizes para a criação de projetos e programas urbanos futuros, que servirão ao propósito de requalificar a região central. Desta forma, propõe-se um zoneamento específico, composto por oito subdivisões, que se originam a partir do DOTS, e assume as áreas de influência como divisões do zoneamento, prevendo a articulação com o sistema de transporte, com o objetivo de priorizar o adensamento populacional e a diversificação social em áreas com alta disponibilidade de infraestrutura de mobilidade, equipamentos urbanos e serviços públicos e privados. O zoneamento recomendado se articula e se integra com outras zonas que contemplam os mais variados usos - residenciais, comerciais, industriais, ambientais, etc.,

na busca por orientar o desenvolvimento da área rumo a uma maior diversidade urbana, representada na Figura 3, com indicação dos tipos de zoneamentos, e na Figura 4, com identificação do Coeficiente de Aproveitamento (CA), representado por gradiente de verticalização associado à cor.

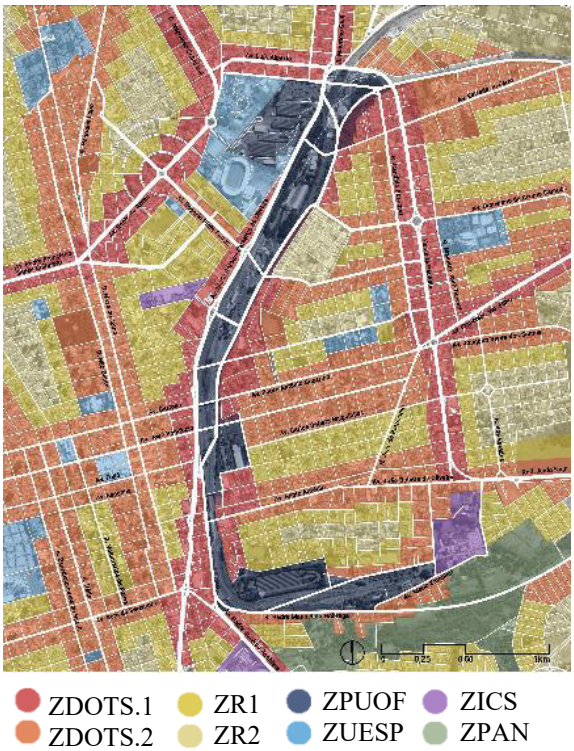


Fig. 3 Mapa do zoneamento especifico



Fig. 4 Gradiente de verticalização

De maneira geral, através do zoneamento específico, propõe-se que o processo de desenvolvimento e reurbanização da área deve ser realizado através de um gradiente de verticalização (Tabela 1), com o aumento do potencial construtivo e do adensamento de maneira proporcional à proximidade do núcleo de centralidade estabelecida, a partir das estações, terminais e corredores de transporte público. Nas demais áreas, o adensamento é definido de acordo com a necessidade de preservar o gabarito no que se constitui como centro de bairro, com o intuito de promover a qualidade urbana e ambiental, bem como a limitação de altura e número de andares máximos das edificações.

Tabela 1 Zoneamento Especifico, C.A. e T.O.

Zonas		**Coeficiente de Aproveitamento**		**T.O. (%)**
		C.A. Básico	**C.A. Máximo**	
de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável	ZDOTS.1	1	7	70
	ZDOTS.2	1	3	50
Residencial	ZR.1	1	2	80
	ZR.2	1	1	80
do Plano Urbanístico da Orla Ferroviária	ZPUOF	1	A.E.	A.E.
de Uso Especial	ZUESP	1	A.E.	A.E.
de Industria, Comércio e Serviços	ZICS	1	A.E.	80
de Proteção de Ambiente Natural	ZPAN	N.A.	N.A.	N.A.

Obs.: N.A. – Não Aplicável A.E. – Análise Especifica
C.A. – Coef. de Aproveitamento T.O. – Taxa de Ocupação

Fonte: Elaborado pelos autores

O incremento do adensamento populacional através do aumento do coeficiente de aproveitamento e gabarito das edificações deve ocorrer em consonância com a preservação da paisagem dos fundos de vale (Evers et al., 2018), e por meio de mecanismos de controle da densidade demográfica, como a aplicação de instrumentos urbanísticos que contribuam para otimizar a forma de ocupação do solo e evitar o espraiamento da mancha urbana. Na proposta apresentada, considerou-se também a aplicação de instrumentos previstos pelo Estatuto da Cidade (Lei Nº 10.257/2001) de forma a garantir a função social da propriedade, combater o fortalecimento da especulação imobiliária advinda das melhorias na infraestrutura urbana no local e a aquisição e destinação de todas as áreas de interesse para a implantação do projeto pelo poder público municipal, que pode ocorrer em parceria com outras esferas de governo, bem como com o setor privado. Sendo assim, a proposta fundamentada na redução da distância dos deslocamentos, da dependência do automóvel, e no estimulo aos modos de transporte sustentáveis, é voltada a produção de uma cidade compacta e adensada, na qual priorizou-se a regeneração urbana promovendo um melhor desempenho social, econômico, cultural e ambiental por meio da diversidade de usos. A proposta sugere vitalidade urbana e efetivo uso em todos os períodos: diurno e noturno. Os indicativos propostos estão representados através de um masterplan **(**Figura 5**)** que divide a orla ferroviária em seis setores.

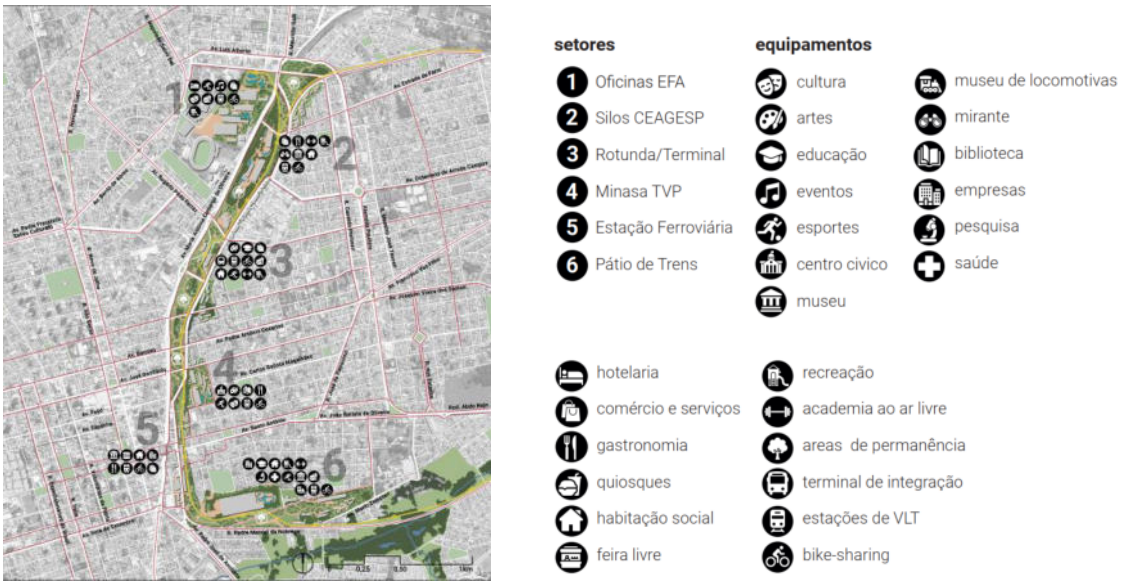


Fig.5 Masterplan do plano proposto para a orla ferroviária de Araraquara

Busca-se uma adequada requalificação das estruturas e edifícios existentes, a reconversão de seus usos e a construção de novos programas, partindo do princípio de que um planejamento setorial capaz de diferenciar as áreas de acordo com seu papel na dinâmica urbana, é possível otimizar as potencialidades e especificidades locais, de modo sustentável, com melhor desempenho, amplo acesso a emprego, serviços, lazer e demais comodidades. Os setores que compõe o masterplan do Plano proposto para a Orla Ferroviária de Araraquara são: i) as Oficinas da EFA; ii) os Silos da CEAGESP; iii) a Rotunda; iv) o Complexo Fábril da Minasa TVP; v) a Estação Ferroviária; e vi) o Antigo Pátio de Trens.

Ressalta-se que esta pesquisa não tem a pretensão de encerrar o debate acerca do futuro e destinação da área da ferrovia na cidade de Araraquara, mas contribuir para o debate acerca da necessidade de produção de projetos para a orla ferroviária e, principalmente, para que

seja de fato voltada para uma requalificação da área central e de sua abrangência como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O empenho em debater o planejamento urbano e políticas públicas voltadas ao conceito e projetos de requalificação de infraestruturas urbanas obsoletas é primordial, ainda mais partindo do pressuposto de promover um redesenvolvimento urbano para municípios com forte potencial para recuperar áreas degradadas, associado ao atendimento mais eficiente dos sistemas de transporte público urbano. A proposta para a orla ferroviária de Araraquara, como estudo de caso, demonstra que é possível introduzir o DOTS como medida de planejamento para promover o seu redesenvolvimento urbano.

É possível afirmar que as cidades pequenas e médias têm demonstrado um alto nível de ambição para inserção nos mercados de economia global, e têm apresentado desempenhos altamente satisfatórios em processos de reestruturação produtiva, reconversão de áreas industriais, requalificação urbana e implementação de tecnologias dentro de seus perímetros urbanos. Nesse contexto, pode-se constatar que a área analisada apresenta uma gama de possibilidades para a implementação de estratégias voltadas ao bom uso das estruturas existentes, promovendo, por meio de mecanismos para melhor aproveitamento do uso e ocupação do solo, adensamento e integração entre redes de transportes públicos.

Desse modo, previne-se o espraiamento, tão enraizado pela lógica do automóvel e danoso para a qualidade de vida nas cidades, devido ao aumento no tempo de deslocamento e impactos ambientais. Além disso, a análise e proposta apresentada enfatiza a necessidade de aplicar os conceitos de sustentabilidade debatidos no âmbito global, incorporar estratégias difundidas para atingir as metas da cidade inteligente e dos ODSs, mas manter a atenção nas demandas locais, atreladas ao contexto histórico e econômico, para orientar o planejamento urbano de cada município.

6 REFERÊNCIAS

Campos, V. B. G. (2006) Uma visão da mobilidade urbana e sustentável, **Revista dos transportes públicos**, 2(110), 99-106.

Cunha, M. A., Przeybilovicz, E., Macaya, J. F. M. e Burgos, F (2016) **Smart cities: transformação digital**, Programa Gestão Pública e Cidadania, PGPC, São Paulo.

Cury, M. J. F. e Marques, J. A. L. F. (2016) A cidade inteligente: uma reterritorialização, **Redes**, 22(1), 102-117.

Evers, H., Azeredo, L., Betti, L. P., Fernandes, C. S., Rodrigues, G. P. e Montandon, D. T. (2018) **DOTS nos Planos Diretores: Guia para inclusão do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável no planejamento urbano**, WRI, São Paulo.

Farr, F. (2013) **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**, Bookman, Porto Alegre.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) **Regiões de Influência das Cidades: 2018.** IBGE, Rio de Janeiro.

ITDP Brasil - Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (2019) **Boletim 1: Mobilidade de baixo carbono**, Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, Rio de Janeiro.

ITDP Brasil - Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (2021) **Gestão da Mobilidade: como os transportes podem contribuir para desacelerar as mudanças do clima e melhorar a saúde da população,** Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, Rio de Janeiro.

Leite, C., Awad, J. d. C. M. (2012) **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**, Bookman, Porto Alegre.

Lima, F. T. d. A., Montenegro, N., Paraizo, R. C. e Kós, J. R., (2021). Princípios e métricas para avaliação do DOT. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. 27(40), 243-281. doi: 10.5752/p.2316-1752.2020v27n40p243.

Müller, L. e Silva, T. L. d., (2021) Cidades inteligentes e a mensuração de indicadores urbanos de economia e empreendedorismo: o caso de Passo Fundo/RS, **Revista de Administração da UFSM.** 14, 987–1009.

Nalini, J. R. e Levy, W., (2017). Cidades inteligentes e sustentáveis: Desafios conceituais e regulatórios, **Revista de Direito da Administração Pública**, 1(1), 184–201.

PDDPA, Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (2005), **Lei Complementar nº 350/2005.** Disponível em: https://www.legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/350

PDPUA, Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (2014), **Lei Complementar n° 850/2014.** Disponível em: https://legislacaodigital.com.br/Araraquara-SP/LeisComplementares/850/20-12-2021.

PLANMOB, Plano de Mobilidade de Araraquara (2022), PLANMOB - Cidade Ativa, Volume 1: MobiliDADOS, Araraquara.

Rodrigues, L. da S., Fiorin, E. e Souza, L. do N. (2020) Araraquara: história e patrimônio ferroviário e industrial, **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 8(62), 134–149.

Rossetto, A. M. (2003) **Proposta de um Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades**, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

UN-Habitat (2022). **World Cities Report 2022**, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

Villada, C. A. G., Portugal, L. D. S. (2015) Mobilidade sustentável e o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável, **Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET**, p. 2743-2754.

INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL POR MEIO DO FOMENTO AO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO: O CASO ACRE-AMAZONAS

E.C. Bulhões e B.R.C. Barros

RESUMO

Em fevereiro de 2024, o Rio Acre ultrapassou a cota dos 17 metros, ocasionando o maior desastre ambiental da história do Acre, em número de cidades atingidas. Das 22 cidades, 19 entraram em estado de emergência, e mais de 120 mil pessoas foram atingidas. Este trabalho efetua uma análise qualitativa dos planos e políticas de transportes para o Estado do Acre. Propõe-se uma alternativa de desenvolvimento logístico do Acre por meio de infraestruturas de atracação e de navegação que o conectem ao sistema do Amazonas. O fomento de interseções rodo-fluviais nas cidades atendidas pela BR-364 e a integração das cidades do Acre por meio de rios com terminais hidroviários visa dotar as cidades de resiliência por meio de uma rede de transportes redundante, confiável, robusta e com capacidade de recuperação. Entretanto, a falta de infraestruturas portuárias e de navegação que ofereçam segurança e condições impede o aproveitamento dessa rede.

1 INTRODUÇÃO

No dia 29 de fevereiro de 2024, o Rio Acre ultrapassou a cota dos 17 metros, ocasionando a decretação de emergência em todo o estado. É o maior desastre ambiental da história do Acre, em número de cidades atingidas. Das 22 cidades, 19 entraram em estado de emergência, e o número de atingidos, sejam desalojados ou desabrigados, ultrapassa as 120 mil pessoas (Acre, 2024). Dez anos antes, precipitações entre 80% e 100% acima do normal ocasionaram a maior cheia até então registrada no Rio Madeira (Espinoza *et al*., 2014). Como consequência das inundações, o Acre ficou isolado do restante do Brasil por via terrestre, em um estado onde a infraestrutura logística terrestre continua escassa (IPEA, 2021). Em 2015, outra enchente causou impactos severos: entre as famílias de Rio Branco, perdas, doenças, dificuldades de recuperação e prejuízos que podem chegar até 200 milhões de dólares (Dolman *et al*., 2018). O Estado do Acre está localizado no extremo Oeste da Região Norte do país, com hidrografia que se origina na Cordilheira dos Andes. Os rios correm na direção nordeste e são afluentes do rio Solimões (Silva,*et al*. 2015). Em relação à variação pluviométrica, há dois períodos definidos: inverno com poucas chuvas (maio – setembro) e o verão amazônico (outubro – abril) com valores médios mensais acima de 200mm/mês (Cavalcanti *et al*., 2017). O Acre está entre os estados brasileiros mais sujeitos a eventos climáticos extremos, o que tem se agravado desde 2010 (Silva *et al*., 2023)

Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico com os conceitos de resiliência urbana, o arcabouço legal vigente para situações de emergência e calamidade no Brasil, redes

de transporte resilientes e o uso de hidrovias como vetores de desenvolvimento sustentável de regiões. Na terceira seção descrevem-se os materiais e métodos empregados na pesquisa, e na seção seguinte, apresentam-se os resultados encontrados com a discussão dele. A conclusão sintetiza os achados da pesquisa e aponta caminhos para investigações futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Resiliência urbana pode ser definida como a habilidade de um sistema urbano e das redes sócio-técnicas e sócio-ecológicas que o constituem através de escalas temporais e espaciais de manter ou retornar rapidamente às funções desejadas por ocasião de uma perturbação, de se adaptar a mudanças e transformar rapidamente sistemas que limitem a capacidade adaptativa atual ou futura (Meerow *et al*., 2016). Do ponto de vista espacial, cidades resilientes são aquelas que, em momentos de estresse, têm caminhos alternativos pelos quais a informação, recursos físicos e humanos atravessam esses ambientes (Desouza & Flanery, 2013). Por mais que grandes enchentes tenham múltiplas causas estruturais, quando se fala em cidades resilientes, é necessário articular-se para abordá-las e instrumentalizar essas questões ao mesmo tempo em que se aumenta a conscientização sobre essas causas (Huizenga *et al*., 2023).

No Brasil, o arcabouço legal que define as situações de emergência e calamidade pública segue a hieraquia entre os entes federados do país. Primeiro, o prefeito municipal decreta a situação no seu municipio, o Estado ratifica a situação e na sequência o município solicita ao Governo Federal a sua inclusão no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) do Ministério do Desenvolvimento e Integração Regional – MDIR (Brasil, 2012). O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) são instrumentos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). As situações anormais provocadas por desastres causadoras de danos e prejuízos que implicam o comprometimento da capacidade de resposta do poder público do ente atingido se dividem em dois tipos. Na calamidade pública, quando só podem ser superadas com o auxílio dos demais entes da federação; e emergência, quando necessitam de recursos complementares dos demais entes da federação para serem enfrentadas (Brasil, 2012). O atual modelo em que o Governo Federal é responsável por enviar auxílio financeiro aos entes federados atingidos deveria evoluir para uma atuação sinérgica entre Municípios, Estados e União com ênfase na avaliação de riscos para mitigação e posterior recuperação (Claret-Gouveia, 2018). Iniciativas recentes como o quadro de Sendai e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 conectam vulnerabilidade e risco priorizando a redução do risco de desastres em apoio à resiliência urbana (Hofmann, 2021).

Na qualidade de motor do desenvolvimento humano, o transporte sustentável é um tema transversal na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2015). Aumentar o uso do transporte hidroviário interior (THI) é recomendável devido à grande capacidade de carga e a custos de construção mais baixos, e apoia metas em seis objetivos de desenvolvimento sustentável: ODS 3, boa saúde e bem-estar; ODS 6, água potável e saneamento; ODS 7, energia limpa e acessível; ODS 9, indústria, inovação e infraestrutura; ODS 10, desigualdades reduzidas; ODS 11, cidades e comunidades sustentáveis; e ODS 13, ação climática (SLoCaT, 2019). Este trabalho propõe o THI como alternativa de desenvolvimento logístico do Acre por meio de infraestruturas de atracação e de navegação que o conectem ao sistema do Amazonas. O fomento de interseções rodo-fluviais nas cidades atendidas pela BR-364 e a integração das cidades do Acre por meio de rios com terminais hidroviários visa dotar as cidades de resiliência, em linha com o ODS 11 e o ODS 13.

Longos períodos de interdição de rodovias geram perda de vidas, aumento de custos de transporte e degradação ambiental devido aos atrasos. Por isso, investir para aumentar a resiliência das redes de transporte incluem a multimodalidade a manutenção e o fortalecimento das infraestruturas (Twumasi-Boakye & Sobanjo, 2018). Sistemas de transporte resilientes têm quatro características principais: confiabilidade, redundância, robustez e capacidade de recuperação: esses atributos determinam o desempenho geral do sistema a respeito do tempo que ele opera sem falhar, que ações tomar em caso de um evento perturbador, que funções ele vai manter após a perturbação e como ele atinge um novo equilíbrio (Wan *et al*., 2017). Abordagens antigas à questão da resiliência, que consideravam cada infraestrutura como independente e isolada, com o objetivo de se manter estável e evitar a mudança, têm deficiências básicas, que limitam a utilidade delas, sobretudo no contexto da mudança climática (Hayes *et al*., 2019). No atual contexto de inovações tecnológicas, mudanças climáticas e demandas em transformação, estratégias de adaptação e resiliência para sistemas de infraestrutura de transportes requerem uma compreensão melhor da interconectividade e das vulnerabilidades indiretas (Markolf *et al*., 2019).

Hidrovias são uma maneira mais barata e ambientalmente correta de fornecer acesso ao mar a regiões pobres e sem litoral, aumentando a estabilidade e a interconexão regional (Rasul, 2015). Em muitos lugares onde as hidrovias são a única forma de acesso a necessidades básicas, os investimentos devem considerar segurança, equidade e melhoria do padrão de vida da comunidade (Fathoni *et al.*, 2017). Retomar "estilos de vida anfíbios" tradicionais surge como uma alternativa para aumentar a resiliência de cidades (Morita, 2016). Hidrovias podem atuar como atalhos para a prosperidade socioeconômica, desde que estratégias específicas protejam o meio ambiente local (Wang *et al.*, 2020). Grandes projetos hidroviários muitas vezes põem a abordagem antropocêntrica dos construtores em rota de colisão com abordagens mais centrada na natureza (Janáč & van der Vleuten, 2016). Enquanto apoiadores de empreendimentos hidroviários costumam preferir a eficiência econômica, os opositores geralmente estão preocupados com equidade, conservação da natureza e justiça social (Schulz *et al.*, 2018). As consequências dos projetos de obras devem ser avaliadas e enfrentadas minuciosamente, por meio do exercício de mecanismos democráticos, corresponsabilidade e consenso entre os diferentes atores (Vargas & Paneque, 2015). Como os rios cumprem múltiplas funções, como navegação, abastecimento de água e pesca, articular diferentes visões de sustentabilidade ajuda a rastrear conflitos e tensões (Manders et al., 2016). O THI sustentável é aquele no qual o aumento da carga se alia à redução de custos ambientais e econômicos na construção e na operação, ao mesmo tempo em que é resiliente às mudanças climáticas e promove a equidade social (Barros *et al*., 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho realiza uma análise qualitativa dos instrumentos de planejamento de transporte vigentes e das características da rede logística do Acre. Para realizar esta tarefa, foram reunidos dois conjuntos de dados. Primeiramente, foram investigados os planos de transporte do Governo Federal: Plano Nacional de Integração Hidroviária - PNIH (ANTAQ, 2013); Plano Estratégico Hidroviário - PHE (MT, 2013); Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP (SEP, 2015) e Plano Nacional de Logística - PNL 2035 (INFRA S.A., 2021). Em seguida, com o apoio do Plano Nacional de Viação e do Sistema Nacional de Viação e demais instrumentos legais descreve-se a rede logística do Acre e se analisa as oportunidades de melhoria dela por meio da integração multimodal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Plano Hidroviário Estratégico (PHE) reconhece a navegabilidade dos rios Purus/Acre, mas não prevê investimentos para infraestruturas hidroviárias acreanas (MT, 2013). O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) também não prevê a construção de instalações portuárias no Acre (SEP, 2015). O Planejamento Integrado de Transportes instituído em 2024 inclui a previsão para elaborar um novo Plano Setorial Hidroviário a fim de rever e atualizar o Plano Hidroviário Estratégico (Brasil, 2024). A relação descritiva das Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte (IP4) de competência do DNIT não contém nenhuma estrutura localizada no Acre. Entretanto, o Plano Nacional de Logística 2035 (PNL 2035) reconhece 13 localidades no Acre onde há transporte de cargas por via fluvial, mas traz simulações de investimentos que contemplam apenas o que fora no PHE. Em outras palavras, o transporte hidroviário no Acre segue de fora do planejamento do Governo Federal. Entretanto, o PNL recomenda que o novo plano setorial hidroviário analise os cenários futuros para a navegação interior na região Norte (INFRA S.A., 2021). Apesar da ausência de previsão em instrumentos de planejamento, a construção de instalações portuárias nos municípios de Feijó, Manoel Urbano, Sena Madureira e Tarauacá figuraram entre as ações do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o maior programa recente de desenvolvimento de infraestrutura (Brasil, 2007). Esta não é uma especificidade do Acre. O Governo Federal tem tendência a investir em infraestruturas que não foram previstas nos instrumentos oficiais de planejamento de transportes (Barros *et al*., 2023)

4.1 Rede de Transportes e integração das cidades acreanas

A rede de infraestrutura de transpostes no Estado do Acre é composta por duas Rodovias Federais: a BR- 317 ligando o Estado do Acre ao Estado do Amazonas e a BR – 364 que cruza o estado no sentido leste-oeste, que são as únicas rodovias que o ligam aos outros Estados da Federação: Amazonas e Rondônia, dois Aeroportos Federais: Cruzeiro do Sul e Rio Branco e mais 12 aeródromos com pistas de pouso com comprimento que variam de 1.200 metros até 400 metros com superfícies variando de asfalto (7 pistas), terra (2 pistas), grama (2 pistas) e cascalho (uma pista) que atendem pequenas aeronaves (Figura 1). Observa-se que de um total de 22 municípios do Estado, somente 13 dispõe de acesso rodoviário ou aéreo (DNIT, 2024 e SeplanAC, 2024).

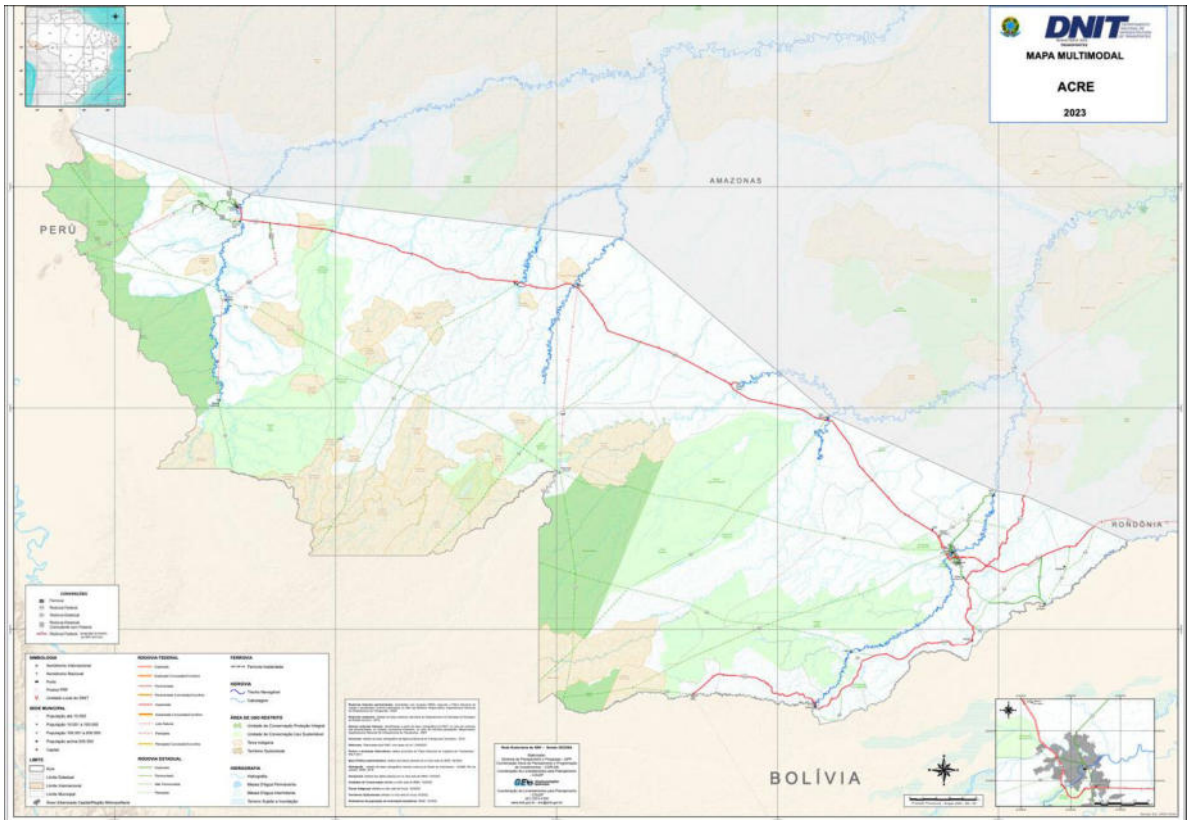


Fig. 1. Mapa multimodal do Estado do Acre. Fonte: DNIT, 2023.

Em relação à infraestrutura de transportes do Estado do Acre, observa-se que os rios seguem em direção Sul-Norte entrando no Estado do Amazonas, a exceção é o Rio Abunã localizado no extremo leste do Acre na divisa com o Estado de Rondônia, sendo esse afluente do Rio Madeira. Outra característica importante: todos os rios acreanos são perpendiculares à BR-364 e as sedes dos munícipios do Estado estão situadas nas margens dos rios.

A dependência rodoviária do Estado do Acre em relação às rodovias Federais, em especial, a BR-364 foi um fator crítico para a população acreana até a conclusão da obra da ponte sob o Rio Madeira, na região do Distrito de Abunã localizada no Estado vizinho de Rondônia. Até a liberação da ponte pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT em 2021 a ligação terrestre do Acre com o resto do país era dependente da travessia fluvial nesse ponto (Barros *et al*., 2021). Quando da conclusão da ponte do Abunã na BR-364 foi possível mitigar um problema logístico que afetava toda a população do Estado quando o Rio Madeira ultrapassava sua cota de transbordamento: a interrupção do serviço de travessia fluvial e, por consequência, o isolamento do Acre em relação ao resto do país por via terrestre.

As limitações das infraestruturas viárias criam um círculo vicioso de custo logísticos: dificuldade nos deslocamentos das pessoas, mercadorias e recursos, contribuindo para o encarecendo dos produtos para a população e o baixo desenvolvimento dos municípios. O IDH dos municípios do Acre varia de 0,469 em Jordão até 0,727 obtido pela capital Rio Branco. Ao todo são 13 (treze) municípios estão classificados com IDH baixo ou muito baixo (IBGE, 2024). Para reverter essa situação, é necessário um maior investimento na infraestrutura de transportes da região, com destaque para as hidrovias nacionais, que são

um conjunto formado por rios descritos no Sistema Nacional de Viação e seus afluentes, que formam uma rede de integração viária com potencial de competitivo do ponto de vista social, ambiental e econômico quando comparado com os outros modos de transporte implantados e planejados. A malha hidroviária acreana de interesse nacional é composta pelos rios Abunã, Acre, Envira, Iaco, Javari, Juruá, Purus, Tarauacá, conectando o Estado com os países limítrofes ao sul: Bolívia e Peru e ao norte os Estados do Amazonas e Rondônia. Com características perenes e navegáveis do ponto de vista do transporte eles compõe uma rede viária com aproximadamente 1.500km rios e devem ser considerados no processo de desenvolvimento local e regional.

O Rio Abunã, poderia ter sido uma opção de ligação entre o Acre e a capital do estado vizinho, Rondônia. Entretanto, a navegação foi interrompida após a conclusão das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, no Rio Madeira, sem a construção de dispositivo de transposição de nível. Felizmente, o Abunã é uma exceção: os demais rios não possuem obstáculos naturais ou artificiais para a navegação, sendo por isso, possível navegar até a foz deles no Rio Solimões. Se do ponto de vista da capilaridade dos corpos hídricos e a localização das cidades que consideraram o modo hidroviário como a via de ligação entre as comunidades, a falta de uma infraestrutura portuária e de navegação que ofereça segurança e as condições mínimas necessárias a integração intermodal, até este momento, não estão permitindo o aproveitamento da rede. Algumas das cidades do Estado têm locais precários para atracação e desatracação das embarcações (Figuras 2, 3 e 4).



Fig. 2. Vista aérea (esquerda) e vista terrestre (direita) da área de atracação de embarcações em Feijó/AC. Fonte: Google Earth.



Fig. 3. Vista aérea (esquerda) e vista terrestre (direita) da área de atracação de embarcações em Cruzeiro do Sul/AC. Fonte: Google Earth.



Fig. 4. Vista aérea (esquerda) e vista terrestre (direita) da área de atracação de embarcações em Tarauacá/AC. Fonte: Google Earth.

Observa-se que as infraestruturas de atracadouros públicos consistem somente em uma rampa de acesso ao rio, na sua maioria sem pavimentação ou qualquer infraestrutura, onde são realizadas as operações de atracação, embarque e desembarque das pessoas e mercadorias e desatracação das embarcações. São locais improvisados às margens dos rios desprovida segurança, conforto e acessibilidade para os usuários. No modo rodoviário, as cidades interligadas por estradas são a porta de entrada e saída de pessoas e mercadorias. As cidades às margens dos rios têm características que fomentam seu uso como via de transporte, como é o caso do Estado do Acre. Nesse sentido, os portos devem ser o caminho natural para a circulação da economia local, respeitando os padrões de vida da comunidade (Morita, 2016; Fathoni *et al*., 2017).

As principais sedes de municípios do Acre estão às margens de algum rio que compõe o SNV. Além do principal núcleo urbano, os distritos que fazem parte da municipalidade também estão as margens dos corpos hídricos, criando-se, desta forma, uma conexão perene com as sedes dos municípios. Sabe-se que hidrovias são uma forma barata de aumentar a interconexão regional e podem ser atalhos para a prosperidade socioeconômica, sem esquecer a proteção ao meio ambiente (Rasul, 2015; Wang *et al*., 2019). Além do desenvolvimento regional, o uso de hidrovias pode aumentar a resiliência das cidades acreanas, provendo caminhos alternativos para a passagem de recursos físicos e humanos, dotando os municípios da capacidade de reagir rapidamente a inundações (Meerow *et al*., 2016; Desouza & Flanery, 2013). Onde há escassez de infraestruturas terrestres, as hidrovias do Acre poderiam prover redundância, confiabilidade, robustez e capacidade de recuperação, uma vez que as rodovias do estado foram construídas perpendicularmente aos rios navegáveis, e estão menos sujeitas a eventos climáticos extremos que ocasionem inundações (Wan *et al*., 2017, Twumasi-Boakye & Sobanjo, 2018, Hayes *et al*., 2019).

5 CONCLUSÃO

O cenário atual é de ausência de previsão de investimentos em infraestruturas de transporte hidroviário no Acre nos planos vigentes. Apesar disso, observa-se uma onda de renovação trazida com a nova Política de Planejamento de Transportes instituída em 2024. Nessa modernização, vislumbra-se oportunidades para incluir as hidrovias acreanas como vetores de desenvolvimento sustentável do estado. Utilizar hidrovias para transportar passageiros e cargas pode conferir resiliência à infraestrutura do Acre por meio de redundância, confiabilidade, robustez e capacidade de recuperação. O fortalecimento da rede de transportes pode apoiar as ações do sistema de defesa civil, mitigando situações de calamidade e emergência.

Estudos futuros deverão monitorar a elaboração dos instrumentos de planejamento previstos no Planejamento Integrado de Transportes quanto à inclusão de infraestruturas acreanas. Após a etapa de planejamento, será necessário acompanhar e avaliar a implantação e operação das infraestruturas de transporte hidroviário no Acre.

6 REFERÊNCIAS

Acre (2024) Governador decreta emergência em Manoel Urbano e Rodrigues Alves e agora 19 municípios estão com urgência devido às enchentes. **Agência de Notícias do Acre**, 03 mar. 2024. Disponível em: https://agencia.ac.gov.br/governador-decreta-emergencia-em-manoel-urbano-e-rodrigues-alves-e-agora-19-municipios-estao-com-urgencia-devido-as-enchentes/, acesso em 16 mai. 2024.

Barros, B.R.C., Bulhões, E.C. & Brasil Junior, A.C.P. (2022) Inland waterway transport and the 2030 Agenda: Taxonomy of sustainability issues. **Cleaner Engineering and Technology** 8, 100462.

Barros, B.R.C. Bulhões, E.C. & Brasil Junior, A.C.P. (2023) Desempenho orçamentário e governança na gestão de projetos de infraestrutura: o caso do transporte hidroviário interior brasileiro. **Cadernos EBAPE** 21: 5, e2021-0135.

Barros, P.S.; Severo, L.W., Silva, C.H.R. & Carneiro, H.C. (2021) A ponte do Abunã e a integração da Amacro ao Pacífico. **Nota Técnica 35**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2021.

Brasil (2007) **Programa de Aceleração do Crescimento 2007-2010 – Romper Barreiras e Superar Limites**. Casa Civil da Presidência da República. Disponível em: https://www.gov.br/casacivil/pt-br/.arquivos/pac.pdf, acesso em 17 mai. 2024.

Brasil (2012) **Lei 12.608, de 10 de abril de 2012**. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm, acesso em 17 mai. 2024.

Brasil (2024) **Decreto nº 12.022, de 16 de maio de 2024**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12022.htm, acesso em 17 mai. 2024.

Cavalcanti, I.F.S., Marengo, J.A., Alves, L.M. & Costa, D.F. (2017) On the opposite relation between extreme precipitation over West Amazon and southeastern Brazil: observations and model simulations. **International Journal of Climatology** 37: 3606-3618.

Claret-Gouveia, A.M. (2018). The emergency law: is it able to create a DRM system in Brazil? **Revista de Direito da Cidade** 10:13, 1317-1333.

Desouza, K.C. & Flanery, T.H. (2013) Designing, planning and managing resilient cities: A conceptual framework. **Cities** 35, 89-99.

DNIT (2024) **Sistema de Visualizações Geográficas – VGEO**. Disponível em: https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/ acesso 01/5/2024.

DNIT (2023) Mapa Multimodal – Acre. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/mapas-multimodais/mapas-2023/ac.pdf/, acesso 17 mai. 2024.

Dolman, D.I., Brown, I.F., Anderson, L.O., Warner, J.F., Marchezini, V. & Santos, G.L.P. (2018) Re-thinking socio-economic impact assessments of disasters: The 2015 flood in Rio Branco, Brazilian Amazon. **International Journal of Disaster Risk Reduction** 31, 212-219.

Espinoza, J.C., Marengo, J.A., Ronchail, J, Carpio, J.M., Flores, L.N. & Guyot, J.L. (2014) The extreme 2014 flood in South-western Amazon Basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradiente. **Environmental Research Letters** 9, 124007.

Fathoni, M.; Pradono, P.; Syabri, I & Shanty, Y.R. (2017) Analysis to assess potential rivers for cargo transport in Indonesia. **Transportation Research Procedia** 25, 4544–4559.

Hayes, S., Desha, C., Burke, M., Gibbs, M. & Chester, M. (2019) Leveraging socio-ecological resilience theory to build climate resilience in transport infrastructure. **Transport Reviews** 39:5, 677-699.

Hizenga, S., Oldenhof, L., Bovenkamp, H. & Bal, R. (2023) Governing the resilient city: An empirical analysis of governing techniques. **Cities** 135, 104237.

Hofmann, S.Z. (2021). 100 Resilient Cities program and the role of the Sendai framework and disaster risk reduction for resilient cities. **Progress in Disaster Science** 11, 100189.

IBGE (2024) **@Cidades**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/pesquisa/37/30255?tipo=ranking, acesso 25 abr. 2024.

INFRA S.A. (2021) **Plano Nacional de Logística 2035**. Infra S.A. Disponível em: https://www.infrasa.gov.br/plano-nacional-de-logistica-2035/, acesso 17 mai. 2024.

Janáč, J. and van der Vleuten, E. (2016) Transnational System Building across Geopolitical Shifts: The Danube-Oder-Elbe Canal, 1901-2015. **Water Alternatives** 9(2) 271-291.

Manders, T.N.; Höffken, J.I. & van der Vleuten, E.B.A. (2016) Small-scale hydropower in the Netherlands: Problems and strategies of system builders. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 59, 1493–1503.

Markolf, S.A., Hoehne, C., Fraser, A., Chester, M.V. & Underwood, B.S. (2019) Transportation resilience to climate change and extreme weather events – Beyond Risk and robustness. **Transport Policy** 74, 174-186.

Meerow, S., Newell, J.P. & Stults, M. (2016) Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning** 147, 38-49.

Morita, A. (2016) Infrastructuring Amphibious Space: The Interplay of Aquatic and Terrestrial Infrastructures in the Chao Phraya Delta in Thailand. **Science as Culture**, 25:1, 117-140.

MT (2013) **Plano Hidroviário Estratégico**. Ministério dos Transportes. Disponível: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/conteudo/portos-e-transporte-aquaviario/plano-hidroviario-estrategico, acesso 17 mai. 2024.

Rasul, G. (2015) Water for growth and development in the Ganges, Brahmaputra, and Meghna basins: an economic perspective. **International Journal of River Basin Management**, 13(3), 387-400.

Schulz, C.; Martin-Ortega, J. & Glenk, K. (2018) Value landscapes and their impact on public water policy preferences. **Global Environmental Change** 53, 209–224.

SEP (2015) **Plano Nacional de Logística Portuária**. Secretaria de Portos da Presidência da República. Disponível: https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/920#:~:text=O%20PNLP%20%C3%A9%20o%20instrumento,de%20gest%C3%A3o%20dos%20portos%20p%C3%BAblicos, acesso 17 mai. 2024.

SEPLAN (2024) **Secretaria de Estado de Planejamento**. Disponível em: https://seplan.ac.gov.br/dados-tecnicos-dos-aerodromos-do-estado/ acesso 01/05/2024

Silva, H.J.F., Lucio, P.S., Brown, I.F. (2015) Análise mensal, sazonal e interanual da evapotranspiração de referência para o sudoeste da Amazônia, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** 8:6, 1711-1729.

Silva, S.S., Brown, F., Sampaio, A.O., Silva, A.L.C., Santos, N.C.R.S., Lima, A.C., Aquino, A.M.S., Silva, P.H.C., Moreira, J.G.V., Oliveira, I., Costa, A.A. & Fearnside, P.M. (2023) **Perspectives in Ecology and Conservation** 21:4, 311-317.

SLOCAT (2019) **Sustainable Transport: A Critical Driver to Achieve the Sustainable Development Goals**. Partnership on Sustainable Low Carbon Transport, 2019. Disponível em: www.slocat.net/vnr, acesso 18 mai. 2024.

Twomasi-Boakye, R. & Sobanjo, J. (2018) Civil infrastructure resilience: State-of-the-art on transportation network systems. **Transportmetrica A: Transport Science** 15:2, 455-484.

UN (2015) *The 2030* **Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations. Disponível: https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld, acesso 26 nov. 2020.

Vargas, J. & Paneque, P. (2015) Major Hydraulic Projects, Coalitions and Conflict. Seville's Harbour and the Dredging of the Guadalquivir (Spain). **Water** 7(12), 6736-6749.

Wan, C., Yang Z., Zhang, D., Yan X. & Fan, S. (2017) Resilience in transportation systems: a systematic review and future directions. **Transport Reviews** 38:4, 479-498.

Wang, Y.; Chen, X.; Borthwick, A.G.L.; Li, T.; Liu, H.; Yang, S.; Zheng, C.; Xu, J. & NI. J. (2020) Sustainability of global Golden Inland Waterways. **Nature Communications** 11, 1553.

Lista de Autores

Adriana Guimarães Duarte	1793					
Adriano Soares Gonçalves	2542					
Adson Pinheiro Queiroz Viana	1697					
Alain Bruhn Esteve	1140					
Alan Alves Alievi	1578					
Alcy de Oliveira Silva	767					
Alejandro Ruiz-Padillo	990	1080	2031	2637		
Alessandro Borsagli	2185					
Alessandro de Castro Corrêa	871	2614				
Alexandra Rebelo Vieira	174					
Alexandre Grings	1080	2637				
Alexandre Magno Alves Diniz	398					
Aline Beatrís Skowronski da Silva	1259					
Aline Sanches	2019					
Aline Silva Santos	1805					
Alisson Sousa da Silva	871					
Allan Moreira de Almeida	1420	1899				
Almir Mariano de Sousa Júnior	1444	1479	1491	1500	1511	1781
Amanda Sayuri Kowara Santos	1590					
Amanda Trainini Baptista	1365					
Amanda Vieira Pessoa Lima	106					
Amélia Maria de Oliveira Reynaldo	1271					
Americo Hiroyuki Hara	1757					
Amílcar Duarte	280					
Ana Beatriz Fernandes de Macedo	1995					
Ana Beatriz Ferreira Stringhini	743					
Ana Carolina Cabral Carneiro	1401					
Ana Carolina Carvalho	918					
Ana Carolina de Mattos Lana	918					
Ana Cecília Lima Maia	613					
Ana Flávia de Oliveira Carvalho	1176					
Ana Isabel Sá Anastasia	1164					
Ana Lucia Ribeiro Camillo da Silveira	2494					
Ana Luiza Morati Receputi	1828					
Ana Luíza Rodrigues da Silva Santos	589	625	648	2382		
Ana Maria César Bastos Silva	755					
Ana Maria Girotti Sperandio	2416					
Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro	767					
Ana Paula de Oliveira Freitas	918					
Anabela Salgueiro Narciso Ribeiro	755					
Anderson de Oliveira	1638					
André Araújo Almeida	1685					
Andre Luis de Paula Ribeiro	553					
Andre Luis Martinelli Real dos Santos	84					
André Luiz Barbosa Nunes da Cunha	1923					

André Luiz Mendes Vilela	2506	2673	
André Ricardo Cons	942		
Andréa Holz Pfützenreuter	803	1817	
Andrea Oliveira da Silva	327		
Andressa de Sene Pinto	1673		
Andreza Portella Ribeiro	1638		
Anelise Schmitz	942		
Angela Lúcia Ferreira	1781		
Angélica Tanus Benatti Alvim	1685	2348	
Ania Tizziani	210		
Anna Beatriz Espíndola de Oliveira	755		
Anna Clara Dantas Cabral	1377		
Anna Lúcia dos Santos Vieira e Silva	1697		
Anne Griffond-Boitier	1733		
Antoniel Silva Fernandes	2185		
Antônio Dias Costa Neto	767		
Antônio Henrique Cavalcanti de Oliveira	1329		
Antonio Henrique Noronha Ribeiro	565		
Antônio Nélson Rodrigues da Silva	1128	1224	1377
Antônio Nobre Rabelo	129		
Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante	138		
Antônio Pedro Alves de Carvalho	707		
Antonio Willamys Fernandes da Silva	2566		
Ariella Kely Besing Motter	1578		
Arthur Pedrosa Rocha	2494		
Arthur Simões Caetano Cabral	1840		
Bárbara Abreu Matos	625	2382	
Barbara Bonetto	2416		
Bárbara da Silva Miranda	2221		
Barbara Lumy Noda Nogueira	106		
Beatriz Alves Guimarães	84		
Beatriz de Azevedo do Carmo	1520		
Beatryz de Almeida Alcantara	2301		
Benedito Cláudio da Silva	2673		
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira	351		
Beverllyn Marinho Franco	1556		
Bianca Carvalho Podadera	1293		
Brenda Medeiros Pereira	2637		
Brenno Dayano Azevedo da Silveira	1479	1511	
Bruna Cristina Beltrão Silva Beleigoli	2053	2065	2625
Bruna Cristina Pires	469		
Bruna Lamorea Veiga Lopes	351		
Bruna Miranda Pinto	457		
Bruna Renata Cavalcante de Barros	2530	2704	
Bruno Casotti Louzada	1828		
Bruno Gabriel Santos Correa	84		

Bruno Luis de Carvalho da Costa	2113	2125			
Bruno Vieira Bertoncini	1212				
Caio Arantes Santilli	2149				
Caio Frederico e Silva	61	256			
Caio Roger Godoi Vieira	2137				
Caio Tramontin Volpato	1116				
Camila Andrade Gortaire	1224				
Camila Bandeira Cavalcante	978				
Camila Belleza Maciel Barreto	930				
Camila Carvalho Ferreira	94				
Camila Karla Medeiros Silva	1911				
Camila Lucas Oliveira Lucena	719				
Camilla Maria Lima França	978				
Carlos Augusto de Souza Oliveira	883				
Carlos Fernando Ferreira Lobo	577	565	684	812	1733
Carlos Machado dos Santos	2614				
Carolina Coelho Martuscelli	660				
Carolina Fressatti Cardoso	1259				
Carolina Maria Pozzi de Castro	1947				
Carolina Raiane Gama de Oliveira de Morais	2019				
Caroline Dias Amancio de Lima	906				
Caroline Duarte Alves Gentil	410	966			
Carollina Hitomi de Oliveira Okamoto	517				
Catarina Perote de Menezes Pinheiro	978				
Cecília Aparecida Pereira	1176				
Cecília Arcoverde Bezerra Pires	1935				
Celina Pinto Leão	106				
Celio Daroncho	433				
Cesar Christian Castelo Fernandez	315				
César Gustavo da Rocha Lima	2256				
Ciça Kaline Cruz Rosa	1638				
Cícero de França Neto	1444	1781			
Cintia Campos	1014				
Cira Souza Pitombo	493	859			
Clara Amaral Faria Camelo	1544				
Clarissa Sampaio Freitas	2649				
Cláudia Cotrim Pezzuto	2324				
Cláudio Bellintane Júnior	2137				
Cláudio Robert Pierini	2089				
Cleide Maria Martins	2053	2065	2625		
Clodoveu Augusto Davis Junior	1164				
Cristina Morgado	2602				
Cybelle Frazão Costa Braga	1911				
Daniel da Silva Dias	553				
Daniel Felipe de Oliveira Silva	529				
Daniel Freitas Caputo Oliveira	421				

Daniel Ribeiro Cardoso	2649							
Daniela Antunes Lessa	421	577	589	625	648	672	812	2382
Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa	2506	2542						
Daniela Vanessa Rodriguez Lara	1128							
Dara de Cézar Borszcz	386	481						
David Mateus Fonsêca da Silva	1491							
Débora Luisa Silva Teixeira	1673	2506	2542	2673				
Deborah Elaine Kress Fagundes	2173							
Denis Biolkino de Sousa Pereira	1341							
Denise Antonucci	1638							
Diego de Oliveira Martins	2137							
Diego Ferreira Fonseca	565							
Dimas Alberto Gazolla Palhares	625							
Diogenes Cortijo Costa	836							
Diwild Dias D'Apresentação	1532							
Douglas Gallo	234	1468	2394	2404				
Douglas Palma Motta Santiago	198							
Éderson Oliveira Teixeira	256							
Eduarda Faria Silva	2394							
Eduardo Meireles	1947							
Eleonora Sad de Assis	94	1887						
Elias de Souza	186							
Eliete de Pinho Araujo	1026	2007						
Eliezé Bulhões de Carvalho	2530	2704						
Elisabete Arsenio	696							
Elisangela de Almeida Chiquito	1590							
Eloisa Lima Borges	589							
Elton Tavares Maciel	1038	1047	1056					
Elza Luli Miyasaka	1420	1456	1899					
Erico Masiero	2137							
Erik Fillipy de Oliveira	589	625	648					
Erika Cristine Kneib	541	743						
Erika Fernanda Toledo Borges	37							
Estefânia Isabel Pereira	2382							
Ester Divieso	1152	1188						
Eugenio Moreira	2649							
Évelyn Cristine Moreira Soares	966	2077						
Fabiana Serra de Arruda	719							
Fabiene Cristina de Carvalho da Costa	2113							
Fábio Augusto Antunes	315							
Fabio Zanchetta	719	1923	1935					
Fabiola de Pena Forte Nonato	2382							
Felipe Brandão Souza	1341							
Felipe da Motta Bueno	2313							
Felipe Rakauskas	1638							
Fernanda Souza Martins	1092							

Fernanda Tomiello	1568		
Fernando Fonseca	791		
Fernando Hideki Hirosue	779		
Filipe Aleixo Moreno	1420	1456	1899
Filipe Almeida Corrêa do Nascimento	1140		
Flávia Ciqueira	2661	315	
Flávia da Fonseca Feitosa	1401		
Flavia Tuaneferreira Moraes	198		
Flavio de Oliveira Silva	49		
Francis Massashi Kakuda	2137		
Francisca Rutierly Cordeiro Gomes	2440		
Francisco Batista de Lima Filho	129		
Francisco Caio Bezerra de Queiroz	1444	1781	
Francisco Nélio da Silva Junior	1491		
Francisco Serdoura	1389		
Frederico Rodrigues	895	954	
Gabriel Amorim Rabelo Nobre	954		
Gabriel Borges Assunção	2185		
Gabriel Caldeira Gomes	577		
Gabriel Delpino da Silveira	1614		
Gabriel Dias	696		
Gabriel Magalhães Chaves	684		
Gabriel Maggio de Moraes	1408		
Gabriel Nobre da Silva Eickel	2637		
Gabriel Teixeira Lacerda	1733		
Gabriela Elias Martins do Rosário	246		
Gabriela Paula Magalhães Silva	684		
Gabriela Rodrigues Contreira	1923		
Gabriellin Buose	803		
Geise Brizotti Pasquotto	1983		
Geneviève Boisjoly	505		
Geovanna Aparecida Cuerva	1420	1899	
Giovana Villela Santos Victor	2019		
Giovanna Silva Oliveira	1769		
Giovanni Candido Miranda	565	577	
Gisela Barcellos de Souza	1164		
Gisela Cunha Viana Leonelli	2244		
Giselle Nunes da Costa	1491		
Giulliana Mariah Martins do Vale	2019		
Gonçalo Antunes	2602		
Gonçalo Barriga	222		
Guilherme Araújo Grochowski	672		
Guilherme Henrique Fatorelli del'Arco	2209		
Guilherme Santos Mello	1947		
Guilherme Theodoro Nascimento Pereira Lima	2324		
Gustavo Augusto Mendonça Asciutti	2137		

Gustavo Bruski de Vasconcelos	2267		
Gustavo Garcia Manzato	1377	2682	
Gustavo Izidro	2324		
Gustavo Wanderley Rodrigues	2065		
Hadassa Gomes	106		
Haniel Israel	186		
Heitor Henrique de Quadra	1757		
Helder Lopes	73		
Helena Lúcia Zagury Tourinho	246	1995	2440
Heliana Faria Mettig Rocha	1626		
Helmer Boris Fernandes Almeida	129		
Henrique Cândido de Oliveira	836	1152	
Higor Costa de Brito	1911		
Hito Braga de Moraes	2614		
Iago Alberte Rodrigues Eleutério	315		
Iana Alexandra Alves Rufino	1911		
Iara Kateucha Fernandes de Souza	1491		
Igor Jackson Arthur Costa e Souza	895		
Inácio Ribeiro	73		
Irving Rodrigues de Souza	2673		
Isabel Martins	174		
Isabela Antunes de Souza Lima	2301		
Isabela Caroline Iotti	1281		
Isabela Gautier Ono	268		
Isabela Gonçalves Pinheiro	541		
Isabella Fernandes Cardoso	918	1733	
Isabelle Bocatto	684		
Isabelle Salazar Vieira Alves	2518		
Ivan Carneiro	2661		
Izabela Rocha	1317		
Jairo Ivo Castro de Brito	1212		
Janaina Amorim Dias	918		
Janaina Andréa Cucato	2472		
Janaína Antonino Pinto	836	1152	1188
Jane Cristina do Carmo Santana	1544		
Joana Pimentel Guedes	2649		
João Carlos Araújo Silva Neto	883		
João Carlos Machado Sanches	37		
Joao Fonseca Bigotte	731		
João Marcelo Santos de Lima	895		
João Santos	2661		
João Seixas	2602		
João Tadeu Alves dos Santos	315		
João Teigão	280		
João Victor de Oliveira Miranda	529		
João Victor Mota Alexandrino	2649		

João Victor Souza	2625		
João Vitor Roque Guerrero	1014	2256	
Jonathas Magalhães Pereira da Silva	2101		
Jörg Schröder	1685	2348	
Jorge Ferreira	2602		
Jorge Grandão Lopes	174		
Jorge Tiago Bastos	386	481	
José Alberto Quintanilha	1014		
José Augusto Di Lollo	2256	2043	
José Eduardo Sanderson Moscon	2197		
José Elievam Bessa Júnior	589		
José Leomar Fernandes Júnior	1935		
José Nauri Cazuza de Sousa Júnior	1038	1047	1056
José Rodrigues	222		
Josemary Omena Passos Ferrare	1793		
Josiane Palma Lima	1002	1104	
Juan Torres	505		
Júlia Barros dos Santos	1002		
Julia Bibiana Zschitschick Souza	990	1080	
Júlia Calvaitis Padilha	1817		
Jülia Gabriela Fernandes Teixeira	339		
Júlia Salomão dos Santos Favareto	1709		
Júlia Sobral Penna	978		
Juliana Alencar Almeida Araújo	918		
Juliana Alves	73		
Juliana Cardoso Esteves	2089		
Juliana Torres de Miranda	1164		
Juliana Young	1389		
Juliano César da Silva	1420	1899	
Julio César dos Santos	1236		
Júlio Rodrigues de Oliveira	1864		
Jussara Alves Cardoso Neves	398		
Jussara Romero Sanches	1578		
Jussara Socorro Cury Maciel	84		
Kaio Gefferson de Almeida Mesquita	954		
Kamille Benati	210		
Karen Wrobel Straub Schneider	37		
Karin Regina de Castro Marins	517	1408	
Karina Andrade Mattos	1852		
Karina Cristina Chiari	2277		
Karina de Lima	1662		
Karine Guilherme Goveia da Silva	2404		
Karolina Marie Alix Benedictte Van Sebroeck Dória	1556		
Kassio Samay Ribeiro Tavares	2518		
Kellen Poliana Mendes de Medeiros	883		
Kennia Ster Adelino Barbosa	410		

Kevin Hideaki Tanaka	150						
Kiwia Karine Santos Rocha	779						
Kleberson Leandro da Rocha	954						
Klivia Lúcia Glória Pantoja	2382						
Laís Resende Pereira	883						
Laís Sessa Almança	339						
Lara da Costa dos Santos Freitas	1500						
Lara Guiçarde Mendes	2472						
Larissa Pereira Lima	2233						
Larissa Scarano Pereira Matos da Silva	707						
Larissa Virgínia da Silva Ribas	1662						
Latussa Laranja Monteiro	1828						
Laura de Oliveira Romão	847						
Laura Torres Oliveira Peixoto	906						
Leandro Cabral Silva	1468						
Leandro Cardoso	505	565	589	625	684	918	1733
Leia Aparecida Veiga	1578						
Leise Kelli de Oliveira	529	1200					
Leonarda Feitosa Cajuaz Castro	138						
Leonardo Alcanfor	2484						
Leonardo de Almeida Pavinato	990						
Leonardo Ferreira da Silva	1638						
Leonardo Presente Gindri	2197						
Letícia Chilelli Gricio	2372						
Letícia Dexheimer	529						
Leticia Felice Olaia	292	1971					
Letícia Machado Barbosa Silva	1329						
Leticia Rodrigues Pimentel Magalhães	553						
Letícia Siqueira Campos Rebecca	234						
Lia Toledo Moreira Mota	2324						
Ligia Silva	73						
Lilianne de Queiroz Leal	118						
Lincoln Muniz Alves	1911						
Lindon Fonseca Matias	1520	2161					
Lívia Carolina Almeida Rodrigues Alves	2101						
Liza Maria Souza de Andrade	1626						
Louanne Isabelle Sousa dos Santos	138						
Louise Ester de Campos	2031						
Luan Pablo de Holanda	954						
Luana Gabriela Cunha Pereira Gama	847						
Lucas Andrade Romualdo Mendes	684						
Lucas Brandão Monteiro de Assis	601						
Lucas Bueno de Campos	292	1971					
Lucas Ricoy	2661						
Lucas Vinicius Ribeiro Alves	2053	2065	2625				
Luciana Araujo Azevedo	1341						

Luciana da Silva Loureiro	84		
Luciana Márcia Gonçalves	2089	2244	2289
Luciana Mouro Varanda	2348		
Luciana Souza Bragança	1164		
Luciano Aparecido Barbosa	836	1152	
Luciano Lourenço da Silva	930		
Lucídio Gomes Avelino Filho	61		
Luis Felipe Bortolatto da Cunha	1401		
Luís Henrique Bueno Villanova	2197		
Luisa Coutinho Puntel	61		
Luiz Carlos Alves da Silva Junior	1200		
Luiz Eduardo Moschini	2256		
Luiz Tadeu da Silva	2506		
Luzia Cristina Antoniossi Monteiro	292	1971	
Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja	256		
Magda Sifuentes de Jesus	1026	2007	
Magnos Baroni	2031		
Maiara Heinrich	2031		
Maisa Sales Gama Tobias	871	2614	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	2590		
Manuela Moreira da Silva	280		
Manuela Pires Rosa	222		
Marcel Fantin	210		
Marcela das Chagas Rossato	2506	2673	
Marcela Monteiro dos Santos	2649		
Marcelle Vilar da Silva	1650		
Marcelo Franco Porto	2053	2065	2625
Marcelo Monari	601	779	2137
Marcelo Prado Sucena	362	374	
Marcelo Reis Maia	1164		
Marcia Bottin Barbosa	37		
Márcia Marcondes Altimari Samed	2301		
Márcia Viana Lisboa Martins	1673	2542	
Marcius Fabius de Carvalho	2324		
Marco Antônio de Almeida Silva	2554		
Marconi Oliveira de Almeida	883		
Marcos Rodrigues Pires	966		
Marcus Vinícius Quintella Cury	362	374	
Margarida Picanço	2602		
Maria Aparecida Pereira Brito	292	1971	
Maria de Assunção Ribeiro Franco	1852		
Maria do Carmo de Lima Bezerra	1544		
Maria Dulce Bentes Picanço Sobrinha	1721		
Maria Eduarda Holanda Costa Melo	1479		
Maria Eduarda Vercesi de Carvalho	292	1971	
Maria Elisabete Santos Soares	1532		

Maria Estela Ribeiro Mendes	2336			
Maria Fernanda Colela Rodrigues	292	1971		
Maria Fernanda Nóbrega dos Santos	1864			
Maria Lucia Bahia Lopes	246			
Maria Minuza da Fonseca de Lira	767			
Maria Solange Gurgel de Castro Fontes	1317	1864		
Maria Tereza de Abreu Scalzo	1200			
Mariana Araújo de Oliveira	1721			
Mariana Bernardes	150			
Mariana Consiglio Kasemodel	2506			
Mariana de Paiva	1341			
Mariana Paim Rodrigues	1828			
Mariana Palma Lima	2233			
Mariana Quezado Costa Lima	2649			
Marianna Lucinda de Oliveira	1104			
Marianne Maia de Sousa	1444	1781		
Marina Batlini de Macedo	1673			
Marina Oliveira Bottaro	2233			
Marina Silva Seabra da Rocha	1709			
Marina Souza Camurci	2301			
Marina Vasconcelos de Paula e Silva	2625			
Marina Vasconcelos de Paula Silva	589			
Mário Ângelo Nunes de Azevedo Filho	613	1038	1047	1056
Mark Zuidgeest	1176			
Marluce Wall de Carvalho Venancio	1769			
Marta Adriana Bustos Romero	61	256	1432	
Mateus Barboza Tavares	978			
Mateus Gonçalves da Silva	625	648	2382	
Mateus Sanders Garcia	493			
Matheus de Oliveira Alcântara	1212			
Matheus Faria Lima da Silva	150			
Matheus Veiga	210			
Maurício Couto Polidori	1614			
Mauricio José Ramos Pereira	162			
Maurício Polidori	1568			
Michelle Andrade	719			
Miguel Etinger de Araujo Junior	268	1578		
Miguel José das Neves Pires Amado	601			
Milena Daleth do Amaral Vieira Ribeiro	1911			
Milena Ferrerira da Conceição	303			
Miquelina Rodrigues Castro Cavalcante	2428			
Mirella Falcão Santos de Melo	1247	1329		
Monica Aparecida da Rocha Silva	2566			
Monica Cruz	731			
Murilo Colin da Silveira	1068			
Naggila Taissa Silva Frota	978	1697		

Natacha Silva de Araújo Rena	1164				
Natália Correia Rodovalho	1014				
Natália Machado Vieira	589				
Nathália de Mello Faria	1432				
Nathalia Larsen	339				
Nayana Helena Barbosa de Castro	1745				
Nélio Moura de Figueiredo	871				
Newton Celio Becker	2649				
Nilton Marques Oliveira	2566				
Nívea Adriana Dias Pons	1673	2506	2542	2673	
Norma Regina Truppel Constantino	1876	2277	2360	2372	
Olga Beatriz Barbosa Mendes	895				
Omar David Ordoñez Sayago	386	481			
Orivalde Soares da Silva Júnior	1140				
Orlando Fontes Lima Júnior	836	1152	1188		
Orlando Vinicius Rangel Nunes	1544				
Osmar Fabiano de Souza Filho	1578				
Osvaldo Batistini	210				
Otavio Henrique da Silva	719				
Pastor Willy Gonzales Taco	303	719	847		
Patricia Baldini de Medeiros Garcia	1152	1188			
Patrícia Garcia Gonçalves	1959				
Patricia Maya Monteiro	1365				
Patricia Pereira Lima	553				
Patrícia Raquel Yegros da Silva	2065				
Paul Pfaffenbichler	1128				
Paula Lelis Rabelo Albala	61				
Paula Remoaldo	73				
Paula Sandri Rhoden	990	1080	2031		
Paulo Cesar Lima Segantine	601				
Paulo Fernando Braga Carvalho	398	577			
Paulo Jorge Gomes Ribeiro	636	660	696	791	1236
Paulo Pereira Almeida	1650				
Paulo Rogério da Silva Monteiro	362	374	812	824	
Pedro Augusto Borges dos Santos	386	481			
Pedro José Perez Martinez	433				
Pedro Marcelo Pinto Cunha	883				
Pedro Matias	280				
Priscila Barros Ramalho Alves	1911				
Priscila Kauana Barelli Forcel	1420	1456	1899		
Priscilla Dutra Dias Viola	918				
Priscilla Moura	2661				
Priscilla Viola	505				
Rafael Augusto Santos de Souza	2065	2625			
Rafael de Paula Garcia	1899				
Rafael Maia Lima	648				

Rafael Rodrigues Cortez	2360			
Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes	1511			
Raimundo Nonato Pereira Teixeira	129			
Raquel dos Santos Oliveira	1959			
Raquel Garcia Gonçalves	1959			
Raul Reis Amorim	2518			
Raymara Gama da Luz	339			
Rebeca do Rocio de Castro	942			
Rebeca Froés de Assis	978			
Rebecca Cacciacarro Ambrósio Glauser	1104			
Rejane Magiag Loura	94	1164	1590	
Renata Bovo Peres	2149			
Renata Buzeti Garcia de Souza	2682			
Renata Calheiros Zarelli	1578			
Renata Cardoso Magagnin	445	457	469	1317
Renata Maria Abrantes Baracho	2053	2065	2625	
Renata Zucoloto Vieira	2452			
Renato César dos Santos	836			
Renato Cruz Senna	84			
Renato da Silva Lima	150	198	1176	
Renato de Oliveira Fernandes	129			
Rhuan Nicolas da Silva Santos	1602			
Ricardo Alexandrino Garcia	824			
Ricardo Augusto Souza Fernandes	327			
Ricardo de Aragão	1911			
Ricardo de Sousa Moretti	1626			
Ricardo Dias Silva	1259			
Ricardo Jorge Silva Bento	1236			
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa	1602			
Ricardo Villarroel Dávalos	1092			
Rita de Cássia Pereira da Silva	2464			
Rita de Cássia Pereira Saramago	49			
Rita de Cássia Silva	930			
Robson Gonçalves Júnior	49			
Rodolfo Alves da Luz	2566			
Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega	1200	672		
Rodrigo Eduardo Cordoba	2137			
Rodrigo Nunes Cavalcante	719			
Roger Júnio Campos	883			
Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes	1491	1500	1511	
Romulo José da Costa Ribeiro	2077			
Ronny Marcelo Aliaga Medrano	1014			
Rosana Santana dos Reis	707			
Rose Elaine Borges de Melo	2173			
Rosio Fernández Baca Salcedo	1983	2452		

Rúbia Cecília Augusta Francisco	1887				
Rui António Rodrigues Ramos	791	871	2614		
Rui Pedro Julião	2602				
Ryane Moreira Barros	625	684	918		
Samara Calçado de Azevedo	1673	2506	2673		
Sandra Batista Medeiros	2244				
Sara Ferreira	1014				
Sara Raquel Fernandes Queiroz de Medeiros	1444				
Sarah Juliane Dorneles da Silva	1614				
Sávio de Souza Andrade	847				
Sávio Ferreira Rodrigues	978				
Selmo Carlos Gonçalves	2542				
Sérgio Pacífico Soncim	883				
Sérgio Santos de Jesus	493				
Seyidmomen Foadmarashi	1389				
Sheila Elisangela Menini	553				
Silmara Larissa de Andrade Santos	129				
Silvana Aparecida Alves	1281	1293	1305	1840	2692
Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina	2336				
Silvia Elena Ventorini	339				
Simone Aparecida Polli	2019				
Simone Barbosa Villa	49				
Simone Becker Lopes	1068	1116			
Solange Maria Leder	106	118			
Suéle Vanessa Goetz	2031				
Suely Jucá Maciel	1271				
Surya de Moura Rhossard	684				
Suzann Flávia Cordeiro de Lima	162				
Taiane Bertolin Delgobo	2472				
Tainá Gauterio	1568				
Tássia Franco de Souza	1876				
Tássia Romanne Duarte da Silva Pereira	2289				
Tatiana Maria Cecy Gadda	942				
Tatiana Reinehr de Oliveira	1026				
Tatiane Ferreira Olivatto	2043				
Taynara Paulino de Freitas	410				
Teresa Cristina de Almeida Faria	2233				
Teresa Galvão Dias	1056				
Thais de Cassia Martinelli Guerreiro	779				
Thais Sales Gonçalves	2382				
Thalles Alexandre da Silva Amaral	1365				
Thamiris Ramalho de Jesus	2452				
Thiago Azevedo	2518				
Thiago Gomes Souza	2578				
Thiago Victor Conti	1305				
Thiscianne Moraes Pessoa	2221				

Tiago Augusto da Cunha	1420	1456	1899	
Tiago Augusto Pianezzer	930			
Tiago Moreira dos Santos	719			
Uarodi Pereira Guedes	767			
Ugo Nogueira Castañon	636	660		
Valcir João da Cunha Farias	871			
Valentina Carvalho Dias	859			
Valmor Cerqueira Pazos	256	1432		
Valquiria Costa Messias	1544			
Valter Caldana	186			
Valter Zanela Tani	930			
Vanessa Casarin	803			
Vanessa Maria de Melo Gonçalves Dias	1353			
Vanessa Teresinha Alves	2637			
Vânia Raquel Teles Loureiro	1626			
Vera Lucia Tieko Suguihiro	1709	2578		
Véritas da Silva Rodrigues	1500			
Verônica Teixeira Franco Castelo Branco	1212	1662		
Victor Cardoso Oliveira	1212			
Victor Hideaki Uehara	895			
Victor Lima Migliorini	362	374	812	
Victor Pompeo Viel	2089			
Victória Righetto Corrêa	1080	2637		
Vinicius Davi da Silva Soares Lima	767			
Vinícius Navarro Varela Tinoco	1479	1491	1500	1511
Virginia Maria Nogueira de Vasconcelos	2464			
Vitor Henrique Rodrigues Barbosa	1341			
Vitor Ribeiro	73			
Vivian de Oliveira Fernandes	906			
Wagner Barboza Rufino	1365			
Wellington Longuini Repette	930			
Wilson Ribeiro dos Santos Junior	2313			
Wilson Riberio de Assis Neto	2221			
Yago Henrique Boroto	2692			
Yara Maciel Camelo	2484			
Zuleide Oliveira Feitosa	719			

ISSN: 2525-7390

https://doi.org/10.21814/pluris24

